

Nota técnica

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE TRES HÍBRIDOS DE PIMIENTO BAJO 2 DIFERENTES SISTEMAS DE RIEGO

Bertha Holguín-Burgos^{1/*}, Allan Alvarado-Aguayo²,
Danilo Delgado-Delgado³, Mónica Munzón-Quintana⁴

Palabras clave: Aprovechamiento del agua; eficiencia; evaporación; utilidad.

Keywords: Water use; efficiency; evaporation; utility.

Recibido: 15/10/2021

Aceptado: 10/01/2022

RESUMEN

Introducción. Se buscó optimizar los sistemas de riego para el consumo de agua en el pimiento (*Capsicum annuum* L.), cultivo importante en la industria alimenticia, cuyos híbridos superan la productividad de las variedades comerciales. A diferencia del sistema de riego por goteo presurizado, que aplica pequeñas cantidades en forma controlada a la zona radicular, el método Kondenskompressor, o riego solar, emula el ciclo de evaporación del agua formando un ambiente cerrado con botellas de Polietileno Tereftalato (PET) de 6 lt que cubren el área radicular y la humedad resultante de la evaporación se condensa en las paredes interiores de botellas PET de 500 cc que regresan al suelo. **Objetivo.** Realizar una evaluación financiera de la productividad de 3 híbridos de pimiento denominados Nathalie, Martha R y Zapata, mediante la comparación de los sistemas

ABSTRACT

Behavior analysis of three pepper hybrids under 2 different irrigation systems.

Introduction. The aim is to optimize irrigation systems for water consumption in bell pepper (*Capsicum annuum* L.), an important crop in the food industry, whose hybrids exceed the productivity of commercial varieties. Unlike the pressurized drip irrigation system, which applies small quantities in a controlled manner to the root zone, the Kondenskompressor method, or solar irrigation, emulates the water evaporation cycle by forming a closed environment with 6 lt Polyethylene Terephthalate (PET) bottles that cover the root area, and the moisture resulting from evaporation condenses on the inner walls of 500 cc PET bottles and returns to the soil. **Objective.** To perform an financial evaluation of the productivity of 3 bell pepper hybrids called Nathalie, Martha R and Zapata, by comparing

* Autora para correspondencia. Correo electrónico: bholguin@uagraria.edu.ec

1 Universidad Agraria del Ecuador – UAE, El Triunfo, Guayas, Ecuador.

 0000-0002-0082-1066.

2 Universidad Agraria del Ecuador – UAE, El Triunfo, Guayas, Ecuador.

 0000-0003-2245-7661.

3 Universidad Agraria del Ecuador – UAE, El Triunfo, Guayas, Ecuador.

 0000-0001-9915-2730.

4 Universidad Agraria del Ecuador – UAE, El Triunfo, Guayas, Ecuador.

 0000-0002-4036-5632.

de goteo presurizado y Kondenskompressor. **Materiales y métodos.** Se utilizaron tratamientos en parcelas divididas con arreglo factorial de A x B con 6 tratamientos y 4 repeticiones, en el cantón El Triunfo, Guayas, Ecuador. Se usaron diferentes tratamientos para evaluar la eficiencia del riego por goteo solar y riego presurizado, con base en las variables, números de frutos por planta, dimensión del fruto, productividad, peso del fruto, costos totales, costos por trasplante y relación beneficio-costo. **Resultados.** Los mejores resultados financieros fueron para el tratamiento 6, con la aplicación del híbrido Zapata y riego presurizado, con una producción de 26 200 kg.ha⁻¹, un beneficio neto de \$5012, y una relación beneficio costo de 0,98, el consumo de agua para la producción fue de 1,29 m³.ha⁻¹. **Conclusiones.** Aunque el sistema de riego presurizado optimiza el consumo de agua, su inconveniente fue la importante inversión monetaria. Por ello el riego solar o Kondenskompressor es más aplicable para pequeños y medianos agricultores con bajos recursos monetarios, ya que implica menos costos y generación de beneficios por montos aproximados al 25% superiores a sus costos totales.

pressurized drip and Kondenskompressor systems. **Materials and methods.** Split-plot treatments with A x B factorial arrangement with 6 treatments and 4 replications were used in El Triunfo canton, Guayas, Ecuador. Different treatments were used to evaluate the efficiency of solar drip irrigation and pressurized irrigation, based on the variables, number of fruits per plant, fruit size, productivity, fruit weight, total costs, transplanting costs and benefit-cost ratio. **Results.** The best financial results were for treatment 6, with the application of the Zapata hybrid and pressurized irrigation, with a production of 26 200 kg.ha⁻¹, a net benefit of \$5012, and a benefit-cost ratio of 0.98, water consumption for production was 1.29 m³.ha⁻¹. **Conclusions.** Although the pressurized irrigation system optimizes water consumption, its drawback was the significant monetary investment. Therefore, solar irrigation or Kondenskompressor is more applicable for small and medium farmers with low economic levels, since it implies lower costs and the generation of benefits 25% higher than their total costs.

INTRODUCCIÓN

El pimiento es una de las principales hortalizas de consumo en el mundo, su origen es de los países de América del Sur (Frutas Hortalizas s. f.), aunque con el paso de los años su producción se ha extendido a otras regiones del mundo, con calidad y mejoras en sus métodos de producción (Macías 2010).

La hortaliza más significativa económicamente es el tomate, seguida del pimiento (Chuitarco *et al.* 2021), cuya producción mundial en el 2019 alcanzó 36,9 millones de toneladas, con China como el mayor productor, seguida por México y Turquía (Orús 2020). En el continente

europeo, España lidera el rendimiento de este cultivo; en América destaca México, quien distribuye hacia mercados de Estados Unidos y Canadá (Díaz 2019); Alemania es el mayor importador y la India destina la mayor cantidad de superficie de suelo para su producción. En América Latina, Argentina destaca en la producción de esta hortaliza (Vaca y Basantes 2021).

Ecuador posee características en el suelo adecuadas para este cultivo, destina parte de sus suelos a la producción de esa hortaliza. En el 2019, el área de uso para los cultivos transitorios y barbecho, dentro de los cuales se encuentra clasificado el pimiento fue de 822 516 hectáreas (INEC 2020). Ese país en los últimos años ha

incrementado la producción y consumo de las hortalizas, entre ellas el pimiento, debido a su alta composición de nutrientes y vitaminas lo que ha permitido que tanto pequeños como grandes productores lo incluyan en sus procesos productivos (Mantilla 2018).

Algunas provincias de la costa y sierra ecuatoriana se dedican a la producción agrícola de este vegetal, en la región Litoral están Guayas, Santa Elena, Manabí y El Oro, y en la región Interandina, Imbabura, Chimborazo y Loja (Marcalla 2020); sin embargo, una de las limitantes es el alto costo de producción que minimizan las utilidades de los productores, así como los niveles de precios en los mercados de consumo (Burgos 2020). La técnica utilizada para la cosecha de pimientos es manual, una vez que el producto esté dispuesto para la siega; que corresponde al periodo entre marzo a mayo (MAGAP s. f.).

La producción de pimiento verde está dirigida al consumo interno, en su característica de pimiento fresco, aunque también es destinado para exportación en conserva, en pequeñas cantidades (Guato y Dobronski 2017).

Uno de los mercados donde se da la mayor comercialización de pimiento, es las ferias de Guayaquil, pues se ofertan diferentes tipos de híbridos procedente de la región sierra y de la costa en costales de 20 y 40 kilos, a precios de 0,60 y 0,66 dólares respectivamente (Lindao y Ayerve 2018).

Sistema de producción bajo riego. El sistema de riego por goteo presurizado es el método de aplicar agua en pequeñas cantidades en forma controlada a la zona radicular de las plantas. Consiste en una serie de cintillas con emisores integrados que se colocan sobre las camas, en donde se encuentran las plantas principalmente de hortalizas, debido al alto costo. Normalmente se obtiene mayor rendimiento y es más eficiente que los sistemas de riego por aspersión. Si se combina la fertirrigación y el uso de acolchados con un manejo adecuado, el incremento del rendimiento, calidad de producto y precocidad se mejoran en forma drástica (Apaza y López 2016).

Por su parte, el método Kondenskompressor utiliza la energía solar para utilizar el agua que imita su ciclo natural, por ello se le conoce como riego solar. Para esta técnica se emplean botellas plásticas transparentes. Con este método se pueden regar los cultivos solamente con la cantidad de agua necesaria y que evita así la evaporación excesiva, lo cual permite reducir significativamente la cantidad de riego. Su uso representa una ventaja en zonas con acceso limitado a fuentes de agua. Resultante de la radiación solar, la humedad de la evaporación se condensa en las paredes interiores de la botella y cae en forma de gotas que regresan al suelo (Cordero 2021).

El aporte de agua es un factor determinante para el desarrollo y producción, por lo tanto, favorece el desarrollo del pimiento en todas sus fases: germinación, desarrollo vegetativo, maduración y cosecha, por lo que las necesidades hídricas se hacen más apremiantes en las etapas previas a la floración. Si el pimiento presenta deficiencia de agua se detiene su desarrollo y afecta la calidad del fruto, que además ocasiona rajaduras o pudrición apical. Al favorecer el ahorro mediante el riego solar, se reducen las posibilidades de afecciones por enfermedades radiculares asociadas a hongos como *Phytophthora* y *Fusarium* (Gómez *et al.* 2010).

El objetivo de la investigación consistió en realizar una evaluación financiera de la productividad de 3 híbridos de pimiento, bajo 2 sistemas de riego diferentes, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, en una unidad experimental que pertenece a la Universidad Agraria del Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño experimental. Se aplicó un diseño experimental de parcelas divididas con arreglo factorial de A x B con 6 tratamientos y 4 repeticiones, a partir de la metodología de Gutiérrez (2019), para obtener un total de 24 parcelas experimentales. Los tratamientos fueron de la siguiente manera: T1: Híbrido Nathalie x riego goteo solar, T2: Híbrido Martha R x riego goteo

solar, y el T3: Híbrido Zapata x riego goteo solar, T4: Híbrido Nathalie x riego goteo presurizado, T5: Híbrido Martha R x riego goteo presurizado, T6: Híbrido Zapata x riego goteo presurizado (Quezada *et al.* 2019).

Necesidades hídricas del cultivo. El cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET_o) se realizó con el programa gratuito en línea CROPWAT 8.0 de la FAO; se recopiló información climatológica de la Estación meteorológica Ingenio Agro Azúcar periodo 2000-2018, donde abril registró la ET_o más alta 3,18 mm.día⁻¹, valor considerado para los cálculos posteriores al

diseño agronómico. Es lo que se denomina diseño agronómico de riego, que consiste en calcular los turnos, caudales y tiempos de riego determinados por el tipo de suelo, clima y cultivo.

Es importante mencionar que en el cultivo de pimiento, el dato del coeficiente de cultivo (K_c) se encuentra en primera etapa y es 0,35; la segunda etapa 0,70; la tercera etapa 1,05; y en la última etapa 0,90, valores que se consideraron de la tabla 12 del Manual 56 de la FAO. Se considera que la etapa de mayor demanda es la etapa III donde hay una necesidad hídrica de 3,3 mm.día⁻¹ como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Cálculo de la Et_c del cultivo de pimiento.

Fecha	Etapas	Duración	Eto media	K_c	Et_c del cultivo mm/día
14/agosto al 8 sept/2019	I	25 días	3,18	0,35	1,11
9 agosto al 13 octubre 2019	II	35 días	3,18	0,70	2,22
14 octubre al 22 nov 2019	III	40 días	3,18	1,05	3,33
23 nov al 12 diciembre 2019	IV	20 días	3,18	0,90	2,86

Para el cálculo de la ET_c se utilizó la siguiente ecuación:

$$ET_c = ET_o * K_c$$

Donde

ET_o = Evapotranspiración de referencia

K_c = Coeficiente del cultivo

Cálculo del diseño agronómico de riego por goteo presurizado. Una vez realizado el cálculo de la ET_o , se procedió realizar el Diseño agronómico del sistema de riego por goteo presurizado con el programa TLALOC v1.0. Se obtuvieron los siguientes resultados: lámina de agua disponible a una profundidad radicular efectiva 11.760 mm/zr, volumen de agua disponible a una profundidad radicular efectiva 117.600 mm/ha/zr, lámina de agua aprovechable a una profundidad efectiva radicular 3528 mm/zr, porcentaje

de área bajo riego 80%, precipitación horaria de riego 10 mm, intervalo de riego = 3 días, ciclo de riego 2 días, lámina de riego ajustada 12,52 mm, lámina Bruta 13,91 mm, dosis Bruta 111,29 mm, horas de riego por turno 1,39, turno de riego por día 8 turnos/día, número de turnos por ciclo 16 turnos/ciclo, superficie bajo riego por turno 0,0032375 ha/turno, dosis de riego bruta por turno 0,360 m³, caudal requerido 0,258 m³/h, volumen bruto por ciclo de riego 5,76 m³/ciclo, caudal específico Q_e 4,98 m³/ha/h, caudal específico Q_e de 4,98 x 0,2777 1,38 l/s.

Con los datos obtenidos, se procedió a la instalación del sistema de riego en el área del proyecto, con una tubería principal PVC E/C 50mm X 0,8 MPa de 74 m de largo y 7 m de ancho, que abastecía directamente a los laterales de riego los cuales tenían una longitud de 6 m c/u, y una distancia de separación de un metro. Se dividió la tubería principal en 3 secciones con su respectiva

válvula, colocando goteros autocompensables con capacidad de 4 lph por cada planta trasplantada a 0,50 metros de distancia. De acuerdo con la demanda hídrica del cultivo, la lámina de riego proporcionada para el sistema por goteo presurizado fue suficiente para cubrir su necesidad.

Establecimiento de riego por goteo solar o método kondenskompressor. Se utilizaron botellas PET de agua con una capacidad de 250 cc; se procedió a realizar un pequeño hoyo cerca de la planta de pimiento, donde se vacía el agua en la botella, aspecto importante para que se pueda

formar una columna de agua y se facilitara el trabajo de instalación del kondenskompressor el cual emula el ciclo de evaporación del agua por medio de las botellas plásticas transparentes que forman un ambiente cerrado en el área radicular donde la humedad resultante de la evaporación se condensa en las paredes interiores de la botella y regresa al suelo. Como cúpula se utilizaron botellas de agua de 6 litros y paja seca alrededor y material vegetativo existente alrededor de la plantación, que al secarse lo sellará para llegar al proceso de evaporación como se observa en las Figuras 1, 2 y 3.



Figura 1. Botella de plástico (PET) utilizada para la prueba por goteo solar.



Figura 2. Colocación de botellas (PET) en el campo.



Figura 3. Hidratación por medio del ciclo de evaporación del agua en botellas con ambiente cerrado que integran el agua al suelo.

En este sistema de riego por goteo solar en la plantación de pimiento se evidenció lo siguiente: la tasa de evaporación en el Tratamiento H1R1 durante todo el ciclo vegetativo 120 días fue 76,56 ml, el tratamiento H2R1 fue de 76,08 ml y el tratamiento H3R1 fue de 74,90 ml, con una evaporación de agua total de 227,51 ml o su equivalente 227,51 cc.

A los 60 días después del trasplante del cultivo de pimiento, se realizó una exploración física de manera aleatoria en los diferentes tratamientos y repeticiones del riego por goteo solar para determinar la profundidad del área de humedecimiento que proporcionaba el sistema kondenskompressor en el área del sistema radicular, en donde la mayoría de las muestras estaban humedecidas a profundidad aproximada de 8 y 12 cm.

Variables agronómicas

Número de frutos por planta. Se determinó mediante el conteo aleatorio de 10 plantas, en cada cosecha. Se realizaron 3 cosechas a los 64 días, 85 días y 112 días después del trasplante (Jiménez *et al.* 2018).

Dimensiones del fruto. Las mediciones de longitud y diámetro de los frutos se realizaron a las 10 plantas seleccionadas.

Productividad. Esta variable se analizó con datos de número de frutos y su peso correspondiente en las 3 cosechas, expresados en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Monge 2015).

Peso del fruto. Se realizó con una balanza para las plantas seleccionadas aleatoriamente de cada tratamiento; se pesaron y los resultados se registraron en gramos (Reséndiz *et al.* 2010).

Para la provisión del recurso hídrico se colocó un tanque elevado con una capacidad de 5000 litros, potencia máxima 3600 rpm, a una altura de 15 metros, el mismo que estaba bombeado por una bomba de succión de 3 pulgadas, posteriormente para llegar al punto de distribución del agua, baja por gravedad para ser distribuido al sistema de tuberías.

Relación beneficio-costo. Costos totales, se consideran los costos sin incluir los tratamientos tales como preparación del suelo, siembra manual, control fitosanitario, insumos agroquímicos, control de malezas, glifosato, fertilización edáfica, análisis de suelo, abono, urea, muriato, y otros costos (Velasco y Sánchez 2015).

Además, los costos por trasplante, incluyeron los costos generados en una ha de pimiento por trasplante con riego por goteo solar y riego por goteo presurizado (Bernaola *et al.* 2015).

La relación beneficio-costos, se utilizó, para el análisis financiero de los tratamientos, según la producción total cosechada en kg.ha⁻¹ por año; además se estimaron los ingresos con el precio de venta al término del ensayo de 0,32 USD por kg, mediante la siguiente ecuación matemática (Márquez y Castro 2015):

$$RBC = \frac{INGRESOS\ TOTALES}{COSTOS\ TOTALES} - 1$$

Tabla 2. Cuantificación de variables de los híbridos experimentales con aplicación del sistema de riego por goteo y riego presurizado.

Tratamientos	Diámetro del fruto (cm)	Promedio de frutos (uds)	Peso de frutos (gr)	Productividad (kg.ha ⁻¹)
T1	4,22 b [†]	9,50 b [†]	94,50 c [†]	17980 b [†]
T2	4,38 b	9,75 b	94 c	18520 b
T3	4,70 b	9,75 b	98 bc	19120 b
T4	6,05 a	11,25 ab	111,75 a	25090 a
T5	6,13 a	11,75 a	108,50 ab	25510 a
T6	6,45 a	11,75 a	111,50 a	26200 a

[†]Valores con la misma letra son iguales (p>0,05).

Asimismo, de acuerdo con las medias producidas por los tratamientos, se determinó que la combinación del T6, en la variable diámetro del fruto presentó el mayor valor de 6,45 cm, similar al reportado por Díaz *et al.* (2013) en plantas inoculadas del hongo micorrízico R intradíces a plantas de pimiento que alcanzaron el grado > a 6,35 cm. En la variable promedio de frutos, los tratamientos T5 y T6 fueron los más representativos con un promedio de 11,75 unidades inferior al que presentó Reyes *et al.* (2021) con la variedad Magaly en un sistema de regaderas manuales con un promedio de frutos 13,42 unidades. La variable peso de frutos la más significativa fue el

Análisis estadístico. Se desarrolló el análisis de varianza (ANDEVA) y de las fuentes de variación de las diferentes interacciones (A x B) que presentaron significación estadística, se realizaron con la Prueba de Tukey a un nivel de probabilidad del 5%, en los cuales se estudiaron los distintos tratamientos (Olivio 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2, la productividad en kg.ha⁻¹ se calculó con el número promedio de frutos, el peso, para la densidad de 0,50 m entre planta y 1 m entre hilera. Se pesaron todos los frutos del área útil y se proyectó a la productividad por ha.

T4 con 111,75 g; resultado inferior al registrado por Sánchez *et al.* (2017) de 130 g. Posiblemente por el efecto que presentó la densidad de la siembra, el rendimiento disminuyó con el aumento del número de la población, ya que Flores *et al.* (2018) reportó pesos de 200 g con fertirriego.

De igual forma, se realizó el cálculo de la productividad que evidenció que el T6 fue el más productivo, ya que alcanzó 26 200 kg.ha⁻¹, superior a lo señalado por Moreno *et al.* (2011) con el híbrido Orión a partir del riego por medio de 3 líneas de cintillas de goteo tamaño 8000 y a los reportados por Alemán *et al.* (2018) de 22 400 kg.ha⁻¹ en la cosecha del híbrido de pimiento

Nathalie a campo abierto en la región Amazónica del Ecuador.

Con las medias adquiridas de los tratamientos se observó que la combinación de híbrido Zapata y riego presurizado presentaron la mejor respuesta productiva en la variable promedio de frutos, con una clara diferencia frente a lo que presenta Quiñonez *et al.* (2020) de un promedio de frutos por planta de 7,36 unidades que, probablemente obedece al uso de fertilización

orgánica como guano de murciélago, humus de lombriz y humivita.

Los costos que se consideraron para la producción de una ha de pimiento por trasplante sin considerar los costos por riego, están considerados en la Tabla 3, que expone valores totales de \$1797,60. Estos resultados fueron inferiores a los obtenidos por Saraguayo y Martillo (2021) en la aplicación de tratamientos Tutorado tradicional + calcio de magnesio y Tutorado holandés + calcio y magnesio, con un costo de \$2800.

Tabla 3. Costo fijo de producción de una hectárea de pimiento por trasplante sin considerar los tratamientos.

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo unitario \$	Valor total \$
Preparación de suelo	Ha	1	120	120
Siembra manual	Jornal	6	20	120
Control fitosanitario	Jornales	3	20	60
Insumos agroquímicos	Litros	4	23	92
Aplicación	Jornales	2	20	40
				432
Control de malezas				
Manual	Jornales	3	20	60
Glifosato	Litros	2	8	16
Fertilización edáfica	Jornales	3	20	60
Análisis de suelo	Unidad	1	75	75
Abono completo 8-20-20 (50 kg)	Sacos	2	20	40
Urea (45 kg)	Sacos	3	22	66
Muriato	Sacos	3	25	75
Aplicación	Jornales	2	20	40
				432
Otros				
Piola	Rollo	6	8	48
Tutorado	Jornales	10	20	200
Cañaverl	Estacas	5000	0,08	400
Cosecha	Jornales	10	20	200
				848
Sub total				1712
Administración (5%)				85,6
Total costos fijos				1797,6

Para el análisis de los costos de producción de una hectárea de pimiento con instalación de riego por goteo solar tal como lo presenta la Tabla 4, Gabriel *et al.* (2020) se incurrió en el desembolso de pago de mano de obra y semillas

de híbridos utilizados en el experimento, con un costo de producción mayor para el tratamiento 1, correspondiente al híbrido Nathalie, los cuales fueron inferiores a la productividad que generaron los tratamientos (Mendoza y García 2020).

Tabla 4. Costo de producción de una hectárea de pimiento por trasplante - riego solar.

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo unitario \$	Subtotal \$	Instalación riego por goteo solar	Valor total \$
Semilla híbrido 1	Sobres	6	65,5	393	300	693
Semilla híbrido 2	Sobres	6	62	372	300	672
Semilla híbrido 3	Sobres	6	58	348	300	648
Instalación riego por goteo solar	Jornales	20	15	300		

Además, para el análisis de los costos de producción de una hectárea de pimiento con instalación de riego por goteo presurizado tal como lo presenta la Tabla 5, se incurre en el pago de los materiales e instalación del riego y semillas de híbridos utilizados en el experimento, considerándose una inversión significativa para 5 años de vida útil, la instalación más costosa corresponde al híbrido Nathalie con \$781 correspondiente al tratamiento 1. Ese riego generó una mayor relación beneficio / costo con el híbrido Zapata, similares a los que presentó Benavides

et al. (2017) en cultivos de lechuga y brócoli. En los resultados obtenidos se considera menor consumo de agua para la producción en el híbrido Zapata, pues al tener un consumo de 1,29 m³.ha⁻¹ se produce con reducción del consumo de agua, lo cual favorece la producción con base en criterios de sostenibilidad de recursos hídricos. Esto es consecuente con el uso sostenible del recurso hídrico establecido en el Foro Económico Mundial del 2015, el mismo que es primordial en sistemas de producción que contribuyan a subsanar la crisis de abastecimiento de agua (Soares 2021).

Tabla 5. Costos de producción de una hectárea de pimiento por trasplante- riego presurizado.

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario \$	Subtotal \$	Materiales para riego por goteo presurizado*	Valor total \$
Semilla híbrido 1	Sobres	6	65,5	393	388	781
Semilla híbrido 2	Sobres	6	62	372	388	760
Semilla híbrido 3	Sobres	6	58	348	388	736
Riegos (alquiler de bomba)	Alquiler	8	10	80	388	
Aplicación	Jornales	20	15	300	388	
Materiales para riego por goteo presurizado	Materiales incluida instalación	1 ha	1560	1560	388	

*El total de este riego se amortizó para 5 años, según lo recomendado por Senninger irrigation.

De acuerdo con los rendimientos que se obtuvieron (Tabla 6) se observa que el costo total más elevado corresponde al tratamiento 4 (H1R2) con un valor de \$ 2578,6; y el costo total más bajo estimado es del tratamiento 3 (H3R1) de \$2445,6; El rendimiento promedio en kg, se

dedujo el 10% del peso se asume que los rendimientos experimentales son superiores a los rendimientos comerciales; el precio referencial según el mercado de la ciudad de Guayaquil fue de \$0,32 por kg.

Tabla 6. Análisis económico mediante la relación beneficio – costo del comportamiento agronómico de 3 híbridos de pimiento (*Capsicum annum* L), sembrado bajo 2 tipos de riego.

Componentes	Tratamientos					
	T1(H1R1)	T2(H2R1)	T3(H3R1)	T4(H1R2)	T5(H2R2)	T6(H3R2)
Costos variables (costos de los tratamientos)	693	672	648	751	760	736
Costo de producción sin tratamientos	1797,6	1797,6	1797,6	1797,6	1797,6	1797,6
Costo total	2490,6	2469,6	2445,6	2548,6	2557,6	2533,6
Productividad total (kg.ha ⁻¹)	17980	18520	19120	25090	25510	26200
Productividad media ajustado (kg.ha ⁻¹)	16182	16668	17208	22581	22959	23580
Beneficio total	5178,24	5333,76	5506,56	7225,92	7346,88	7545,6
Beneficio neto	2687,64	2864,16	3060,96	4677,32	4789,28	5012
Relación Beneficio/Costo	0,08	0,16	0,25	0,84	0,87	0,98

El tratamiento 6 (H3R2) logra un mayor beneficio neto de \$5012 y por lo tanto una mayor relación beneficio costo de 0,98%, inferior al que indica León *et al.* (2019) de \$8333,90 con el uso de riego por goteo, con línea de riego en cada parcela demostrativa con goteos separados a 0,3 m.

CONCLUSIONES

El tratamiento óptimo en la producción de pimiento mediante el riego presurizado, fue el tratamiento 6 con la aplicación del híbrido Zapata, que presentó mejores resultados en costos de producción así como la relación de productividad kg.ha⁻¹ y el mayor rendimiento beneficio /costo. Asimismo, en la aplicación del riego por goteo solar el tratamiento 3 reportó el mejor beneficio con el uso del mismo híbrido.

Con el rendimiento obtenido, se recomienda el uso del riego por goteo presurizado que

permite alcanzar una mayor cantidad y diámetro en frutos de hortalizas; sin embargo, en el caso de pequeños y medianos productores agrícolas que no tienen la capacidad de inversión que se requiere en el sistema de goteo presurizado, podrían aplicar el riego por goteo solar, que genera una relación de beneficio superior al de los costos, aspecto que optimiza el uso del agua.

LITERATURA CITADA

- Alemán, R; Dominguez, J; Rodríguez, Y; Soria, S; Torres, R; Vargas, J; Medina, C; Alba, J. 2018. Indicadores morfofisiológicos y productivos del pimiento sembrado en invernadero y a campo abierto en las condiciones de la Amazonía ecuatoriana. *Revista Centro Agrícola* 45(1):14-23.
- Apaza, G; López, C. 2016. Evaluación de la uniformidad de un sistema presurizado de riego por goteo para cultivo de zonas alto – andinas de Bolivia. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales* 3(1):7-17.

- Benavides, O; Barraza, F; Navia, J. 2017. Efecto del riego por goteo y exudación de hortalizas en clima frío. *Revista de Ciencias Agrícolas* 34(1):108-116.
- Bernaola, R; Pimienta, E; Gutiérrez, P; Ordaz, V; Alejo, G; Salcedo, E. 2015. Efecto del volumen del contenedor en la calidad y supervivencia de *Pinus hartwegii Lindl* en sistema doble-trasplante. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 6 (28):174-187.
- Burgos, S. 2020. Evaluación de lixiviado de *Hermetia illucens L* en el rendimiento de pimiento (*Capsicum annuum L*) con fertirriego en vivero. Tesis de Ingeniería en Agronomía. Guayaquil, Ecuador, Universidad Agraria del Ecuador. 102 p.
- Chuquitarcó, V; Raura, J; Gavilánez, T; Luna, R. 2021. Experiencias productivas con pimiento (*Capsicum annuum L*) con abonos orgánicos en el subtrópico del Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* 5 (2):4311-4321.
- Cordero, M. 2021. Determinación de la eficiencia de la técnica de riego solar en la producción de lechuga (*Lactuca sativa*) en agricultura urbana. Tesis de Ingeniería en Agronomía. Ambato, Ecuador, Universidad Técnica de Ambato. 57 p.
- Díaz, I. 2019. Los pimientos vinieron de América y conquistaron el mundo. *Revista Cultura alimentaria* 88(3):87-89.
- Díaz, A; Alvarado, M; Ortiz, F; Grageda, O. 2013. Nutrición de la planta y calidad de fruto de pimiento asociado con micorriza arbuscular en invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 4(2):315-321.
- Flores, M; Sánchez, E; Soto, J. 2018. Influencia del portainjerto “Terrano” sobre la acumulación de elementos orgánicos y calidad de pimiento morrón. *Agronomía Mesoamericana* 29(2):403-413.
- Frutas Hortalizas. s.f. Pimiento, *Cansicum annuum, Solanaceae* (en línea). Madrid, España. 2 p. Consultado 25 set. 2021. Disponible en <https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Origen-produccion-Pimiento.html>
- Gabriel, J; Delvalle, J; Padilla, J; Pincay, N; Ayón, F; Narváez, W; González, A. 2020. Innovaciones en la matriz productiva hortícola para reducir el efecto del cambio climático en Puerto la Boca, Jipijapa, Ecuador. *Revista Journal of the Selva Andina Research Society* 11(1):2-17.
- Gómez, A; Rojas, H; Vallejo, F; Estrada, E. 2010. Determinación del requerimiento hídrico del pimentón en el municipio de Candelaria, departamento del Valle del Cauca. *Acta Agronómica* 59(4):442-448.
- Guato, M; Dorbronski, J. 2017. Evaluación del rendimiento de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annuum L.*) a las condiciones agroclimáticas de la comunidad la clementina, parroquia Pelileo, cantón Pelileo, provincia de Tungurahua. Tesis de Ingeniería en Agronomía. Ambato, Ecuador, Universidad Técnica. 87 p.
- Gutiérrez, J. 2019. Diseño de parcelas divididas. Zumpango, Toluca, México, Universidad Autónoma del Estado de México. 36 p.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 2020. Encuesta de superficie y producción agropecuaria Continua (Espac) (en línea). Quito, Ecuador. 1 p. Consultado 09 set. 2021. Disponible en <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Jiménez, M; González, L; Suárez, M; Paz, I; Oliva, A; Falcón, A. 2018. Respuesta agronómica del pimiento California Wonder a la aplicación de Quitomax. *Revista Centro Agrícola* 45(2):40-46.
- León, A; Arzube, M; Orrala, N; Drouet, A. 2019. Efecto del riego deficitario controlado en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum L.*) utilizando la tina de evaporación clase A, en Río Verde, Santa Elena, Ecuador. *Revista Journal of the Selva Andina Research* 5(1):114-124.
- Lindao, M; Ayerve, G. 2018. Elaboración de papel comestible a base de pimiento y nuevas propuestas gastronómicas. Tesis Lic. Guayaquil, Ecuador, Universidad de Guayaquil. 103 p.
- Macías, A. 2010. Competitividad de México en el mercado de frutas y hortalizas de Estados Unidos de América. *Revista Agroalimentaria* 16(31):31-48.
- Mantilla, R. 2018. Determinación de metales pesados y pérdidas poscosecha en dos hortalizas de consumo directo pimiento (*Capsicum annuum*) y cebolla (*Allium cepa*). Tesis de Ingeniería en Agronomía. Quito, Ecuador, Universidad Central del Ecuador. 104 p.
- Marcalla, F. 2020. Distribución de solanáceas cultivables en el Ecuador para mejorar la vigilancia fitosanitaria de plagas y enfermedades. Tesis de Ingeniería en Agronomía. Latacunga, Ecuador, Universidad Técnica de Cotopaxi. 58 p.
- Márquez, C; Castro, J. 2015. Uso del Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno y Relación Beneficio-Costo en la Evaluación Financiera de un Programa de Vacunación de Fiebre Aftosa. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias* 56(1):52-57.
- Mendoza, M; García, R. 2020. Incidencia de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y producción del pimiento (*Capsicum Annun*). Tesis de Ingeniería en Agronomía. Machala, Ecuador, Universidad Técnica de Machala. 74 p.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP). s. f. Agricultores de Salcedo cosechan 90 quintales de pimiento, cultivados bajo invernadero (en línea). Quito, Ecuador. 1 p. Consultado 12 set. 2021. Disponible en <https://www.agricultura.gob.ec/agricultores-de-salcedo-cosechan-90-quintales-de-pimiento-cultivados-bajo-invernadero/>

- Monge, P. 2015. Efecto de la poda y la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del pimiento cuadrado (*Capsicum annuum L.*) cultivado bajo invernadero en Costa Rica. Revista Tecnología en Marcha 29(2):125-136.
- Moreno, E; Mora, R; Sánchez, F; García, V. 2011. Fenología y rendimiento de híbridos de pimiento Morrón (*Capsicum annuum L.*) cultivados en hidroponía. Revista Chapingo Serie Horticultura 17(2):5-18.
- Olivo, J. 2017. Efectos de programas de fertilización balanceada con la aplicación complementaria de Calcio y Boro foliar, en el rendimiento de cultivo de pimiento". Tesis de Ingeniería en Agronomía. Babahoyo, Ecuador, Universidad Técnica de Babahoyo. 65 p.
- Orús, A. 2020. Producciones de pimientos frescos en el mundo 2012-2019 (en línea). España. 2 p. Consultado 10 oct. 2021. Disponible en <https://es.statista.com/estadisticas/529468/producciones-de-pimientos-frescos-en-el-mundo/>
- Quezada, D; Salazar, J; Vargas, A. 2019. Análisis del efecto de la condición de escritura utilizando el adverbio especialmente como partícula focalizadora en el tiempo promedio de segunda lectura. Serengeti, Revista de Estadística 1(32):9-18.
- Quiñonez, J; Tandazo, J; Arias, J. 2020. Producción de pimiento (*Capsicum annuum L.*) mediante la aplicación de abonos orgánicos. Revista Ciencia e Investigación 5(3):42-48.
- Reséndiz, R; Moreno, E; Sánchez, F; Rodríguez, J; Peña, A. 2010. Variedades de pimiento Morrón manejadas con despunte temprano en dos densidades de población. Chapingo. Revista Serie horticultura 16(3):223-229.
- Reyes, J; Rivero, M; Solórzano, A; Carballo, F; Lucero, G; Ruiz, F. 2021. Aplicación de ácidos húmicos, quitosano y hongos micorrízicos como influyen en el crecimiento y desarrollo de pimiento. Terra Latinoamericana 39:1-13.
- Sánchez, F; Moreno, E; Reséndiz, R; Colinas, M; Rodríguez, J. 2017. Producción de pimiento Morrón (*Capsicum annuum L.*) en ciclos cortos. Revista Agrociencia 51(4):437-446.
- Saraguay, S; Martillo, J. 2021. Densidad de siembra y aplicación foliar en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum L.*) bajo dos sistemas de tutorio. Milagro, Ecuador, Universidad Agraria del Ecuador. 72 p.
- Soares, D. 2021. Ecología política y gestión del agua en territorios rurales. Berghahn Journals 11(3):80-101.
- Vaca, J; Basantes, T. 2021. Producción y comercialización del pimiento Morrón (*Capsicum annuum var. annum*) en la provincia de Imbabura". Ibarra, Ecuador, Pontificia Universidad Técnica del Norte, Ingeniera en Agronegocios Avalúos y Catastros. 158 p.
- Velasco, G; Sánchez, I. 2015. Los costos como medio de proyección de hortalizas con producción orgánica de pimiento, nabo y acelga en la finca La María, año 2014. Quevedo, Ecuador, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 87 p.

