




Evaluación del uso eficiente del agua y producción del cultivo de papa bajo dos técnicas de riego

Evaluation of the efficient use of water and production of potato crops under two irrigation techniques

Avaliação do uso eficiente da água e da produção da cultura da batata sob duas técnicas de irrigação

Ruy Vargas Díaz¹, Wilmar Wilches Ortiz¹, Eduardo Espitia Malagón¹, Clara Franco Florez¹,
Sindy Mojica Ramos¹

DOI: <https://doi.org/10.55996/dekamuagropec.v4i2.202>

RESUMEN

El agua es fundamental para el desarrollo de la vida, siendo su cuidado y buen manejo una responsabilidad que debemos tener cuando hagamos uso de ella. Por tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de dos técnicas de riego sobre el rendimiento y el volumen de agua aplicado al cultivo de papa. Para esto se estableció un experimento bajo dos alternativas de riego (propuesta y tradicional) en un ciclo de papa de la variedad Tuquerreña, en el municipio de Toca departamento de Boyacá (Colombia). Donde se midieron propiedades de cada propuesta de riego (uniformidad de aplicación, volumen de agua aplicada, eficiencia de riego) y al final del ciclo del cultivo, se tomó información del rendimiento del cultivo. Se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) cuando se usa el sistema de riego propuesto aumentando en 3 toneladas por hectárea la producción y reduciendo en casi el 40 % el volumen de agua aplicado al cultivo, comparado con el riego tradicional.

Palabras clave: Aspersión, tasa de aplicación, Tuquerreña.

ABSTRACT

Water is fundamental for the development of life, its care and good management being a responsibility that we must have when we use it. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effects of two irrigation techniques on the yield and volume of water applied to the potato crop. For this, an experiment was established under two irrigation alternatives (proposed and traditional) in a potato cycle of the Tuquerreña variety, in the municipality of Toca, department of Boyacá (Colombia). Where properties of each irrigation proposal were measured (uniformity of application, volume of water applied, irrigation efficiency) and at the end of the crop cycle, information on crop performance was taken. Statistically significant differences ($p < 0.05$) were presented when the proposed irrigation system was used, increasing production by 3 tons per hectare and reducing the volume of water applied to the crop by almost 40%, compared to traditional irrigation.

Keywords: Application rate, spraying, Tuquerreña.

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Agrosavia/Centro de Investigación Tibaitatá. Km. 14 vía Mosquera – Bogotá, CP 250047. Mosquera/Cundinamarca, Colombia; rvargas@agrosavia.co, wwilches@agrosavia.co, eespitia@agrosavia.co, cfranco@agrosavia.co, smojica@agrosavia.co

RESUMO

A água é fundamental para o desenvolvimento da vida, sendo o seu cuidado e boa gestão uma responsabilidade que devemos ter quando a utilizamos. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de duas técnicas de irrigação na produtividade e no volume de água aplicado na cultura da batata. Para isso, foi estabelecido um experimento sob duas alternativas de irrigação (proposta e tradicional) em um ciclo de batata da variedade Tuquerreña, no município de Toca, departamento de Boyacá (Colômbia). Onde foram medidas as propriedades de cada proposta de irrigação (uniformidade de aplicação, volume de água aplicada, eficiência de irrigação) e ao final do ciclo da cultura, foram retiradas informações sobre o desempenho da cultura. Foram apresentadas diferenças estatisticamente significativas ($p < 0.05$) quando utilizado o sistema de irrigação proposto, aumentando a produção em 3 toneladas por hectare e reduzindo o volume de água aplicado na cultura em quase 40%, em comparação à irrigação tradicional.

Palavras-chave: Pulverização, taxa de aplicação, Tuquerreña

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la disponibilidad de agua es limitada por lo que se ha comenzado a competir por su uso (Zayas, 2017). El empleo de las tecnologías de riego se ha convertido en una alternativa para realizar un mejor uso del agua en zonas en donde es limitante para la producción (Peñañiel et al., 2020). La implementación y adopción de este método por los agricultores requiere más información y capacitación debido a que un mal uso de los sistemas de riego no representaría en una ayuda al productor, al contrario, podría llegar a causarle pérdidas en el rendimiento del cultivo (Peñañiel et al., 2020)

En la producción de papa, el riego es un factor importante, particularmente cuando no hay limitantes nutricionales y de población de plantas. Además, de los efectos adversos sobre el rendimiento, se sostiene que una sequía al comienzo de la tuberización favorece el ataque de sarna (*Streptomyces sacabies*) y al final de ésta favorece el ataque de polilla (*Phthozimaea operculella* (Zeller.)) (Solano et al., 2003).

En el municipio de Toca (departamento de Boyacá) los reservorios implementados por algunos productores en sus predios se usan principalmente para aplicar riego o para lavar el tubérculo después de la cosecha. Esto ha propiciado el uso de sistemas de riego por aspersión en los cultivos de papa de la variedad Tuquerreña que se siembra en la región (Espitia et al., 2021).

Con los estándares de calidad que exige la variedad Tuquerreña, propicia que el consumo de agua sea importante, además, de la aplicación de riego para su desarrollo, el lavar el tubérculo para poderlo seleccionar. Por lo anterior, es importante establecer si las tecnologías de riego pueden disminuir el consumo de agua aplicado a los

cultivos de papa variedad Tuquerreña sin disminuir su productividad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y diseño experimental

En la vereda Cunucá del municipio de Toca (departamento de Boyacá) con una altura de 2.996 msnm, temperatura media de 13°C y precipitación media de 816 mm, se estableció el diseño experimental utilizando un modelo de efectos fijos de un factor con dos tratamientos (Montgomery, 2004), donde el factor evaluado es el método de riego utilizado y los dos tratamientos son: T1 que corresponde a una alternativa de riego propuesto donde se utilizan aspersores de acción rotativa no centrada y T2 al sistema de riego tradicional usado por el agricultor que consiste en aspersores de impacto. Se dividió un lote de 6.000 metros cuadrados donde se sembró papa (variedad Tuquerreña) en todo el lote con el manejo realizado al criterio del productor.

En la primera división (3.000 m²) se instaló el sistema de riego propuesto (seleccionado al azar) y en la otra división el manejo de riego tradicional. En los dos sistemas de riego se usó el mismo cabezal de succión con una bomba de 10 Hp con motor diésel. Para el T1 se usó 15 aspersores tipo Xcel Wobbler (Senninger, 2022), los cuales el fabricante garantiza uniformidades altas con aplicación de volúmenes más bajos de agua. En el tratamiento T2 el agricultor implementó 10 aspersores chinos (sin marca) con referencia MS-9815A.

Datos evaluados

En los sistemas de riego se evaluó la tasa de aplicación, uniformidad de distribución, coeficiente de uniformidad, lámina aplicada, pérdidas por evaporación y viento, y eficiencia de riego siguiendo el procedimiento para la

realización de evaluaciones de riego por aspersión (Bohórquez, 2014).

Al final del ciclo de cultivo se evaluó el rendimiento de los tubérculos cosechados: se tomaron diez plantas en orientación al surco, las cuales se pesaron los tubérculos de cada planta en 10 sitios de cada tratamiento.

Análisis de datos

Para los datos de rendimiento se realizó un análisis de varianza (Anova), para verificar si hay diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de producción del cultivo de papa, usando los dos sistemas de riego (propuesto y

tradicional). Para validar el análisis de varianza se prueban los supuestos de normalidad y homocedasticidad. En los análisis se usó el software estadístico R® (Team, 2021).

RESULTADOS

Evaluación de sistemas de riego

En la Tabla 1, se presentan los valores de las evaluaciones de los sistemas de riego estudiados. Mientras que, en la Tabla 2 se muestran los volúmenes de agua utilizados en cada evento de riego y para el ciclo de cultivo, donde se necesitaron 7 eventos de riego en cada tratamiento.

Tabla 1. Estimaciones de los sistemas de riegos propuesto y tradicional, evaluados en el municipio de Toca – Boyacá.

Característica	Unidades	Estimación riego propuesto	Estimación riego tradicional
Tasa de aplicación promedio	mm/hr	11.82	15.21
Uniformidad de distribución total	%	72.12	66.53
Coefficiente de uniformidad	%	83.04	79.18
Lámina aplicada	mm	26.38	13.43
Perdidas por evaporación y viento	%	11.15	36.58
Eficiencia de riego	%	66.43	43.1

Nota: mm; milímetros, hr: hora.

Tabla 2. Caudal promedio y volumen de agua usado en los dos sistemas riego.

Tipo de riego	Caudal por aspersor		Volumen por evento de riego		Volumen por ciclo de cultivo	
	Litros/hora	Gpm	Litros	Galones	Litros	Galones
Tradicional	2.526,09	11,12	75.782,70	333,60	530.478,90	2.335,20
Propuesto	1.556,76	6,85	46.702,80	205,50	326.919,60	1.438,50

Nota: Gpm; galones por minuto.

Evaluación de producción

En la Figura 1, se muestra el comportamiento del peso de los tubérculos medidos en cada planta por tratamiento. Mientras que en la Tabla 3, se presenta los valores promedio de peso y rendimiento donde se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

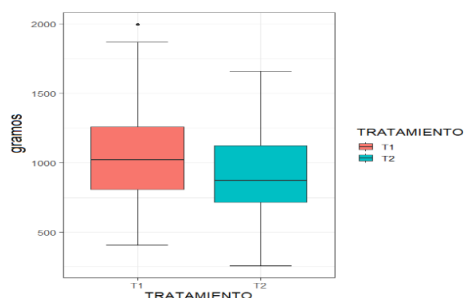


Figura 1. Diagrama de cajas y bigotes de la producción promedio total por planta en gramos, tomadas en los sistemas de riego evaluados.

En la Tabla 3, se muestra los valores promedio y desviación estándar del peso y producción de tubérculos en los dos sistemas riego evaluados.

Tabla 3. Producción de tubérculos

Tipo de riego	Peso y rendimiento de tubérculos	
	gramos/planta	toneladas/hectárea
Tradicional	918.1±308.85 ^a	22.95±7.72 ^a
Propuesto	1049.37±337.84 ^b	26.23±8.44 ^b

Nota: Valores promedio con diferente letra son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

DISCUSIÓN

El sistema de riego propuesto mejoró todos los parámetros estimados en comparación con el sistema de riego tradicional implementado en el cultivo de papa (Tabla 1). Se evidenció un aumento del 8 % y 4 % en la uniformidad de distribución de agua y coeficiente de uniformidad (CU) respectivamente. El sistema propuesto presentó valores de CU que se clasifican como aceptables, mientras que para el sistema tradicional fue menor al 80 %, lo que indica un bajo desempeño (Lobo et al., 2011). Estos valores pueden atribuirse, entre otras razones, a las condiciones de vientos presentes en la zona de estudio (Bonet & Guerrero, 2017).

En cuanto a la lámina aplicada es mayor en el sistema propuesto, debido a que se manejaron más aspersores con el mismo cabezal de bombeo que se usa en el riego tradicional. Las pérdidas por evaporación y viento son menores, lo que indica una mayor eficiencia de aplicación de agua al cultivo por parte del riego propuesto y esto lo corrobora el aumento de la eficiencia del riego propuesto (23.33 %) comparado con el riego tradicional.

En todo el ciclo del cultivo se necesitaron 7 eventos de riego para cada tratamiento (3.000 m²). Para el T2 se operó 10 aspersores tradicionales y se realizaron 3 cambios de una hora, utilizando

2.335 galones (530.478 litros) de agua en todo el ciclo de la papa (tabla 2). Mientras que para el riego propuesto (T1) manejó 15 aspersores por cambio y se realizaron 2 cambios de una hora. Usando 1.438 galones (326.919 litros) de agua, un 38.4 % (menos 203.559 litros) menor que el sistema de riego tradicional.

En la evaluación de producción se observa (Figura 1), que el T1 presenta mayores valores de peso de tubérculos por planta comparado con el T2. En la Tabla 3, se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), indicando que el rendimiento mejoró en alrededor de 3 toneladas por hectárea en producción de papa Tuquerreña usando el sistema de riego alternativo en comparación con el sistema de riego tradicional. Los rendimientos presentados (23 -26 toneladas por hectárea) son acordes a los presentados en otros estudios (Puerto & Amado, 2022).

CONCLUSIONES

La propuesta de mejora para los sistemas de riego se basó en cambiar solo el dispositivo de distribución de agua al suelo (aspersor), posibilitando el uso de los demás componentes de los sistemas de riego actualmente son implementados por los productores para el cultivo de papa. Realizando mínimos cambios a los sistemas de riego, el cambio tecnológico puede ser accesible por parte de los usuarios.

El sistema de riego con aspersores de acción rotativa no centrada se obtiene mejores aplicaciones de agua al cultivo y reducen en casi un 40 % el agua utilizada, con incrementos de 3 toneladas por hectárea en la productividad del cultivo de papa variedad Tuquerreña.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bohórquez Caro, J. M. (2014). Procedimiento para la realización de evaluaciones de riego por aspersión. Junta de Andalucía.
- Bonet Pérez, C., & Guerrero Posada, P. (2017). Análisis de la calidad de riego de dos sistemas por aspersión de producción nacional. *Revista Ingeniería Agrícola*, 6(1). <https://ojs.edicionescervantes.com/index.php/IAgric/article/view/724>
- Espitia Malagón, E. M., Álvarez Bernal, J. H., Preciado Mongui, Í. M., Sánchez León, G. D., Uribe Gaviria, A. F., Rodríguez Borray, G. A., Lasso Paredes, Z. L., Valbuena Benavides, R. I., Soto Suárez, M., Vásquez-Urriago, Á. R., Polo Murcia, S. M. & Vargas Díaz, R., (2021). Modelo productivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) de la variedad Tuquerreña para el departamento de Boyacá. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.model.7404630>
- Loba, J., Ramírez, S., & Díaz, J. (2011). Evaluación del coeficiente de uniformidad en cuatro emisores de riego usando filtración gruesa de flujo ascendente en capas. *Revista EIA*, 16. <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n16/n16a03.pdf>
- Montgomery, D. (2004). Diseño y análisis de experimentos. In Limusa Wiley.
- Peñafiel Álvarez, M. A., Serrano Coronel, G., & Ortuño Rojas, L. H. (2020). Evaluación de la uniformidad de aplicación acorde al comportamiento hidráulico en el riego por aspersión empleado al cultivo de Papa (*Solanum tuberosum*) en la Estación Experimental de Cota Cota. *Apthapi*, 6(3), 2044–2056. <https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/71/67>
- Puerto Hernandez, J. S., & Amado Mantilla, S. (2022). Estrategia de internacionalización de la papa colombiana, competitividad y oportunidades para pequeños y medianos agricultores. https://ciencia.lasalle.edu.co/finanzas_comercio
- Senninger. (2022). Xcel-Wobbler ® Ángulo Medio y Alto. <https://www.senninger.com/sites/senninger.hunterindustries.com/files/xcel-wobbler-aspersor-cutsheet.pdf>
- Solano S., J., Medina M., L., & Nissen M., J. (2003). Efecto de niveles y frecuencias de riego por aspersión en papa (*Solanum tuberosum L.*). *Agro Sur*, 31(2). <https://doi.org/10.4206/agrosur.2003.v31n2-05>
- Team, R. C. (2021). R: A Language and Environment for Statistical Computing. In R Foundation for Statistical Computing.
- Zayas, E. C. (2017). Evaluación y propuesta de medidas en diferentes técnicas de riego por aspersión para un uso eficiente del agua. *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(1).