



*Determinación del requerimiento hídrico del cultivo de lechuga (Lactuca sativa)
variedad crespa morada*

*Determination of the water requirement of the lettuce crop (Lactuca sativa)
variety crespa morada*

*Determinação da necessidade hídrica da cultura da alface (Lactuca sativa)
variedade crespa morada*

Robinson Fabrico Peña-Murillo ^I

rf.pena@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6196-4039>

Alazne Salomé Arias-Torres ^{II}

alazsalo1205@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-5243-5893>

Karina Abrajan-Tasinchana ^{III}

kabrajan8874@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0007-7055-4067>

Lady Aguagallo-Jinde ^{IV}

laguagallo6220@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-6000-5877>

Correspondencia: rf.pena@uta.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 07 de mayo de 2024 * **Aceptado:** 21 de junio de 2024 * **Publicado:** 17 de julio de 2024

- I. Ingeniero Agrónomo de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, Maestría Recursos Hídricos Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú, Candidato a PhD Recursos Hídricos en la misma Universidad, Docente Investigador de la Universidad Técnica de Ambato (UTA), Ambato, Ecuador.
- II. Magíster en Gestión Ambiental Mención en Desarrollo Sostenible de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Licenciada en Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad Central del Ecuador, Investigadora Independiente, Ambato, Ecuador.
- III. Investigador Junior de la Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- IV. Investigador Junior de la Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

Resumen

La lechuga (*Lactuca sativa*) variedad crespa morada es una hortaliza de hoja de gran relevancia en Ecuador, donde la provincia de Tungurahua es el mayor productor con 3.3t. La presente investigación tuvo como objetivo determinar los requerimientos hídricos del cultivo en la Universidad Técnica de Ambato, situado en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua; la precipitación media anual es 300mm y la temperatura de 13,6°C. Se seleccionó un área de 500 m² con textura franco-arenosa, dentro de dicha área se delimitó 150 m², con 12 plantas muestra. Se determinaron los parámetros hídricos del suelo, lamina de riego, coeficiente de cultivo (Kc) y los parámetros biométricos de las plantas. Los resultados determinaron: capacidad de campo (CC) 13,92%, punto de marchitez permanente (PMP) 6,96% , densidad aparente (DA) 1,13 g/cm³ y la humedad aprovechable 11,61% .Respecto a los parámetros biométricos, se observó una altura promedio de 6,4cm; con 11 hojas por planta y un área foliar de 177,3 cm² . Además, el Kc y la lámina en las fases inicial fue 0,45 y 3,83; desarrollo 1 y 9,5; media 0,66 3,27, final 0,11 y 0,62 con requerimiento total durante el ciclo de cultivo de 373,7mm. Finalmente, el rendimiento fue de 5,4 t/ha.

Palabras clave: Lechuga crespa morada; Requerimiento hídrico; Parámetros hídricos; Parámetros biométricos.

Abstract

Lettuce (*Lactuca sativa*) variety crespa morada is a leafy vegetable of great relevance in Ecuador, where the province of Tungurahua is the largest producer with 3.3t. The objective of this research was to determine the water requirements of the crop at the Technical University of Ambato, located in the Cevallos canton, province of Tungurahua; The average annual precipitation is 300mm and the temperature is 13.6°C. An area of 500 m² with a sandy loam texture was selected, within said area 150 m² was delimited, with 12 sample plants. The soil water parameters, irrigation layer, crop coefficient (Kc) and biometric parameters of the plants were determined. The results determined: field capacity (CC) 13.92%, permanent wilting point (PMP) 6.96%, apparent density (AD) 1.13 g/cm³ and usable humidity 11.61%. Regarding the biometric parameters, an average height of 6.4cm was observed; with 11 leaves per plant and a leaf area of 177.3 cm². Furthermore, the Kc and lamina in the initial phases were 0.45 and 3.83; development 1 and 9.5; average 0.66 3.27, final

0.11 and 0.62 with total requirement during the crop cycle of 373.7mm. Finally, the yield was 5.4 t/ha.

Keywords: Purple cressa lettuce; Water requirement; Water parameters; Biometric parameters.

Resumo

A alface (*Lactuca sativa*) variedade cressa morada é uma hortícola de folha de grande relevância no Equador, onde a província de Tungurahua é a maior produtora com 3,3t. O objetivo desta investigação foi determinar as necessidades hídricas da cultura da Universidade Técnica de Ambato, localizada no cantão de Cevallos, província de Tungurahua; A precipitação média anual é de 300 mm e a temperatura é de 13,6°C. Foi selecionada uma área de 500 m² com textura franco-arenosa, dentro da referida área foram delimitados 150 m², com 12 plantas amostrais. Foram determinados os parâmetros hídricos do solo, a camada de rega, o coeficiente de cultura (Kc) e os parâmetros biométricos das plantas. Os resultados determinaram: capacidade de campo (CC) 13,92%, ponto de emurchecimento permanente (PMP) 6,96%, densidade aparente (AD) 1,13 g/cm³ e humidade útil 11,61%. Em relação aos parâmetros biométricos, observou-se uma altura média de 6,4cm; com 11 folhas por planta e uma área foliar de 177,3 cm². Além disso, o Kc e a lâmina nas fases iniciais foram de 0,45 e 3,83; desenvolvimento 1 e 9,5; média 0,66 3,27, final 0,11 e 0,62 com uma exigência total durante o ciclo cultural de 373,7mm. Por fim, o rendimento foi de 5,4 t/ha.

Palavras-chave: Alface cressa roxa; Necessidade de água; Parâmetros da água; Parâmetros biométricos.

Introducción

La lechuga cressa morada (*Lactuca sativa*) variedad morada es una planta de la familia de las compuestas, la duración del cultivo suele ser de 50-60 días para las variedades tempranas y de 70-100 días para las tardías, desde la plantación hasta la recolección (Japon Quinter, 1977).

Para su cultivo se requiere de suelos fértiles y bien drenados, con pH alrededor de 6,0 – 7,0. La temperatura óptima de germinación varía entre 18 – 20 °C. Durante el crecimiento del cultivo la temperatura diaria debe oscilar entre 12 – 18 °C y la nocturna entre 5 – 8 °C, ya que esta hortaliza

requiere que haya diferencias de temperatura entre el día y la noche. Las noches frías son esenciales para obtener lechugas de óptima calidad (Galvis et al., 2018).

Requiere de un suministro adecuado y constante de agua para su crecimiento en sus distintas etapas fenológicas, por esta razón es importante monitorear y proporcionar un riego de manera constante de acuerdo con el suelo en el que se encuentre establecido el cultivo, que varía de acuerdo al uso consuntivo, la precipitación, la capacidad de almacenamiento de agua y otros factores.

Las plantas absorben el agua desde el suelo por medio de sus raíces. Ambos suelo y planta, están sometidos a los efectos de la lluvia, el sol y viento, que generan en mayor o menor grado de evaporación desde el suelo y transpiración de las plantas. Este proceso se le conoce como evapotranspiración (Peralta-Velsaco, 2019).

El propósito fundamental de este proyecto es evaluar las condiciones presentes en el sector Querochaca para determinar su idoneidad en la producción de lechuga en condiciones de prueba. Y de esa manera proporcionar valiosas referencias a los agricultores, facilitando la toma de decisiones informadas sobre la viabilidad de establecer cultivos de lechuga en sus terrenos.

Materiales y Método

La investigación se realiza en la Universidad Técnica de Ambato, situado en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua presenta una latitud: 1°22'11.56"S, longitud: 78°36'21.24"O y altitud: 2903 *msnm*, las condiciones agroclimáticas son precipitación 291,06 mm anual y temperatura 13,6 °C.

La investigación es cuantitativa se utilizaron instrumentos como estufa, balanza analítica, destilador y en cuanto a materiales bolsas plásticas, barreno, estacas, bandejas de aluminio, flexómetro, probetas y un cuaderno para registro de datos en campo y laboratorio.

Determinación de los parámetros hídricos del suelo

Capacidad de campo: Se forma un cubo de 1 m x 1 m con un azadón y se elimina toda la vegetación de los primeros centímetros del suelo.

Luego se construye un borde de tierra apisonada de unos 10 *cm* de altura, rodeando dicho cubo, se añade agua (100 *L*) en el cubo con la finalidad de asegurar la saturación del perfil. Se cubre el cubo con plástico para prevenir las pérdidas por evaporación y los aportes por precipitación. Luego de

24, 48 y 72 horas se retira el plástico y se sacan muestras (150 g) a 30 cm con ayuda de un barreno. La muestra se secó en una estufa a 105°C por 24 horas exactas.

Para calcular el contenido de agua en peso a capacidad de campo mediante la fórmula:

$$\% CC = \frac{\text{Suelo fresco (g)} - \text{Suelo seco (g)}}{\text{Suelo seco}} * 100$$

Punto de marchitez permanente (PMP)

Para el cálculo del punto de marchitez permanente se obtiene con la siguiente fórmula:

$$PMP = \%CC \times 0.5$$

Se considera el 50 % del % CC.

Densidad Aparente (DA)

Se marca un cuadrado de 20 x 20 cm del terreno y con una pala se realiza el corte. Una vez marcados los bordes del pozo con la pala de corte, se comienza a extraer el suelo de su interior con una pala de jardinero hasta alcanzar los 30 cm, colocándolo el suelo en una bolsa de plástico. Se forra el cubo con funda plástica y llenar el pozo con agua (12 L).

Pesar el suelo extraído del cubo y luego extraer una sub muestra (150 g), la misma que debe ser llevada a la estufa a 105°C por 24 horas exactas. Se relaciona la sub muestra fresca y seca con el peso total extraído del cubo mediante una regla de tres y finalmente se determinar la densidad aparente que relaciona masa y volumen con la siguiente formula:

$$DA = \frac{m}{v}$$

Coefficiente del cultivo (Kc)

Las etapas fenológicas del cultivo se evaluaron en base a su crecimiento: inicial, desarrollo, media y final.

Requerimiento hídrico: para la determinación de este parámetro se necesitó calcular valores del coeficiente del cultivo (Kc); evapotranspiración del cultivo de referencia (Eto); evaporación del cultivo (Etc); agua útil (Au); lamina neta (Ln); lamina bruta (Lb).

Parámetros biométricos

Tomando como base a las 1 802 plantas obtuvimos un prendimiento máximo de 1 732 plantas lo que en porcentaje presentaría el 96,11 % y el restante demuestra interrupciones por presencia de árboles y por la acumulación de agua por su posicionamiento, se evalúan 12 plantas al azar de la parcela neta que es el 30 % de la parcela total.

Área foliar: la medición del área foliar se realizó antes de la cosecha de 12 plantas testigo de la parcela neta con la siguiente formula:

$$A = 0.078 \times Ancho \times Largo$$

Tipo de hoja y longitud de la hoja

La lechuga posee una hoja tipo redondeada con bordes ondulados, para la determinación de la longitud de sus hojas, seleccionamos una hoja de cada planta testigo, medimos con ayuda de una regla y posteriormente sacamos el área.

Materia Seca

Se eligieron tres robustas y saludables plantas de lechuga de la parcela bruta. Estas se lavaron minuciosamente y se pesaron para determinar su peso fresco. Posteriormente, se separaron las hojas de las raíces, y cada muestra se colocó en una bolsa de papel debidamente etiquetada para su posterior secado en la estufa. Después de un periodo de 24 horas, las muestras se retiraron de la estufa y se volvieron a pesar. Se observó que el peso de la materia seca resultó significativamente menor que el peso fresco inicial.

Rendimiento

Se llevó a cabo la recolección de muestras cortando todas las lechugas presentes en la parcela neta, las cuales fueron posteriormente pesadas. Este procedimiento arrojó un valor notablemente favorable de 54,52 kg por parcela.

Resultados y Discusión

Determinación de los parámetros hídricos del suelo

Tabla N°1:

Parámetros hídricos del suelo

Parámetros hídricos	
CC	13,92 %
PMP	6,96 %
AU	6,96 ml
DA	1,13 g/cm ³
Humedad	11, 61 %

Elaborado: Autores

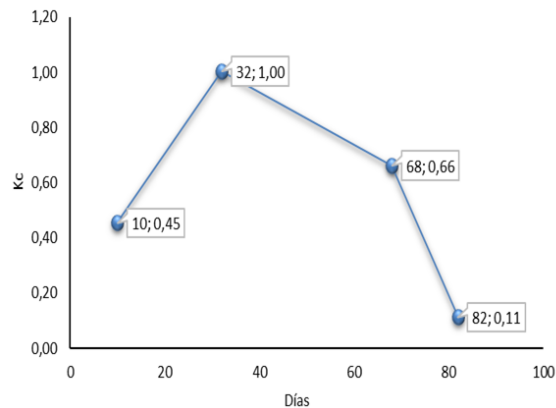
Los análisis de suelo mostraron que el agua almacenada no era accesible para las plantas de raíces poco profundas. Podemos observar en la tabla 1, que la humedad se encuentra en un 11,61 % un rango óptimo para el desarrollo del cultivo, sin embargo, se requieren riegos frecuentes para evitar que lleguen a PMP que es de 6,96 %.

Tiene una DA de 1,13 g/cm³ este valor puede influir en la disponibilidad de agua, aireación y la penetración de raíces en el suelo y un agua útil (AU) de 6,96 ml esto hace referencia al agua que retuvo la planta en relación a lo que se aplicó.

Los resultados del estudio coinciden con la afirmación de que la lechuga morada requiere un suministro adecuado y constante de agua.

En base a los resultados obtenidos, se llevó a cabo un calendario de riego cada 8 días. Además, se midió el tiempo que tarda el agua en regar la parcela, con el fin de evitar la pudrición radicular y los encharcamientos.

Figura N° 1: Coeficiente del cultivo



Elaborado: Autores

Los resultados del Kc mostraron que el cultivo requiere de riegos constantes en cantidades considerables. Como se muestra en la figura 2 inicial (0,45), desarrollo (1), media (0,66) y final (0,11). Esto se debe a que la textura del suelo es muy fina, lo que permitía una rápida filtración del agua y secamiento de la superficie resultado de ello las raíces de lechuga no absorbían el agua necesaria.

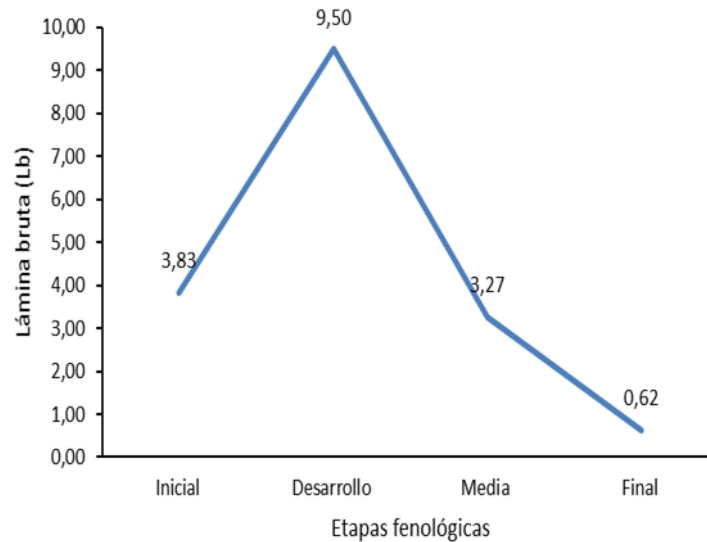
Antúnez., et al. (2019), indica que para la determinación del coeficiente de cultivo se debe realizar una multiplicación de etc; por el Kc, con el cálculo realizado en el coeficiente de cultivo se pudo ir analizando las etapas.

Los autores del libro 56 de la FAO mencionaron que la etapa inicial, desarrollo, medio, final, ya que el cultivo de lechuga morada posee un ciclo de corto desarrollo permitiéndonos llevar a cabo todos los cálculos de ciclo del cultivo (Allen, Pereira, Raes, & Smith, 2006).

La precipitación y evaporación variaron constantemente durante los meses de evaluación (octubre, noviembre y diciembre) con un valor promedio diario de 9.59 mm/día y 2.09 mm/día respectivamente. En ese contexto Antúnez B., et al. (2019), argumentan que el frecuente riego se debe realizar cada 4 o 5 días en riego por surcos, dependiendo de la demanda atmosférica.

Requerimiento hídrico

Figura N° 2: Requerimiento hídrico



Elaborado: Autores

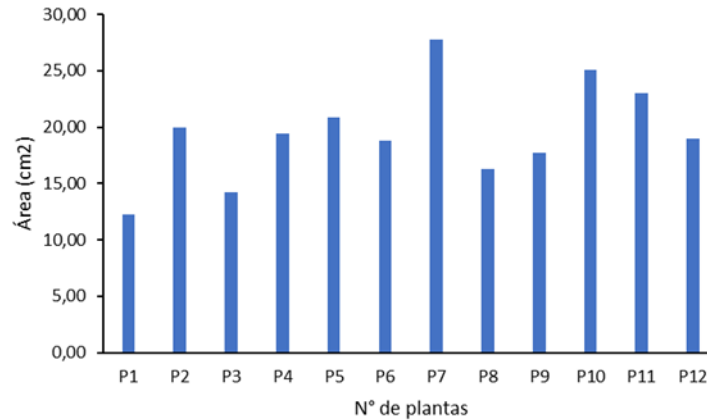
El requerimiento hídrico en ml/día en cuanto a las etapas fenológicas son inicial 3,83 ml/día, desarrollo 9,50 ml/día, media 3,27 ml/día y final 0,62 ml/día.

Con este balance hídrico observamos la optimización del crecimiento y calidad del cultivo ya que con la práctica realizamos el monitoreo del abastecimiento de agua durante el lapso de tiempo de cada una de las etapas.

Existe una relación directa entre el contenido de humedad en el suelo y el rendimiento total de manera proporcional. En otras palabras, cuando se proporciona el 100% de la evapotranspiración de referencia (Etc.) para la lechuga crespa, se observa un rendimiento superior, pasando de 12,933 t/ha a 7,759t cuando se reduce el 40% de sus necesidades hídricas. El análisis económico reveló que el cultivo de lechuga crespa sigue siendo rentable hasta una reducción del 20% en los requisitos hídricos, con un nivel de rentabilidad del 80% (Chisaguano & Maigua, 2022).

Parámetros biométricos

Figura N° 3: Cálculo del área foliar

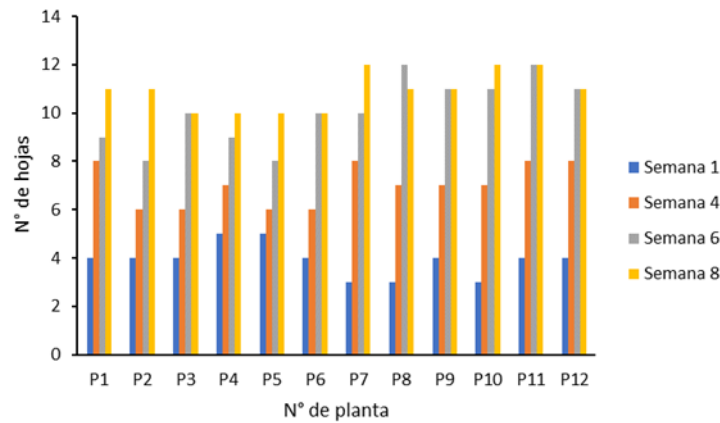


Elaborado: Autores

En el caso específico de la lechuga las hojas son generalmente planas y tienen una forma característica. En la figura 3 podemos observar el cálculo del área foliar de las 12 plantas dándonos un promedio de $19,53 \text{ cm}^2$, la superficie total de la hoja fue óptima lo cual es esencial para comprender el desarrollo de la planta y su capacidad fotosintética obteniendo un rendimiento adecuado.

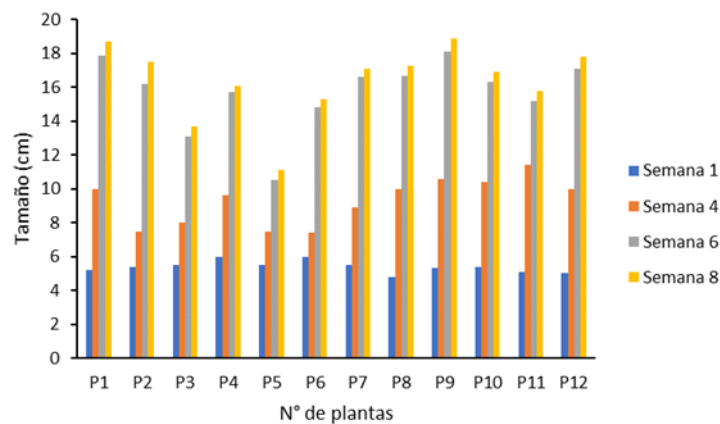
Las variedades analizadas incluyeron Cherokee Rz (81 - 36) y Starfighter Rz (81 - 85). Los hallazgos de esta investigación señalaron que la variedad Starfighter demostró un desempeño destacado, con un promedio de 11 hojas en el sistema NFT, un área foliar de 724 cm^2 y un rendimiento de 8272 kg/ha . Nuestro estudio arrojó resultados similares, observando aproximadamente 11 hojas por planta, una cobertura foliar del 53% por planta, un diámetro de cabeza de 27.37 cm por planta y un rendimiento de 5 kg por planta (Chacha & Chávez, 2020).

Figura N° 4: Número de hojas



Elaborado: Autores

Figura N° 5: Tamaño de planta de la lechuga crespada morada



Elaborado: Autores

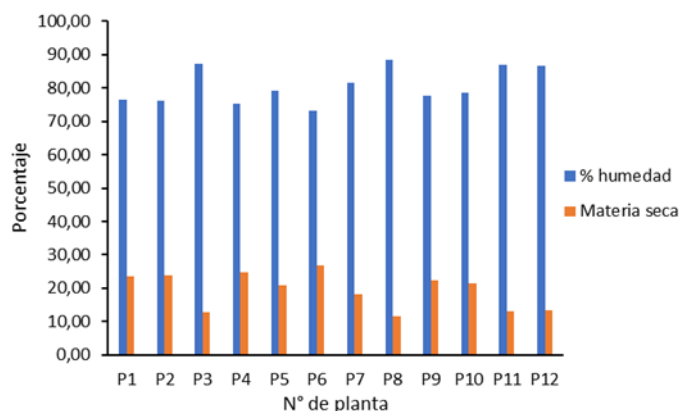
La altura de las plantas aumentó considerablemente a medida que se les suministraba la cantidad de agua correcta. Las plantas alcanzaron un promedio de 16,35cm de altura. El número de hojas incrementó rápidamente durante las primeras semanas. En la semana 2, el promedio era de 4 hojas por plantas. En las semanas posteriores, el número de hojas varió de una planta a otra, el número se mantuvo constante, mientras que en otras aumentó significativamente. En la semana 8, al final del ciclo de cultivo, el numero promedio era de 11 por planta.

A partir del día 6/11, empezó a mostrar un aumento en la cantidad de hojas, alcanzando un total de 50 hojas, mientras que las variedades Crespa y Morada concluyeron con 32 y 24 hojas, respectivamente.

En la parcela desde el inicio hasta la conclusión de las mediciones, las tres variedades experimentaron un crecimiento promedio de 10 y 12 cm. No obstante, al término del experimento el día 19/11, se observó que las plantas de la variedad Crespa superaron en altura a las variedades Morada y Mantecosa.

Los mayores pesos promedio se registraron en la variedad Crespa, alcanzando los 300 gramos, con un aumento en su crecimiento a partir del 6/11. Las variedades Mantecosa y Morada finalizaron el ensayo con pesos promedio de 200 gr y 145 gr, respectivamente. (Sánchez, 2019).

Figura N° 6: Porcentaje de humedad y materia seca



Elaborado: Autores

La relación entre el porcentaje de humedad y la materia seca es una relación inversa. Como se puede observar en la figura 6 a medida que aumenta el porcentaje de humedad, el porcentaje de materia seca va disminuyendo. Lo cual es importante conocer para la determinación de la cantidad de agua necesaria para irrigar el cultivo.

Se observaron diferencias altamente significativas en el porcentaje de materia seca según las horas de cosecha y las fechas (Sánchez, 2010).

Se obtuvo una buena producción a pesar de las condiciones presentadas en el medio, con un rendimiento total de 54,52 kg/parcela.

Conclusiones

- El cultivo de lechuga requiere un riego semanal para crecer de manera saludable; el riego deber ser más frecuente durante las etapas de desarrollo y media, cuando las plantas necesitan más agua para crecer y engrosar. En la etapa final, el riego se puede reducir o eliminar debido al contenido de agua que las plantas almacenan. En el tipo de suelo analizado se identificó que el porcentaje de humedad del suelo debe ser de al menos 11,61 % en los primeros 20 *cm* de profundidad. El PMP es de 6,96% lo que significa que la lechuga no puede absorber agua del suelo a una profundidad mayor a 20 *cm*. Por lo tanto, es necesario regar agua con frecuencia para mantener el suelo húmedo en los primeros 20 *cm* en este tipo de suelo.
- Se puede manifestar que el suministro tanto nutritivas como de riego para el cultivo de lechuga crespa morada (*Lactuca sativa*) variedad crespa morada deben estar relacionadas con el tipo de suelo que estemos tratando, no todos los suelos tienen las mismas características físico-químicas-biológica. Esto con el objetivo de tener una buena producción, realizar un análisis de las medidas adecuadas de tiempo de riego en el cultivo para prevenir enfermedades fúngicas y pudriciones. Tomando en cuenta la longitud radical, satisfaciendo las necesidades del cultivo.

Referencias

1. Allen, R., Pereira, L., Raes, D., & Smith, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo. Roma: This One.
2. Antúnez B., A; Felmer E., S; Vidal S., M. 2019. Parte 5. Manejo del riego para optimizar el rendimiento comercial de lechugas (en línea). :33-47. Disponible en <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/6808>.
3. Chacha Barra, L., & Chávez López, N. (2020). Evaluación de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivadas en sistemas: hidropónica técnica de película nutritiva (NFT) y convencional. Universidad Estatal Amazónica.
4. Chisaguano Quishpe, E. G., & Maigua Vilca, J. A. (2022). Respuesta del cultivo de lechuga crespa (*Lactuca sativa*) a la aplicación de tres láminas de riego deficitario en las terrazas de

formación lenta en el campus Salache, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi 2022 (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).

5. Peralta-Velsaco, J. 2019. Universidad Técnica de Cotopaxi UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI (en línea). Sistema Biodigestor. Disponible en <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6265>.
6. Sánchez, T. M. (2010). Evaluación de la calidad de lechuga (*Lactuca sativa* L.) respecto a su contenido de nitratos y materia seca.
7. Sánchez, J. R. (2019). Cultivo semi-forzado de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén (Doctoral dissertation).

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).