



Respuesta agronómica del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L) a dos condiciones de riego

Agronomic response of the pepper (*Capsicum annuum* L) crop to two irrigation conditions

Mónica Munzón^{1, *}; Bertha Holguín²; Gloria Chávez²

¹ Universidad Agraria del Ecuador, 091601, El Triunfo, Ecuador.

² Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Agraria del Ecuador. Ciudadela Aníbal Zea 1 El Triunfo, Guayas, Ecuador.

ORCID de los autores

M. Munzón: <https://orcid.org/0000-0002-4036-5632>

B. Holguín: <https://orcid.org/0000-0002-0082-1066>

G. Chávez: <https://orcid.org/0000-0002-7767-7250>

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el crecimiento y desarrollo de tres híbridos del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L), a dos condiciones de riego. Actualmente la siembra de pimiento bajo riego por goteo presurizado utiliza criterios técnicos y de un costo inicial alto, dándose énfasis al uso actualmente del riego por goteo solar kondenskompressor, haciendo uso técnicas convencionales, como es el reciclaje de botellas plásticas PET, aprovechando la destilación solar y que sirven como fuente de agua para las plantas. Así como cuantificar el rendimiento, determinar la optimización del recurso agua y realizar un análisis económico. El diseño experimental fue Parcelas Divididas con Arreglo Factorial A x B, con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Se evaluó la altura de la planta a los 30, 60 días; Número de frutos por planta; Diámetro, longitud y peso del fruto; Rendimiento por hectárea; Volumen de agua consumida durante el ciclo vegetativo del cultivo; Relación beneficio – costo (USD/kg/ha/año). El Tratamiento 6 (H3R2) en todos los análisis de la varianza resultó ser el de mayor promedio de resultados agronómicos, con un rendimiento con 26.200 kg por ha. En el análisis económico el Tratamiento 6 se ubica en el mejor RBC con 0,98.

Palabras clave: riego por goteo presurizado; híbrido de pimiento; kondenskompressor; destilación solar; optimización.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the growth and development of three hybrids of the pepper crop (*Capsicum annuum* L), under two irrigation conditions. Currently, pepper planting under pressurized drip irrigation uses technical criteria and a high initial cost, emphasizing the current use of kondenskompressor solar drip irrigation, using conventional techniques, such as the recycling of PET plastic bottles, taking advantage of solar distillation. and that serve as a source of water for plants. As well as quantify the performance, determine the optimization of the water resource, and carry out an economic analysis. The experimental design was Divided Plots with Factorial Arrangement A x B, with six treatments and four repetitions. Plant height was evaluated at 30, 60 days; Number of fruits per plant; Diameter, length and weight of the fruit; Yield per hectare; Volume of water consumed during the vegetative cycle of the crop; Benefit-cost ratio (USD/kg/ha/year). Treatment 6 (H3R2) in all the analyzes of variance turned out to be the one with the highest average of agronomic results, with a yield.

Keywords: pressurized drip irrigation; pepper hybrid; kondenskompressor; solar distillation; optimization.

1. Introducción

El mayor productor mundial de pimienta del mundo es China. Le siguen México, Turquía, Indonesia, India y España, el máximo productor europeo. El comercio de este producto está geográficamente limitado, por ser perecedero y por el costo del transporte, México tiene el mercado de Estados Unidos y Canadá; y en Europa hay competencia asiática y porque los máximos competidores, son Holanda y Marruecos. España produce 1.250.000 toneladas y exporta casi un millón, la cuarta parte va a Alemania, Francia, Países Bajos, Reino Unido, Italia y Polonia. Crece la demanda por el aumento de la dieta vegana y vegetariana (Díaz, 2019).

En Ecuador la producción de pimienta (*Capsicum annum* L) representa un rubro importante en el sector agrícola se cultiva tanto en la costa como en los valles interandinos (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2020).

La comercialización del pimienta en Ecuador va en aumento y genera importancia económica porque se cultiva en todas las regiones por pequeños y medianos productores tanto en campo abierto, como en invernadero, sin embargo, los pocos conocimientos y mal manejo causan bajos rendimientos de 3649,5 kg ha, en comparación con otros países como Chile y Paraguay que tienen mayor producción de 7 7217,8 kg ha, y 7 1039,3 kg ha, respectivamente (Rivera et al., 2021). Los productores enfrentan problemas en la comercialización por la oferta o por la demanda, las vías para llegar al consumidor. Lo que ha reducido la superficie de siembra o abandonan la producción, causando problemas económicos al no tener un proceso continuo para mantener el mercado, la producción. El manejo postcosecha, es muy importante para preservarlo (Cañarte, Vera, & Ayón, 2018).

La principal característica del agua es la escasez de agua y la intensa competencia que existe por un uso con otros sectores de la economía como servicios, industria y urbano. La agricultura utiliza más del 70% de agua dulce disponible por lo que la necesidad de incrementar la eficiencia del uso del agua ha propiciado la búsqueda de mejores tecnologías en el riego (Ormaza & Rosado, 2018). El riego es un componente en el desarrollo de la agricultura que proporciona un equilibrio en la producción, en ese sentido la productividad de un cultivo se relaciona directamente con la cantidad de riego que recibe, por consiguiente, necesita ser tan uniformemente posible porque ese porcentaje

representa el agua utilizada en el uso consuntivo del agua aplicada (Laura & López, 2017).

La nueva tecnología de riego ha logrado llegar a zonas áridas con baja pluviometría. La aplicación de agua de riego es prioritaria para alcanzar grandes rendimientos en los cultivos, la programación del riego se hace en función de reponer la humedad del suelo antes de llegar al agotamiento crítico, es eficiente y no disminuye la producción del cultivo de pimienta (León et al., 2020).

El riego deficitario puede aplicar una menor cantidad de agua de la planta necesita en una etapa fenológica del cultivo. Aunque se debe considerar que al disminuir el régimen de riego se puede alterar negativamente el desarrollo vegetativo y productivo, ya que afecta directamente la capacidad de la planta para capturar los recursos necesarios para la fotosíntesis y la eficiencia con la que convierten los recursos físicos en material biológico (Rivera et al, 2020).

El riego por goteo resulta ideal para el cultivo de pimienta, ya que su aplicación es moderada y constante en todas las fases del cultivo, a pesar de que soportan bien una falta puntual de agua. El riego por aspersión, no se recomienda, porque mojando las hojas y frutos se favorece el desarrollo de hongos. El cultivo del pimienta se considera entre sensible y muy sensible al estrés hídrico, tanto por exceso como por defecto de humedad. Junto con el abonado nitrogenado, el riego es el factor que más condiciona el crecimiento, desarrollo y productividad de este cultivo. Un aporte de agua irregular, en exceso o en defecto, puede provocar la caída de flores y frutos recién cuajados y la aparición de necrosis apical, siendo aconsejables los riegos poco copiosos y frecuentes (Nuñez, 2017).

El método Kondenskompressor o también conocido como riego solar permite la destilación de aguas salobres, utilizando exclusivamente energía solar imitando el ciclo natural del agua en una escala reducida. Para la elaboración de esta técnica se pueden emplear botellas plásticas transparentes desechadas. Rebajando costos de fabricación y mantenimiento. Haciendo uso de este método el crecimiento de los cultivos empleara solamente la cantidad de agua necesaria evitando que agua no aprovechada se evapore. Empleando este método para cosechas en mínima escala como en agricultura urbana disminuyendo la cantidad que se utiliza en los sistemas de riego habituales (Cordero, 2021).

Con el uso del kondenskompressor o también conocido como riego por condensación se podrá evaluar que con la energía solar se produce un efecto invernadero, pudiendo darse un ciclo del agua en pequeña escala, para poder aprovechar una cantidad adecuada de agua, evitando que se evapore aquella porción de agua que no es aprovechada. Otra ventaja también es importante mencionar es que se puede evitar las pérdidas de agua y nutrientes por lixiviación, reduciendo de esta manera el estrés de las plantas durante el trasplante ya que se disminuye la presencia de enfermedades y por ende aumenta la cantidad de plantas que sobreviven, porque no se contamina el suelo, las plantas o incluso el agua (Ocaña, 2020).

Esta investigación evalúa la respuesta agronómica del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L), que permitió determinar el crecimiento y desarrollo de tres híbridos bajo dos sistemas de riego.

2. Material y métodos

La investigación se llevó a cabo en la Hacienda El Vainillo de propiedad de la Universidad Agraria del Ecuador, en las coordenadas geográficas 2°20'35.8"S 79°31'58.3"W, y ubicada en el cantón El Triunfo, al suroeste de la provincia del Guayas. Ubicada a 61 km. de la capital de la provincia: Guayaquil. Asentada a 10 metros sobre el nivel del mar.

Tratamientos en estudio

En los tratamientos aplicados a este ensayo se incluyeron como variable independiente el efecto de los dos sistemas de riego en el comportamiento agronómico de los tres híbridos de pimiento, mientras que como variable dependiente la respuesta el crecimiento y desarrollo de los tres híbridos frente a los dos sistemas de riego (Tabla 1).

Diseño experimental

Se utilizó el Diseño de Parcelas Divididas con Arreglo Factorial A x B, con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Para el procesamiento de la información se utilizó el programa estadístico INFOSTAT. Se realizó el Análisis de Varianza (ADEVA) 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%.

Los factores a estudiar fueron los siguientes:

Factor A (Hibrido): A1: Híbrido Nathalie; A2: Híbrido Martha R A3: Híbrido Zapata

Factor B (riego): B1: Riego por goteo solar (La tasa de evaporación del kondenskompressor estaba en función del ciclo vegetativo y la demanda evaporativa) B2: Riego por goteo presurizado (Lámina de agua disponible a una profundidad radicular efectiva).

Tabla 1

Tratamientos para estudio de dos tipos de riego en tres híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L)

Nº	Tratamientos	Descripción
1	T1 H1 R1	Pimiento Nathalie + Riego por goteo solar
2	T2 H2 R1	Pimiento Martha R + Riego por goteo solar
3	T3 H3 R1	Pimiento Zapata + Riego por goteo solar
4	T4 H1 R2	Pimiento Nathalie + Riego por goteo presurizado
5	T5 H2 R2	Pimiento Martha R + Riego por goteo presurizado
6	T6 H3 R2	Pimiento Zapata + Riego por goteo presurizado

Delineamiento del ensayo

La distribución de los tratamientos en el ensayo se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2

Delineamiento del ensayo para estudio de dos tipos de riego en tres híbridos de pimiento *Capsicum annuum* L

Unidades en el experimento	Detalle
Numero de tratamientos:	6
Número de repeticiones:	4
Número de unidades experimentales:	24
Total de plantas:	1440
Distancia entre unidades experimentales:	1,0 m
Distancia entre repeticiones:	2 m
Área de unidad experimental:	30 m ² (6 m x 5 m)
Plantas por unidad experimental:	60
Plantas a evaluar por repetición:	10
Área total del experimento:	1036 m ² (74 m x 14 m)

Datos de clima y de suelo

Se tabuló la información de las variables climáticas de la Estación meteorológica INGENIO AZTRA LA TRONCAL, contenida en los anuarios del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) en el periodo comprendido desde 2000 hasta el 2018. Donde podemos observar que la precipitación anual es de 1799 mm, una temperatura máxima de 29,11 °C, la temperatura mínima es de 22,61 °C, una evaporación de 67,54 mensual, y una humedad relativa de 87,23%.

Para fines de la investigación por ser el suelo de una textura Franco-arcillo-limoso se trabajó para fines de cálculo los valores de Capacidad de campo 22% y el Punto de Marchitez permanente en 8%.

Datos del cultivo: Se utilizaron 3 híbridos de pimiento (Nathalie, Martha R y Zapata). Para el caso del cultivo de pimiento entre la etapa I hasta la etapa IV la duración de las etapas de crecimiento está considerado en unos 125 días, considerando para la etapa I de 25 días, la etapa II 35 días, etapa III 40 días y finalmente la etapa IV 20 días. En cuantos a los valores del

Coefficiente de cultivo -Kc- en el cultivo de pimiento en la etapa inicial es 0,35, etapa de desarrollo 0,70, etapa media 1,05 y etapa de maduración 0,90, que son los valores que se consideraron para los cálculos respectivo de la Evapotranspiración.

Evapotranspiración de referencia (Eto)

Para el cálculo de la Eto se hizo uso del software Cropwat 8.0 de la FAO, para el cual se necesitaron los datos climáticos de la Estación Meteorológica más cercana, que este caso fue Estación Aztra La Troncal, en donde se hizo una recopilación, registro y análisis de la información con un registro histórico de (20 años), basándose en la fórmula de Penman Monteith se obtuvo la evapotranspiración del lugar de estudio, siendo el mes de abril, en donde se registra el Eto más alto 3,18 mm/día, tal como se observa en la Imagen 1. y para el cálculo del diseño agronómico del sistema de riego presurizado se utilizó el software TLALOC V 1.0 diseñado por el Ing. Marco Veintimilla Calva, graduado de la Universidad Agraria del Ecuador de la Facultad Ciencias Agrarias, tal como se observa en la [Tabla 3](#).

Tabla 3

Cálculo del Eto según CROPWT 8.0 FAO

ETo Penman-Monteith Mensual - untitled								
País		ECUADOR		Estación				INGENIO LA TRONCAL
Altitud	89	m.	Latitud	2.00	°S	Longitud	79.00	°W
Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo	
	°C	°C	%	m/s	horas	MJ/m ² /día	mm/día	
Enero	22.9	29.3	87	1.7	1.5	11.5	2.90	
Febrero	21	29.6	86	1.5	2.0	12.6	3.09	
Marzo	23.5	30.6	85	1.8	3.0	14.2	3.09	
Abril	23.5	30.7	85	1.6	3.0	13.6	3.18	
Mayo	23.2	29.5	86	1.5	2.0	11.4	2.68	
Junio	22.4	28.4	86	1.7	2.0	10.9	2.55	
Julio	21.6	27.9	85	1.9	2.0	11.1	2.60	
Agosto	21.0	28.0	83	2.0	2.0	11.8	2.81	
Septiembre	21.2	28.5	84	2.3	1.0	10.8	2.76	
Octubre	21.0	27.5	85	1.0	1.0	11.0	2.48	
Noviembre	21.3	28.1	84	2.0	1.0	10.8	2.64	
Diciembre	22.4	29.4	82	1.8	2.0	12.1	2.95	
Promedio	20.5	29.0	85	1.7	1.9	11.8	2.81	

Entre los cálculos realizados en el diseño agronómico, se extrajo la siguiente información básica: 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; Diámetro del bulbo húmedo = 0,71 m; 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 Has/turno; Dosis de riego bruta por turno = 0,360 m³ ; Caudal requerido = 0,258 m³/hora; Volumen bruto por ciclo de riego = 5,76 m³/ciclo; Caudal específico Qe = 4,98 m³/ha/hora; Caudal específico Qe l/s = 4,98 x 0,2777 = 1,38 l/s.

Instalación de sistema de riego presurizado

Con los valores obtenidos se obtuvo los materiales adecuados para proceder a la instalación del sistema de riego por goteo, en donde se diseñó el sistema donde se ubicaron cuatro repeticiones de cada cinta operados independientemente, usando como criterios las distancias de laterales. Cada sistema manejado con la distancia de laterales, tenía una tubería principal PVC E/C 50 mm X 0.8 mpa de 74,00 m de largo y 7,00 m de ancho, la cual abastecía directamente a los laterales de riego los cuales tenían una longitud de 6 m c/u, y una distancia de 1 metro entre cada lateral. Se dividió la tubería principal en tres secciones con su respectiva válvula, colocándose un gotero de 4 l/h por cada planta trasplantada a 0.50 metros de distancia.

Establecimiento del riego de sistema de riego por goteo solar

Posteriormente para el cálculo de la lámina de riego en el sistema de riego por goteo solar, se procede a la colocación de los Komdenskompresores.

Instalación

Previamente a la siembra efectuada el 14 de agosto 2019, se realizó 4 días antes la inundación del área destinada para la investigación (12 parcelas con riego por goteo solar), efectuando se la colocada del sistema kondenskompresor al pie de cada planta de pimiento. Para cada punto de

siembra e instalación de este sistema se procedió de la siguiente manera:

Se llevó unas botellas de plástico PVC cortadas con una capacidad de 250 cc. Se hizo un pequeño hoyo cerca de la planta de pimiento, donde se vacía el agua en la botella. Esto es muy importante para que se pueda formar una columna de agua y se facilite el trabajo de instalación.

Como cúpula de los kondenskompresores se usaron botellas de plástico PVC de 6 litros. Se recomienda fijar con tierra y colocar paja seca alrededor de la cúpula que al secarse lo sellara para que se realice el proceso de evaporación (Figura 1).



Figura 1. Instalación del experimento.

3. Resultados y discusión

Altura de la planta a los 30 y 60 días después del trasplante

Al comparar las medias obtenidas a los 30 días de los tratamientos, que se expresan en el Cuadro 3, se observa que el T6 H3R2 presento un valor de 35,00 cm siendo la mejor frente al T2 H2R1 que presento medias de 26,25 cm, con un coeficiente de variación es de 3,41%.

En la variable Altura de planta a los 30 días después del trasplante, el análisis estadístico muestras diferencia significativa entre los tratamientos, por lo que es necesaria la aplicación de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, ya que observaron 5 rangos de significancia, donde el T6(H3R2) es el que obtiene mayor altura de la planta (Tabla 4) con un promedio de 35 cm; el T5(H2R2) tiene 34,50 cm; el T4(H1R2) tiene 32,50 cm, lo que difiere con los resultados obtenidos por (Vásquez, 2016) cuyos trabajo de investigación con los Híbridos 'Nathalie' y 'Salvador' las plantas de mayor altura fue de 46,67cm y 46,58 cm, en su orden, siendo iguales estadísticamente.

No obstante, existen estudios donde se plantea que la media general 63,35 cm y el coeficiente de variación de 2,43%; lo que muestra el grado de dependencia de los resultados en función de los tratamientos como son cinco láminas de riego, las mismas que se determinaron mediante la tasa de evapotranspiración, medida en la tina evaporímetro clase A (Castillo & León Angel, 2018)

VARIABLES DE CALIDAD: Número, Diámetro, Longitud y Peso de frutos (3 cosechas)

Al comparar las medias obtenidas de los tratamientos en el número de frutos, que se expresan en la Tabla 5, se observa que el T5 H2R2 y T6 H3R2 presento un valor de 11,75 respectivamente, siendo la mejor frente al T1 H1R1 que presento medias de 9,50 con un coeficiente de variación es de 7,92%. En lo referente al Diámetro de los frutos el T6(H3R2) es el que obtiene mayor promedio de 6,45 cm, en comparación del T1(H1R1) tiene 4,22 cm, en la relación riego híbrido con un coeficiente de variación es de 3,83%.

Con respecto a la longitud de frutos el T6(H3R2) es el que obtiene mayor promedio de 13 cm, con respecto al T2(H2R1) tiene 9,50 cm, en la relación riego híbrido; con un coeficiente de variación de

6,97%. Así mismo al comparar las medias obtenidas el T4(H1R2) tuvo el mayor peso promedio de 111,75 gramos con respecto del T2(H2R1) con 94 gramos, en relación riego híbrido, con un coeficiente de variación es de 4,98%.

El T6(H3R2) es el que obtiene mayor diámetro del fruto con un promedio de 6,45 cm, el T5(H2R2) tiene 6,13 cm, el T4(H1R2) tiene 6,05 cm, el T3(H3R1) 4,7 cm, el T2(H2R1) tiene 4,38 cm, el T1(H1R1) tiene 4,22 cm, en la relación riego híbrido; y el riego con mayor diámetro es el R2(goteo presurizado) con 6,21 cm lo que concuerda con la investigación sobre el híbrido 'Nathalie' que logro los frutos de mayor diámetro 5.64cm seguido de 'Salvador' con 5.45cm, sin diferir estadísticamente; El análisis de varianza detectó alta significancia estadística para híbridos y densidades poblacionales; siendo el coeficiente de variación 3.76% según estudios realizados por (Vásquez, 2016). Los resultados de la variable peso de los frutos respaldan el hecho (Matute & Herrera, 2016) ya que se registra que el mayor peso es de 112,00 gramos con la aplicación de láminas de agua de riego por goteo lo que concuerda con los resultados de la investigación, en donde el T4 (H1R2) tuvo el mayor peso promedio de 111,75 gramos.

Tabla 4

Altura de la planta a los 30 y 60 días después del trasplante

Tratamientos	Altura de la planta a los 30 días	Altura de la planta a los 60 días
T1H1R1: Pimiento Nathalie + Riego por goteo solar	27,00 cd	62,50 c
T2H2R1: Pimiento Martha R + Riego por goteo solar	26,25 d	64,00 bc
T3H3R1: Pimiento Zapata + Riego por goteo solar	29,00 c	64,50 bc
T4H1R2: Pimiento Nathalie + Riego por goteo presurizado	32,50 b	70,00 bc
T5H2R2: Pimiento Martha R + Riego por goteo presurizado	34,50 ab	73,25 ab
T6H3R2: Pimiento Zapata + Riego por goteo presurizado	35,00 a	76,00 a
Coefficiente de variación	3,41%	6,24%

(*) Las medias con la misma letra no presentan diferencias significativas.

Tabla 5

VARIABLES DE CALIDAD DE LOS FRUTOS

Tratamientos	Número de frutos	Diámetro de frutos	Longitud de frutos	Peso de frutos
T1H1R1	9,50 b	4,22 b	10,00 bc	94,50 c
T2H2R1	9,75 b	4,38 b	9,50 c	94,00 c
T3H3R1	9,75 b	4,70 b	10,25 bc	98,00 bc
T4H1R2	11,25 ab	6,05 a	12,75 a	111,75 a
T5H2R2	11,75 a	6,13 a	11,75 ab	108,50 ab
T6H3R2	11,75 a	6,45 a	13,00 a	111,50 a
Coefficiente de variación	7,92%	3,83%	6,97%	4,98%

(*) Las medias con la misma letra no presentan diferencias significativas.

Rendimiento

Al comparar las medias de los tratamientos (Tabla 6) se observa que el T6 H3R2 presentó un valor de 26.200,00 kg, siendo la mejor frente al T1 H1R1 que presentó medias de 17.980,00 kg con un coeficiente de variación es de 8,62%.

Se realizó la cosecha a los 65, 85 y 112 días, se pesó los frutos de los 24 tratamientos y se obtuvo un promedio por tratamiento que se expresó en kg, el análisis de varianza, del rendimiento en kilogramos con un coeficiente de variación de 8,62%, expresa que las medias son estadísticamente diferentes por lo cual se realizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad: En el rendimiento agrícola del pimiento (Tabla 6), sobresalen los tratamientos con riego por goteo presurizado como el T6(H3R2) tiene una media de 26.200 kg, el T5(H2R2) con 25.510 kg, el T4(H1R2) con 25.090 kg, el T3(H3R1) tiene 19.120 kg; el T2(H2R1) 18.520 kg y el T1(H1R1) con 15.520 kg, en la relación riego híbrido, coincidiendo la producción con la literatura (León et al., 2020).

Análisis económico – Relación

Beneficio/Costo

Se puede observar en la Tabla 7 el análisis económico mediante la relación costo-beneficio del comportamiento agronómico de tres híbridos de pimientos (*Capsicum annuum* L), sembrado

bajo dos tipos de riego, indicando algunos componentes.

El tratamiento 6 (H3R2) logra un mayor beneficio neto de \$5012, y por lo tanto un mayor RBC de 0,98 % lo que indica que por cada dólar de inversión se obtiene 0,98 dólares de utilidad, siendo el tratamiento 1 con una RBC de 0,08%, lo que no concuerda en un trabajo de investigación con (Chiriboga, 2019) en donde menciona que el análisis económico cada saco de 20 kg de pimiento fue comercializado a 15 dólares, la variedad que presentó mayor beneficio/costo fue 14PE9581 (T2) con 2,48 dólares es decir que recupero el dólar invertido y se obtuvo \$ 1,48 de ganancia.

Resultados de la evaporación dentro del depósito del kondenskompressor

De los resultados obtenidos para la tasa de evaporación o consumo acumulado del depósito del kondenskompressor. Se tiene que, desde el 21 de agosto, al 11 de diciembre del 2019 el consumo de agua del depósito (Tabla 8).

Como podemos observar en la Tabla 8 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, dando una evaporación de agua total de 227,51 ml o su equivalente 227,51 cm³.

Tabla 6

Rendimiento

Tratamientos	Rendimiento	Significancia (*)
T1H1R1: Pimiento Nathalie + Riego por goteo solar	17980,00	b
T2H2R1: Pimiento Martha R + Riego por goteo solar	18520,00	b
T3H3R1: Pimiento Zapata + Riego por goteo solar	19120,00	b
T4H1R2: Pimiento Nathalie + Riego por goteo presurizado	25090,00	a
T5H2R2: Pimiento Martha R + Riego por goteo presurizado	25510,00	a
T6H3R2: Pimiento Zapata + Riego por goteo presurizado	26200,00	a
Coefficiente de variación	8,62%	

(*) Las medias con la misma letra no presentan diferencias significativas.

Tabla 7

Análisis económico mediante la relación beneficio – costo del comportamiento agronómico de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L), sembrado bajo dos 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)	17980	18520	19120	25090	25510	26200
Productividad media ajustado (kg/ha)	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

* Se utiliza como unidad monetaria referencial el dólar estadounidense (USD).

Tabla 8

Resultados de la tasa de evaporación (altura ml) del depósito del kondenskompressor

Tratamiento	I etapa	II etapa	III etapa	IV etapa	Total
H1R1	21,86	29,71	24,96	14,91	76,53
H2R1	21,92	29,49	24,67	14,66	76,08
H3R1	21,89	29,15	23,86	14,61	74,90

Lo que concuerda según estudios (Laura, 2020) donde para el riego por solarización en el cultivo de haba es muy eficiente, sencillo y económico, además de muy fácil de instalar, reciclando botellas PET de 5 litros de capacidad, caracterizando una tecnología de riego óptima para la producción de cultivos bajo el régimen productivo de secano propiciando un aumento de la producción y disminuyendo la demanda de agua de riego. Podemos inferir que la principal ventaja que ofrece este sistema de riego por solarización es el bajo costo. Cuando se utiliza en áreas pequeñas, además su manejo sencillo, solo requiere que se rellene el vaso de evaporación con agua cuando esta disminuye.

4. Conclusiones

El Tratamiento 6 (H3R2) en todos los análisis de la varianza resultó ser el de mayor promedio de resultados agronómicos (altura de planta, longitud de frutos, diámetro de frutos, número de frutos, peso de frutos y rendimiento, 26.200 kg por ha).

En el análisis económico el Tratamiento 6 se ubica en el mejor RBC con 0,98%, la semilla híbrido 3 (Zapata) es el mejor en todos los resultados, tanto en los agronómicos como en el económico y el R2 (goteo presurizado) se ubica en el mejor riego en el comportamiento económico de los tres híbridos. Los costos incurridos en la implementación del sistema de riego por goteo son justificados por el ahorro de mano de obra (control de malezas, plagas, riego y fertilización).

Ahora se sabe cuánto de agua podemos aportar con los kondenskompressores, pero lamentablemente, en zonas donde las horas luz son escasas, no se podrá determinar cómo afecta al grado de humedad del suelo en el transcurso del tiempo. Es decir, sería difícil mantener la humedad necesaria para el arraigo y sobrevivencia de las plantas en los meses del ciclo de vida del cultivo.

Se recomienda realizar estudios con el sistema de riego por goteo solar. El sistema de riego solar tiene la desventaja que solo es adecuada para pequeñas áreas, donde las condiciones edafoclimáticas sean muy adversas, como zonas

áridas, en donde los regímenes pluviométricos están por debajo de los 500 mm anuales.

Referencias bibliográficas

- Cañarte, C., Vera, B., & Ayón, N. (2018). Producción y comercialización del pimiento e incidencia socioeconómica. *Revista Polo del Conocimiento*, 3(7), 242-244.
- Castillo, A., & León Angel. (2018). Efecto de varias dosis de riego en el comportamiento agronómico del pimiento (*Capsicum annuum* L.), en la granja experimental Manglaralto, cantón Santa Elena". *Revista Centrosur Agrario*, 1(2), 8.
- Chiriboga, J. (2019). Adaptación y rendimiento de ocho variedades de pimiento (*Capsicum annuum* L. en invernadero, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Cordero, M. (2021). Determinación de la eficiencia de la Técnica de Riego solar en la producción de lechuga (*Latuca sativa*) en agricultura urbana (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato/Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Díaz, I. (2019). Los pimientos vinieron de América y conquistaron el mundo. *Revista Distribución y Consumo*, 3(29), 98-99.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2020). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPA). Quito, Ecuador: INEC.
- Laura, G., & López, C. (2017). Evaluación de la uniformidad del sistema presurizado de riego por goteo. *Revista Apathapi*, 3(2), 11.
- Laura, D. (2020). Eficiencia del sistema de riego por solarización a diferentes profundidades en el cultivo de haba (*Vicia faba*) en la provincia de Acobamba (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica.
- León, A., Arzube, M., Orrala, N., & Drouet, A. (2020). 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. *Journal of Science and Research*, 5(1), 115.
- Matute, L., & Herrera, R. (2016). Incidencia en la producción del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L) con aplicación de diferentes láminas de riego por goteo en la zona de Quinsaloma 2015 (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Núñez, J. (2017). Uso de Abono orgánico en el crecimiento de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum*) (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Ocaña, B. (2020). Evaluación de riego por condensación en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) (Tesis de pregrado). Universidad Agraria del Ecuador/Facultad de Ciencias Agrarias.
- Ormaza, R., & Rosado, R. (2018). Efecto del Riego deficitario en la Etapa Inicial del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L) (Tesis de pregrado). Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
- Rivera, R., Moreira, J., Moreira, C., & Cevallos, J. (2020). Respuesta del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L) al riego deficitario en la etapa inicial y de desarrollo en un suelo franco. *Revista ESPAM CIENCIA para el agro*, 11(2), 7.
- Rivera, W., Ortiz, C., García, R., & Rodríguez, I. (2021). Influencia de la fertilización nitrogenada en diferentes etapas de desarrollo del cultivo de pimiento. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4, 51.
- Vásquez, B. (2016). Evaluar el comportamiento agronómico de los pimientos híbridos Salvador, Nathalie, King Arthur y Marcato en 4 densidades poblacionales bajo riego en la zona de Babahoyo. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agrarias. Tesis, Babahoyo.