



*Determinación del Requerimiento Hídrico del Nabo Chino (*Brassica rapa* subsp. *pekinensis*.)*

*Determination of the Water Requirement of the Chinese Turnip (*Brassica rapa* subsp. *pekinensis*.)*

*Determinação da Necessidade Hídrica do Nabo Chinês (*Brassica rapa* subsp. *pekinensis*.)*

Robinson Fabricio 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>

Mariela Manobanda-Teneda ^{III}
mmanobanda4108@uta.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0003-5897-5935>

Karina Abrajan-Tasinchana ^{IV}
kabrajan8874@uta.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0007-7055-4067>

Diego Geremias Cevallos-Guano ^V
dcevallos6789@uta.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0006-1114-1265>

Correspondencia: rf.pena@uta.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 29 de marzo de 2024 * **Aceptado:** 26 de abril de 2024 * **Publicado:** 15 de mayo 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. Universidad Central Del Ecuador Licenciatura en Ciencias Biológicas y Ambientales, Maestría en Gestión Ambiental con mención en Desarrollo Sostenible Universidad Técnica de Cotopaxi, Investigadora independiente, Latacunga, Ecuador.
- III. Investigadora Junior de la Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- IV. Investigadora Junior de la Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- V. Investigador Junior de la Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

Resumen

La presente investigación se desarrolló en la Universidad Técnica de Ambato en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, con el propósito de evaluar el requerimiento hídrico del cultivo de nabo chino (*Brassica rapa* subsp. *Pekinensis*) la investigación realizada se caracterizó por evaluar la cantidad de agua que permita optimizar el uso del recurso hídrico a lo largo de su ciclo fenológico. Los resultados determinan que la capacidad de campo (CC) fue de 15%; el punto de marchitez permanente (PMP) fue de 8,54%; el agua útil (Au) fue de 13,43 %; la densidad aparente (DA) de. El coeficiente de cultivo (Kc) y el requerimiento para la etapa inicial fue de 0,7; 19,8 mm; en su desarrollo fue 1,3; 33,7mm; en su maduración fue 0,6; 59,0mm y la fase final fue 0,12; 46,5 mm. El porcentaje de prendimiento fue de 85,54 %; las hojas en promedio presentaron una longitud de 37,2 cm y un ancho de 21,5 cm; la materia seca promedio presentó un 23,87 %; el contenido relativo de agua (WRC) 83,9 %. Finalmente, el rendimiento fue 42,8 toneladas por hectárea.

Palabras clave: Requerimiento hídrico; Nabo chino; Coeficiente de cultivo; Suelo.

Abstract

The present research was developed at the Technical University of Ambato in the Faculty of Agricultural Sciences, with the purpose of evaluating the water requirement of the Chinese turnip crop (*Brassica rapa* subsp. *Pekinensis*). The research carried out was characterized by evaluating the amount of water that allows optimizing the use of water resources throughout their phenological cycle. The results determine that the field capacity (CC) was 15%; the permanent wilting point (PMP) was 8.54%; useful water (Au) was 13.43%; the apparent density (AD) of. The crop coefficient (Kc) and the requirement for the initial stage was 0.7; 19.8mm; in its development it was 1.3; 33.7mm; in its maturation it was 0.6; 59.0mm and the final phase was 0.12; 46.5mm. The attachment percentage was 85.54%; The leaves on average had a length of 37.2 cm and a width of 21.5 cm; The average dry matter was 23.87%; the relative water content (WRC) 83.9%. Finally, the yield was 42.8 tons per hectare.

Keywords: Water requirement; Chinese turnip; Crop coefficient; Floor.

Resumo

A presente pesquisa foi desenvolvida na Universidade Técnica de Ambato na Faculdade de Ciências Agrárias, com o objetivo de avaliar a necessidade hídrica da cultura do nabo chinês

(*Brassica rapa* subsp. *Pekinensis*). A pesquisa realizada caracterizou-se pela avaliação da quantidade de água que permite otimizar o uso dos recursos hídricos ao longo do seu ciclo fenológico. Os resultados determinam que a capacidade de campo (CC) foi de 15%; o ponto de murcha permanente (PMP) foi de 8,54%; água útil (Au) foi de 13,43%; a densidade aparente (AD) de. O coeficiente de cultivo (Kc) e a exigência para a fase inicial foi de 0,7; 19,8 mm; no seu desenvolvimento foi de 1,3; 33,7 mm; na sua maturação foi de 0,6; 59,0mm e a fase final foi 0,12; 46,5 mm. O percentual de apego foi de 85,54%; As folhas tinham em média 37,2 cm de comprimento e 21,5 cm de largura; A matéria seca média foi de 23,87%; o teor relativo de água (CRA) 83,9%. Por fim, o rendimento foi de 42,8 toneladas por hectare.

Palavras-chave: Necessidade hídrica; Nabo Chinês; Coeficiente de colheita; Chão.

Introducción

El nabo chino o también conocida como col china es una verdura originaria de Europa Central y Meridional, que es conocida y cultivada desde hace más de 1500 años. Es una especie hortícola la cual se puede cultivar en altitudes de hasta los 3000 msnm. Aunque en los últimos años su consumo se ha producido de manera paulatina difundiéndose en varios países de Europa y América ya que forma parte de una dieta culinaria de los chinos desde el siglo V. El nabo chino actualmente es consumida y cultivada en todo el mundo. Sus formas de consumo son varias ya que se les puede consumir crudas o cocinadas, por su gran aporte de vitaminas y minerales (Barrantes, 2022).

El riego es el que constituye una de las actividades más importantes dentro del sector agrícola, donde la lluvia no puede suplir la demanda de agua hacia los cultivos, en la provincia de Tungurahua siendo una de las más pequeñas y una de las más pobladas del Ecuador, ubicada en la sierra central, de acuerdo al Centro Latinoamericano para el desarrollo rural, nos indica que esta provincia presenta una baja disponibilidad de agua y un déficit hídrico, ya que en el 2010 se acercó a los 800 millones de los metros cúbicos por año. Estimando así que la cuenca del río Ambato siendo la principal parte de la provincia que está concentrada al 172% de la provincia y los caudales que están concesionados son al 90% para el riego, el 9% para el consumo humano y el 1% para industrias.

Desarrollo

Evaporación

Según Blair (1957), nos menciona que la evaporación es uno de los fenómenos físicos por virtud ya que el agua pasa a la atmosfera en un estado de vapor, reduciendo considerablemente a medida que la humedad del suelo se disminuye por debajo de la capacidad de campo. Es decir que el movimiento del agua es lento cuando este tiene un contenido de humedad dentro del límite de agua capilar, por alguna razón la energía que tiene el agua de una superficie del suelo es muy escasa en la tierra (FAO., 2008).

Transpiración

Acosta (2019), dice que la transpiración en las plantas es la pérdida de agua a través de sus partes aéreas que ocurre principalmente en las hojas a través de sus estomas y tallos. El agua es asimilada del suelo por una absorción del sistema radicular, la cual circula a través de la estructura de la planta y es expuesta por las hojas teniendo así una pérdida de vapor de agua desde la planta hacia la atmosfera.

Evapotranspiración

(Vasyl, 2016), define que la importancia de la evapotranspiración en la agricultura es aquella que tiene un papel fundamental ya que se puede optimizar el consumo de agua y aumentar el rendimiento de los cultivos, ya que su control nos ayuda a revelar las necesidades de agua en el cultivo que necesitan así podremos moderar el estrés hídrico y aumentar resistencia en el cultivo. Evapotranspiración de cultivo de referencia (ET_o).

Esta nos ayuda a estudiar la demanda de evapotranspiración de se da en la atmósfera, independientemente de cuál sea el tipo de cultivo y de las etapas de prácticas o crecimiento del cultivo. Dado que, si la superficie de referencia para realizar el cálculo debe estar humedecida, caso contrario las condiciones del suelo no serán aptas, por lo que no sería necesario determinar un umbral para el cultivo en la etapa de crecimiento.

Método de tanque evaporímetro

Ayuda a encontrar la relación que existe entre la tasa de evapotranspiración que es producida por el lisímetro y producida en un tanque de evaporación de clase A.

$$E_{to} = k_{tanque} * E$$

E_{to} : evapotranspiración potencial; K_{tanque} : coeficiente empírico; E : evaporación libre del tanque (mm/día)

La evapotranspiración de cultivo se calcula con la siguiente formula:

$$E_{tc} = E_{to} * K_c$$

E_{tc} : para estimar la evapotranspiración de los cultivos; E_{to} : la evapotranspiración del cultivo de referencia; K_c : el coeficiente del cultivo.

Fases de desarrollo del cultivo

En la FAO 50 se divide el ciclo vegetativo de un cultivo de cuatro etapas:

Fase inicial: es el periodo de germinación y crecimiento, el cultivo se llega a cubrir un 10% de la superficie si el suelo este semicubierto o no hay cultivo.

Fase de desarrollo del cultivo: se realiza desde la parte final de la fase inicial hasta poder llegar a una cubierta sombreada completa con un 70-80%

Fase de maduración: se obtiene desde la cubierta sombreada completa hasta el tiempo que inicie la maduración.

Fase final: el ciclo vegetativo: se obtiene hasta llegar a una fase completa de maduración, durante esta etapa el consumo de agua se va disminuyendo.

Requerimiento hídrico

(Concepción, 2012) Estima que el requerimiento hídrico de un cultivo, es aquel que comprende un análisis de demanda del agua ya que es un producto de sus propias características, a diferencia con las variables climáticas y en suelos dependiendo en el estado de desarrolló que se encuentre el cultivo. El requerimiento hídrico de un cultivo es aquel que está determinando por un potencial de evaporación climático, dependiendo de las características de las plantas y de algunos factores que pueden influir en el crecimiento de este. Debido a que el cultivo de nabo es una hortaliza la cual requiere de una gran cantidad de agua suministrada en el riego, esta se debe realizar periódicamente para poder tener un correcto crecimiento y desarrollo.

Materiales y método

El trabajo de investigación se realizó en el Campus Querochaca de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Técnica de Ambato, localizada en las coordenadas 01° 22' 7.7" latitud sur y 78° 36' 20.2" longitud oeste. El área total de la parcela utilizada fue de 144 m², de la cual se seleccionó 12 plantas muestra.

Capacidad de campo

Consistió en formar un cubo de 1 m x 1 m con un azadón y se elimina toda la vegetación de los primeros centímetros del suelo. Se construye un bordo de tierra apisonada de unos 10 cm de altura, rodeando dicho cubo. Añadir 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. Secar la muestra en una estufa a 105°C, por 24 horas exactas. Para el trabajo de investigación se utilizó como variables el número de hojas por plantas; peso de cada planta; diámetro ecuatorial de la planta y el rendimiento por hectárea. Calcular el contenido de agua en peso a capacidad de campo mediante la fórmula:

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

Punto de Marchitez Permanente

Para calcular el Punto de Marchitez permanente se calcula con la siguiente formula:

$$\% \text{ PMP} = \% \text{ CC} * 0,5$$

Humedad disponible o aprovechable

Para calcular la humedad disponible se calcula con la siguiente formula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100$$

P_i: peso inicial (g); P_f: peso final (g).

Densidad aparente

Se elige una zona del terreno y con una pala de corte se marca un cuadrado de 20 x 20 cm. 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). Pesarse 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. Relacionar la sub muestra fresca y seca con el peso total extraído del cubo mediante una regla de tres. Finalmente determinar la densidad aparente que relaciona masa y volumen.

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

Riego inicial para llegar a Capacidad de Campo (Método gravimétrico)

Se realizó un riego de 24 horas antes de trasplantar para tener una humedad adecuada para que la planta pueda resistir. Para obtener el porcentaje la humedad inicial del suelo se tomó 3 muestras de suelo de la parcela neta con un barreno, luego pesamos a 50 gr dejamos por 24 horas en la estufa y procedemos a pesar nuevamente así obteniendo datos, luego procedemos a calcular:

$$\%Humedad = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

Coefficiente del cultivo (Kc)

Kc Real

Para el coeficiente de cultivo se fue evidenciando las etapas fenológicas que poseía mi cultivo, se identificó 4 etapas: Inicial, Desarrollo, Media, Final.

Kc Teórico

En el libro de la FAO 56 se identificó de igual manera las etapas de crecimiento del cultivo y la duración de dicho cultivo, las etapas de crecimiento son: Inicial, Desarrollo, Media, Final, con una duración de 75 días

Balance hídrico

Para la determinación del balance hídrico en mi zona de estudio se necesitó parámetros de evaporación y precipitación de los cuales se obtuvieron datos diarios para obtener resultados reales.

Calendario de Riego

El calendario de riego se estableció en función al requerimiento del cultivo en cada etapa fenológica, teniendo en cuenta los siguientes factores, cuando regar, cuanto regar, y durante cuánto tiempo hay que regar.

Requerimiento hídrico

El requerimiento hídrico se basa en las necesidades de agua en la planta ya que nos ayuda a estimar el tiempo de riego, teniendo en cuenta que debemos conocer primero el Kc, Eto, Etc, lamina neta, agua útil, frecuencia lamina bruta así obteniendo un valor de requerimiento hídrico. Parámetros Biométricos.

Porcentaje de prendiendo o prendimiento

Para la evaluación de prendimiento del nabo que se establecieron en la parcela neta se obtuvo un total de 83 plantas de las cuales 71 plantas se establecieron de manera correcta, mientras tanto 12 plantas no se adaptaron en la parcela, es decir que el 85,54% de las plantas sobrevivieron y el 14,4% de ellas murieron.

Altura de la planta

Para la evaluación de la altura de la planta, se midió desde el cuello de la planta hasta la hoja, en 12 plantas que ya fueron seleccionadas de la parcela neta, los datos se fueron obteniendo cada 8 días.

Profundidad radicular

Inicialmente se estableció el rizotron en el campo para evaluar la profundidad radicular del nabo ya que se pudo observar el crecimiento de la raíz cada semana.

Número de hojas

Se contabilizaron el número de hojas de 12 plantas evaluadas dentro de la parcela neta cada 8 días así obteniendo un valor semanal.

Contenido relativo de agua

El contenido relativo de agua se determinó cuando las plantas empiezan la floración en sus condiciones normales, condiciones de déficit hídrico y posteriormente al riego. Para realizar se tomó una muestra de hoja al azar de las 12 plantas y se determinó el peso fresco.

$$WRC(\%) = \frac{Pf - Ps}{Pt - Ps} * 100$$

Materia Seca

Se extrajo una planta completa de la parcela neta para realizar el registro del peso seco de cada parte de la planta como las hojas y raíz.

El proceso de preparación para realizar el pesado en fresco de la planta se realizó de manera rápido para evitar perder el peso del material vegetal, luego se separó por partes y se registró el peso fresco de las hojas, como de la raíz, posteriormente se colocó en un papel y se colocó en una estufa durante 24 horas para obtener el peso constante.

Para obtener el peso seco total de cada parte de la planta, se usó la siguiente formula:

$$PST = \frac{(PFT * PSM)}{PFM}$$

Y para obtener el porcentaje de la materia seca se aplicó la siguiente formula:

$$\%Materia\ seca = \frac{Peso\ materia\ seca}{Peso\ materia\ humeda} \times 100$$

PST: peso seco total; PFT: peso fresco total; PSM: peso seco de la muestra; PFM: peso fresco

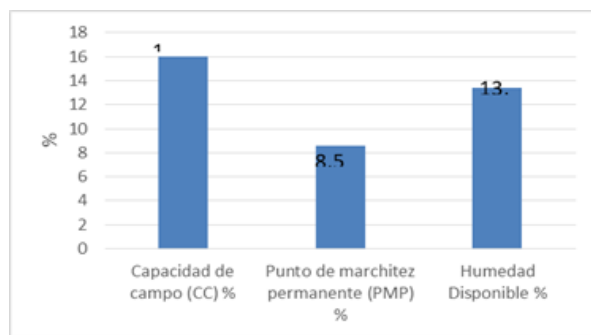
Rendimiento

Se contabilizó el número total de plantas que fueron cosechadas dentro de la parcela neta, luego se procedió a pesar los nabos y se obtuvo un peso que fue expresado en kg.

Resultados y discusión

La capacidad de campo obtenida fue de 15%., el punto de marchitez permanente fue de 8,5% y el resultado de humedad disponible fue de 13,4 %

Figura N°1: *Parámetros hídricos del suelo de Querochaca Facultad de Ciencias Agropecuarias.*



Según la Figura 1 para obtener: la determinación de los parámetros hídricos del suelo se obtuvieron valores de 16% de CC, 8,54% PMP, 13,43% HA, según (Giardini, 2004) nos menciona que el tipo de suelo franco arenoso se han obtenido datos de 14% CC, 4% PMP, 8% HA, en comparación a los datos obtenidos por los parámetros hídricos del suelo de Querochaca Facultad de Ciencias Agropecuarias, se definen de manera leve en distintas metodologías para obtener la determinación, siendo así que no hay mucha diferencia con los descrito por el autor y los obtenido.

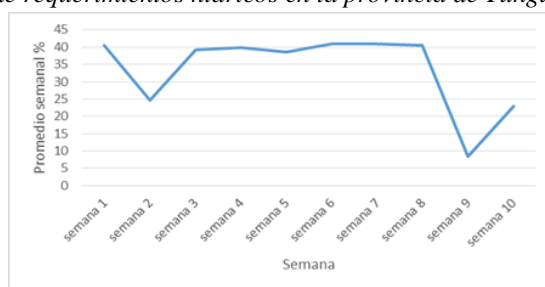
Densidad aparente

La densidad aparente obtenida por los parámetros hídricos fue de $1,25 \text{ g/cm}^3$.

Según INIAP (2010) nos menciona que su densidad aparente depende de la textura del suelo por lo que se deduce que pertenece a un suelo Franco arenoso por su masa con suelo seco en una determinada unidad de volumen edáfico entre sólidos y poros.

Riego inicial para llegar a Capacidad de Campo

Figura N°2: *Riego inicial durante el ciclo de cultivo de nabo chino (*Brassica rapa sub. Pekinensis*) para la obtención de requerimientos hídricos en la provincia de Tungurahua 2023.*



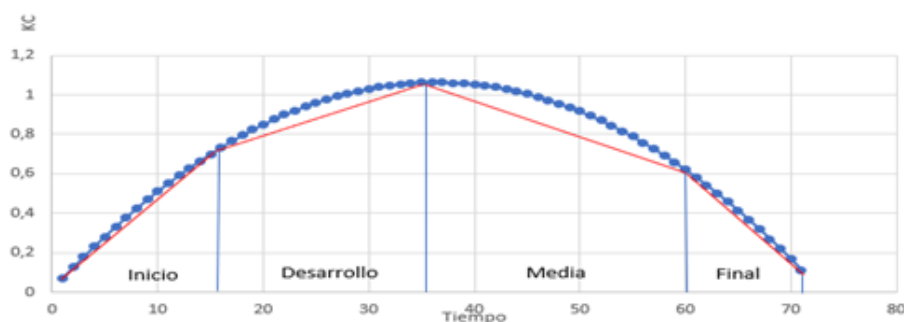
Fuente: *datos tomados de la parcela.*

El gráfico presenta valores que están promediados durante los meses Octubre, noviembre, diciembre y enero del 2023 y 2024, observando tanto perdida como aumento del riego es decir del agua. Según (Méndez & Inostroza) mencionan que el agua es uno de los factores más importantes para el cultivo de nabo chino ya que este requiere una buena cantidad de agua, dependiendo en las condiciones climáticas que se encuentre, es decir cuando el agua del suelo se ha perdido por la evapotranspiración y no existen respuesta que va existir lluvias, es recomendable regar el cultivo.

Coefficiente del cultivo (Kc)

Kc Real

Figura 3: Coeficiente de cultivo (k_c) de nabo chino (*Brassica rapa sub. Pekinensis*) determinado por la fórmula de Hargraves en 4 etapas fenológicas.

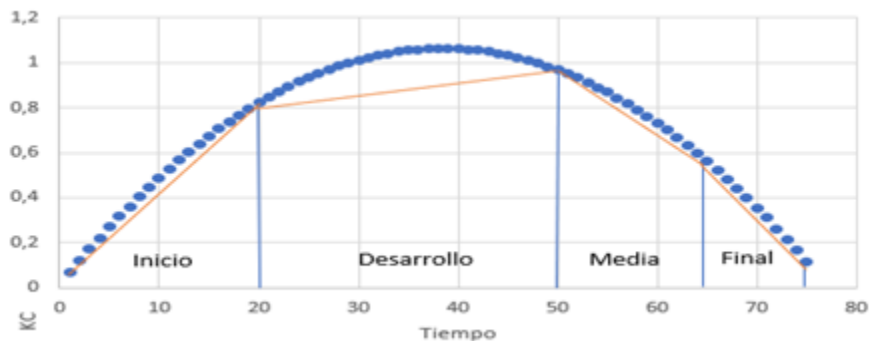


Fuente: Guato C, Cunalata J (2024).

En la figura 3 se puede observar el coeficiente de cultivo k_c por etapas fenológicas del ciclo vegetativo de nabo chino (*Brassica rapa sub. Pekinensis*), haciendo uso de la fórmula de Hargraves en donde se obtuvo que la etapa inicial tuvo un valor de 0,7; seguido del desarrollo donde se obtuvo un valor de 1,3; seguido nuevamente con una disminución en el coeficiente de cultivo de un valor de 0,6; y finalmente obteniendo un valor de 0,12.

Kc Teórico

Figura 4: Coeficiente de cultivo (*kc*) de nabo chino (*Brassica rapa sub. Pekinensis*) determinado por la fórmula de Hargraves en 4 etapas fenológicas.



Fuente: (FAO, 2006)

En función a la figura 4 se obtuvo los siguientes valores de coeficiente de cultivo (Kc) que están asociados a las etapas fenológicas del ciclo de cultivo de nabo chino (*Brassica rapa sub. Pekinensis*) en condiciones climatológicas de la provincia de Tungurahua, cantón Cevallos

Etapla inicial: se considera que la etapa inicial es de 20 días, obteniendo así un Kc de 0,8 el cual se presenta en la gráfica.

Etapla de desarrollo: en esta etapa de desarrollo se puede observar que el consumo de agua se ha incrementado y se ha estimado un aproximado de 30 días de la etapa de desarrollo

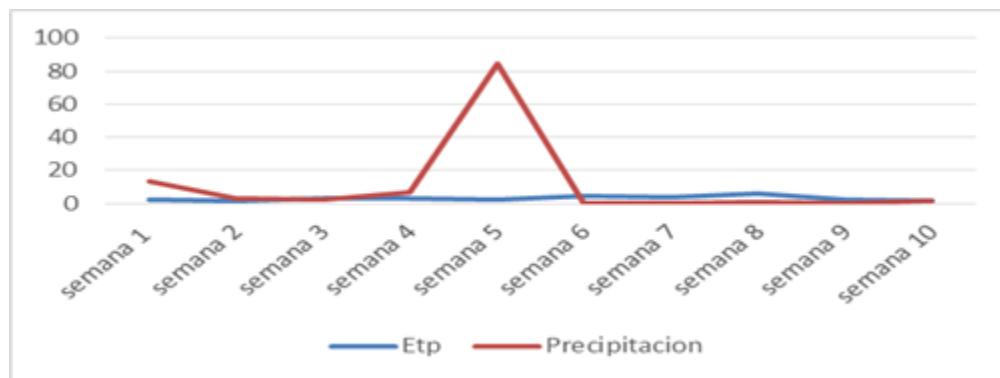
Etapla de media: previamente como se puede ver que existe un bajo consumo de agua con valores de 0,58.

Etapla final: En esta etapa se obtuvo un valor de kc de 0,12 ya que este disminuye por el simple hecho que esta de cosecha, así mismo con 11 días.

Según (Smith, 2006) menciona que en el libro de la FAO 56 nos señala que el kc para los cultivos de la familia de las brassicaceas tiene un total de 75 días aproximados. Teniendo en cuenta que los factores de kc solo se deben obtener a través de a ver realizado el crecimiento del cultivo que va influyendo en las condiciones ya sea clima, químicos y algunas condiciones físicas.

Balance hídrico

Figura 5: balance hídrico aplicada en el cultivo de nabo chino (*Brassica rapa sub. Pekinensis*).

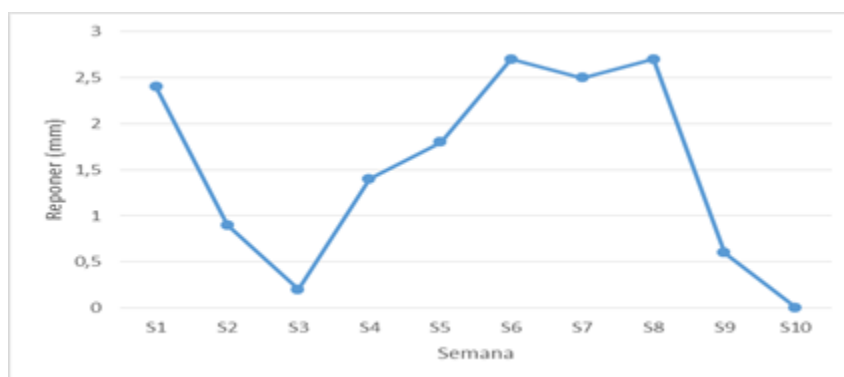


Fuente: Jessica (2024).

Según la figura 5 en la cual podemos observar que de la semana 1 a la 2 se disminuye teniendo así un rango de crecimiento en la semana 5, esto va a depender de las lluvias que se hayan obtenido mediante el ciclo vegetativo.

Calendario de riego

Figura 6: Calendario de Riego aplicado en ciclo de cultivo de nabo chino (*Brassica rapa sub. Pekinensis*), en Querochaca, Cantón Cevallos.

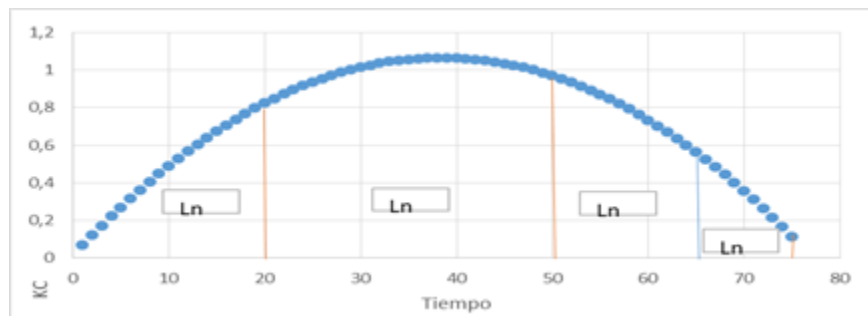


En la figura 6 se puede observar cómo se ha dado el calendario el riego, esto expresando algunos factores de como el reponer (mm) de agua suficiente que necesita el cultivo de nabo ya que es un cultivo que requiere de mucha demanda de agua.

(León, 2000), manifiesta que el uso total de agua para el nabo chino (*Brassica rapa* sub. *Pekinensis*) es alrededor de 4 cm de agua por semana por cada ciclo de cultivo, teniendo diferentes resultados en condiciones edafoclimáticas del lugar del estudio.

Requerimiento hídrico

Figura 7: Requerimiento hídrico y lâmina de Riego con las etapas de desarrollo.



El cultivo tiene un consumo de agua el cual se incrementa debido a que el área vegetal es mayor, (Castañeda, 2011), menciona que algunos procesos de crecimiento son aquellos que están relacionados con dicho comportamiento de los potenciales de turgencia y el osmótico, normalmente cuando algunas plantas están llevadas a algunas variaciones de contenido de humedad del suelo.

Parámetros biométricos

Porcentaje de prendimiento

$$x = \frac{83 \text{ plantas}}{71 \text{ plantas}} \times \frac{100\%}{x}$$

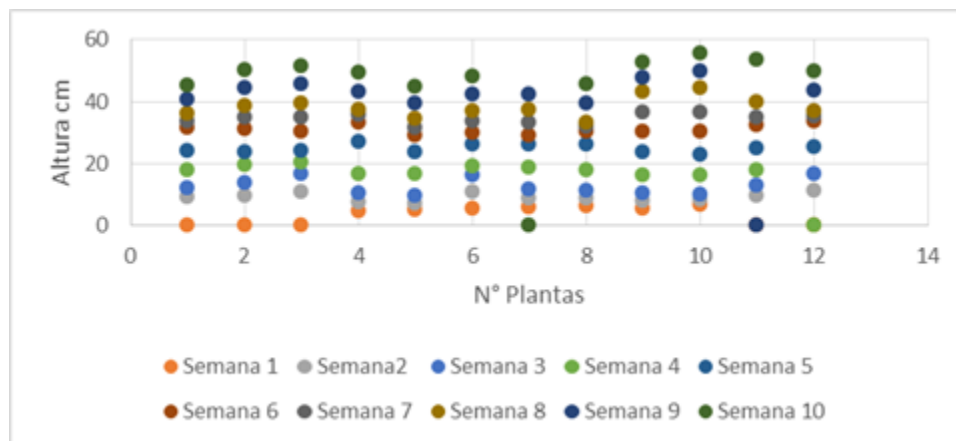
$$x = 85,54 \%$$

Figura 8. Porcentaje de emergencia (%) de las plántulas de nabo chino (*Brassica rapa* sub. *Pekinensis*)

El porcentaje fue de 85,5 % a los 8 días de siembra en la facultad de ciencias agropecuarias, Querochaca Cantón Cevallos.

Altura de la planta

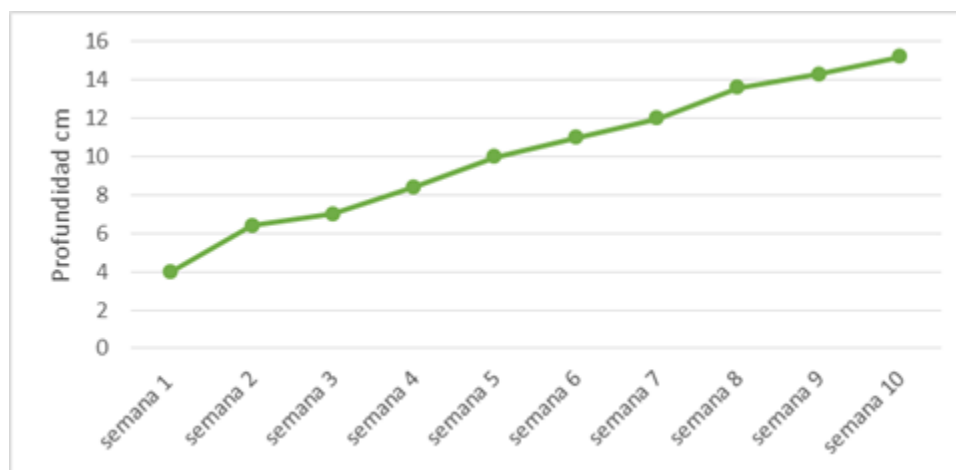
Figura 9: Altura total obtenida cada 8 días de las 12 plantas dentro de la parcela neta.



Las diferentes alturas que se representan en la figura 9 son de las 12 plantas que se ha ido tomando datos cada 8 días mediante todo su ciclo vegetativo, esta altura se ha ido dando gracias al riego que se le ha dado a la parcela durante su ciclo. Según (Oceano, 2012) manifiesta que la altura de la planta va a variar dependiendo en el estado que se encuentre o como también a las diferencias establecidas que se encuentran caracterizadas por la genética de la planta, ya que puede existir cultivos más grandes y otros más pequeños.

Profundidad radicular

Figura 10: Profundidad radicular del manejo de Riego en Querochaca, Cantón Cevallos.



Al existir una humedad disponible en el suelo hace referencia a la profundidad que puede existir de la raíz, como diferentes profundidades y un bajo rango optimo, por lo que es necesario el control regular a nivel de la humedad del suelo, para así determinar a cuanto debo regar y cuál es la cantidad que debería regar de agua, teniendo en cuenta que el cultivo de nabo es muy vulnerable al déficit hídrico y más en su ciclo de desarrollo donde necesita más agua, ya que como consecuencia se tendría un bajo rendimiento y una mala calidad y crecimiento de la planta (Estrada, 2000).

Tipo de hoja y longitud de la hoja

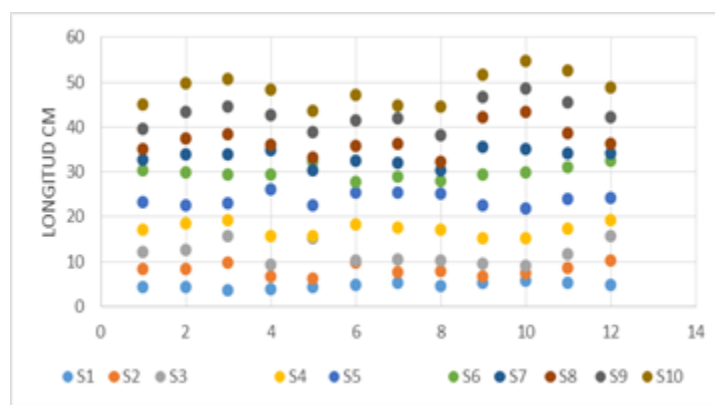
Tipo: hoja lirada con segmentos laterales y dentado.

AF= 5437 m2.

Longitud: 37,2 cm

Ancho: 21,5 cm

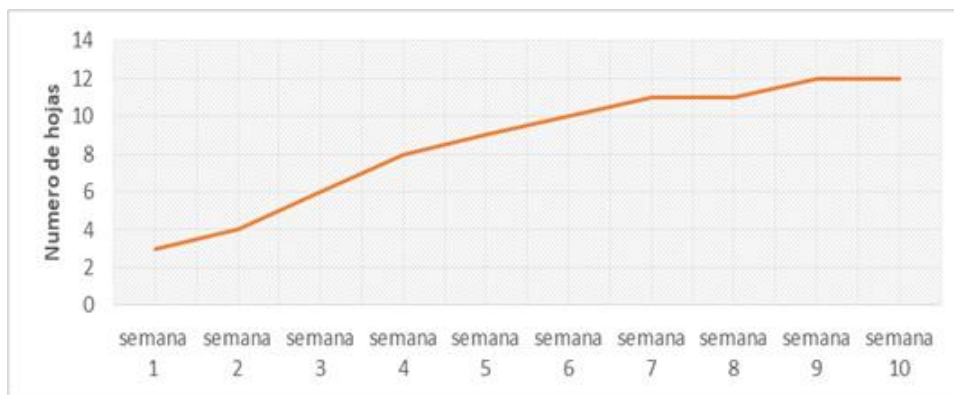
Figura 11: Promedio de la longitud cm, de las 12 hojas dentro de la parcela neta, obteniendo datos cada 8 días



La figura 11 muestra los promedios de las hojas que han ido creciendo mediante los 71 días de las etapas fenológicas dándonos así un promedio estimado de 48,40% de las plantas teniendo en cuenta que no todas las plantas tienen un mismo rango de crecimiento, (Villalobos & Crespo, 2005) mencionan que cuando se da el inicio de la cosecha las tasas de crecimiento existentes y desarrollo por una reducción de riego durante las etapas fenológicas.

Número de hojas

Figura 12: Numero de hojas por cada semana, Fuente y Elaboración Guato J (2024).



En la figura 12 se muestra el porcentaje de las hojas que se han ido incrementando durante las 10 semanas, así observando datos obtenidos con mayor crecimiento y aumento de las hojas logrando una cantidad de hojas mayores dependiendo el peso. (Castillo, 2020) menciona que en su investigación el obtuvo datos promedios en altura de 21,88 cm y 22,12 cm, determinando así los valores en la presente investigación son estadísticamente mayores a lo menciona por el autor.

Contenido relativo de agua

Peso total de la planta 153gr; peso de las hojas 151 gr; peso de raiz 2gr

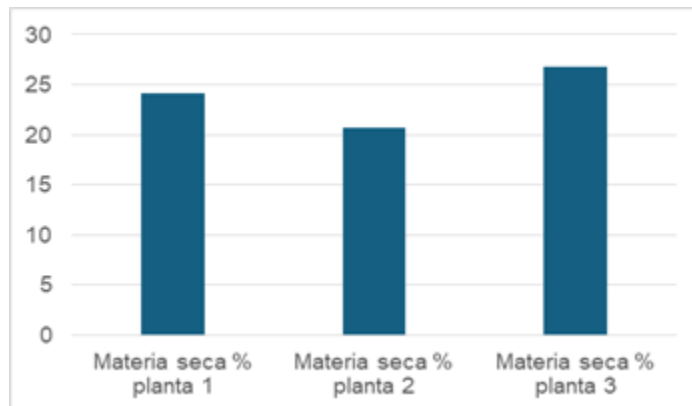
Figura 13: Contenido relativo de agua de 12 hojas seleccionadas en la parcela neta.



El contenido relativo de agua (WRC) promedio fue de 83,9 %, el cual se determinó cuando las plantas empiezan la floración en sus condiciones normales, condiciones de déficit hídrico y posteriormente al riego.

Materia seca

Figura 14: Peso de materia seca obtenida de los rendimientos hídricos.



Según los resultados que se obtuvieron de las 3 plantas que se secó para obtener la materia seca fue de un 23,87%, de la cual se extrajo una planta completa de la parcela neta para realizar el registro del peso seco de cada parte de la planta como las hojas y raíz.

Rendimiento

El rendimiento se contabilizó el número total de plantas que fueron cosechadas dentro de la parcela neta, luego se procedió a pesar los nabos y se obtuvo un peso de 42,8 toneladas por hectárea.

Conclusiones y recomendaciones

- Se determinó que el ciclo del cultivo de nabo chino *Brassica rapa* sub. *Pekinensis*, desde la siembra hasta la cosecha, bajo condiciones edafoclimáticas del cantón Cevallos, presenta valores de coeficientes de cultivo de Kc que están ajustados a las etapas fenológicas para la etapa inicial es de 0.7, etapa desarrollo 1.3, etapa media 0,6 y etapa final 0,5.
- El ciclo del cultivo de nabo chino *Brassica rapa* sub. *Pekinensis*, desde la siembra hasta la cosecha, bajo condiciones edafoclimáticas del cantón Cevallos, presenta valores de

coeficientes de cultivo de Kc teórico que se encuentra en la FAO 56 teniendo así resultados de la etapa inicial 0.8, etapa desarrollo, 0.9, etapa media 0.58 y etapa final 0.12.

- El método que mejor es utilizado para poder determinar los requerimientos hídricos del cultivo de nabo chino (*Brassica rapa sub. Pekinensis*) bajo algunas condiciones edafoclimáticas del canto Cevallos es la obtención precisa de los datos para poder tener un adecuado desarrollo y así obtener una información proporcionada del total de agua requerida y considerar la relación que existe en agua, suelo, planta y atmosfera.
- La obtención de los parámetros biométricos también son uno de los factores obtenidos durante la realización del proyecto ya que se pueden obtener los resultados concretos de este cultivo como es la altura de la planta de cada semana, profundidad radicular, tipo y longitud de hoja, materia seca, y el rendimiento que hace referencia al cultivo cosechado.
- También, se determinó que las enmiendas orgánicas principalmente el humus de lombriz y la gallinaza ejercen efecto significativo en los indicadores analizados donde expresaron influencias en el número de hojas por plantas con un promedio de 21 y 20 hojas por plantas respectivamente y 32,2 cm de diámetro ecuatorial de la planta en los dos tratamientos tanto en el humus de lombriz y la gallinaza y el peso promedio de plantas fue de 277,2 gr y 224gr respectivamente y presentaron rendimientos por hectárea de 36390kg y 35575kg/ha.

Referencias

1. Barrantes, N. (2022). Respuestas Al Estrés Por Calor En Los Cultivos. Obtenido de Ii. Tolerancia Y Tratamiento Agronómico. *Agronomía Mesoamericana*, 255-271.: <https://www.redalyc.org/Journal/437/43748637021/Html/>
2. Castañeda, C. (2011). Relaciones hídricas y temperaturas altas. Recuperado el enero de 2024, de *agronomía costarricense* 35(1), 131-145: www.mag.go.cr/rev_agr/index.html
3. Castillo, E. (2020). "EFECTO DE BIOPRODUCTOS EN EL CRECIMIENTO Y ESTADO FITOSANITARIO EN PLANTAS DE NABO. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5341/1/T-UTEQ-0252.PDF>
4. concepción, D. d. (2012). Boletín Técnico No1 Necesidades de agua de los cultivos. Obtenido de <http://www.centrodelagua.cl/documentos/difusion-documentos/BOLET%20T%20T%20C%20NICO%20N%20B01.pdf>

5. Estrada. (2000). Obtenido de CIP Research 30, studying drought stress and irrigation requirements Lima- Peru.
6. FAO. (2006). Libro 56 Guía para la determinación de los requerimientos de agua en los cultivos. Obtenido de <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/idp56s.pdf>
7. FAO. (2008). Obtenido de El cambio climático y la producción de alimentos.: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0112s/i0112S03.pdf>
8. Giardini, L. (2004). Humedad del suelo. Obtenido de www.visionlearning.com
9. Gómez, P. (1979). Riegos a presión, aspersión y goteo. ((. Ed.), Editor, & Barcelona - España: Aedos)
10. González, J. (2010). Horticultivos: Manejo de agua y nutrición del cultivo de brócoli. Obtenido de <http://www.horticultivos.com/666/manejo-del-agua-y-nutricion-del-cultivo-de-brocoli-2/>
11. L., O. (2012). La importancia del agua para las plantas. Obtenido de http://www.ehowenespanol.com/importancia-del-agua-plantas-sobre_87645/
12. León, J. (2000). Respuesta de la cebolla perla (*Allium cepa*) a la fertilización química complementaria con calcio y azufre. Yaruquí – Pichincha.
13. Méndez, P., & Inostroza, J. (s.f.). IV. MÉTODOS DE RIEGO. Obtenido de INIA Carillanca:
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7299/NR36509.pdf?sequence=9>
14. Miranda, O. (1982). (I. L. 12, Ed.) Recuperado el 19 de diciembre de 23, de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/26652/NR11862.pdf?sequence=>
15. Océano, L. (2012). La importancia del agua para las plantas. Recuperado el 07 de enero de 2024, de <http://www.ehowenespanol.com>
16. Orozco, A. (2010). Uso eficiente del agua de riego mediante sondas de capacitancia. Obtenido de *Aqua-LAC*, 2(1),
<http://www.unesco.org/uy/ci/fileadmin/phi/aqualac/Orozco.pdf>
17. Rondan, U. (2016). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Obtenido de:<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1451>.
18. Sela, G. (2020). Cropaia. Obtenido de <https://cropaia.com/es/blog/el-agua-del-suelo/#:~:text=El%20agua%20se%20retiene%20en,volumen%20total%20de%20los%20p>

oros).&text=El%20agua%20gravitacional%20es%20el,la%20fuerza%20de%20la%20gravedad.

19. Smith, M. (2006). Obtenido de Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO: <https://doi.org/M-56>
20. Vasyi, J. (2016). La evapotranspiración de los cultivos. Obtenido de Intagri S.C: <https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/la-evapotranspiracion-de-los-cultivos>
21. Villalobos, H., & Crespo, G. (2005). Efecto de la tensión de la humedad en el suelo sobre el rendimiento y calidad del nabo por goteo. (2. 3.-3. Terra Latinoamericana, Editor) Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57311101003>

© 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/>).