



*Determinación del requerimiento hídrico del papanabo (Brassica rapa L. var. purple top White globe)*

*Determination of water requirements of papaya (Brassica rapa L. var. purple top White globe)*

*Determinação da necessidade hídrica do papanabo (Brassica rapa L. var. purple top White Globe)*

Robinson Fabrico Peña Murillo <sup>I</sup>

[rf.pena@uta.edu.ec](mailto:rf.pena@uta.edu.ec)

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

Daniela Tamayo Carrasco <sup>II</sup>

[atamayo1127@uta.edu.ec](mailto:atamayo1127@uta.edu.ec)

<http://orcid.org/0009-0009-5355-027X>

Diego Cevallos Guano <sup>III</sup>

[dcevallos@uta.edu.ec](mailto:dcevallos@uta.edu.ec)

<http://orcid.org/0009-0006-1114-1265>

Alazne Salomé Arias Torres <sup>IV</sup>

[alazsalo1205@gmail.com](mailto:alazsalo1205@gmail.com)

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

**Correspondencia:** [rf.pena@uta.edu.ec](mailto:rf.pena@uta.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 30 de abril de 2024 \* **Aceptado:** 28 de mayo de 2024 \* **Publicado:** 27 de junio 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. Investigadora Junior de la Universidad Técnica de Ambato; Ambato, Ecuador.
- III. Investigador Junior de la Universidad Técnica de Ambato; Ambato, Ecuador.
- IV. Licenciatura en Ciencias Biológicas y Ambientales, Maestría en Gestión Ambiental con mención en Desarrollo Sostenible de la Universidad de Cotopaxi, Investigadora Independiente; Latacunga, Ecuador.

## Resumen

El papanabo, un cultivo de raíz que ha sido alimento básico en la nutrición humana durante mucho tiempo, especialmente antes del consumo generalizado de la papa, demuestra una adaptación exitosa a las condiciones climáticas de la sierra del Ecuador. El objetivo del estudio consistió en determinar el requerimiento hídrico del papanabo y su influencia en el rendimiento. La investigación se llevó a cabo en la Universidad Técnica de Ambato, ubicada a una latitud de 01°22'8.1" Sur, longitud de 78°36'21.2" Oeste, y altitud de 2897 m.s.n.m. Las características climáticas promedio son temperatura de 13,6 °C y una precipitación anual de 291,06 mm. La zona experimental abarcó 500 m<sup>2</sup> y se plantaron un total de 705 plántulas, utilizando el método de riego por gravedad. Se evaluaron diversos parámetros hídricos del suelo, como la capacidad de campo (CC): 16%, el punto de marchitez permanente (PMP): 8,54%, la densidad aparente (Da): 1,2 gr/cm<sup>3</sup> y la humedad disponible: 12,56 mm. El coeficiente del cultivo (Kc) y el requerimiento hídrico se estimó para la etapa fenológica inicial 0,20 y 1,28 mm; desarrollo 0,25 y 1,92 mm; medio 0,19 y 3,2 mm; y final 0,16 y 4,48 mm respectivamente, el cultivo requirió un total de 279.5 mm de agua, con una frecuencia de riego entre 3 y 5 días. Se registraron las características biométricas de la planta, como el porcentaje de prendimiento 96.7%, la altura promedio 14.6 cm y la profundidad de raíz 97.6 mm. En cuanto al rendimiento, se logró alcanzar 13.8 toneladas por hectárea.

**Palabras claves:** papanabo; requerimiento hídrico; riego por gravedad; coeficiente de cultivo.

## Abstract

The papanabo, a root crop that has been a staple food in human nutrition for a long time, especially before the widespread consumption of potatoes, demonstrates a successful adaptation to the climatic conditions of the Ecuadorian highlands. The objective of the study was to determine the water requirement of the papanabo and its influence on yield. The research was carried out at the Technical University of Ambato, located at a latitude of 01°22'8.1" South, longitude of 78°36'21.2" West, and altitude of 2897 m a.s.l. The average climatic characteristics are a temperature of 13.6 °C and an annual rainfall of 291.06 mm. The experimental area covered 500 m<sup>2</sup> and a total of 705 seedlings were planted, using the gravity irrigation method. Various soil water parameters were evaluated, such as field capacity (FC): 16%, permanent wilting point (PWP): 8.54%, apparent density (Da): 1.2 gr/cm<sup>3</sup> and available moisture: 12.56 mm. The crop

coefficient (Kc) and water requirement were estimated for the initial phenological stage 0.20 and 1.28 mm; development 0.25 and 1.92 mm; medium 0.19 and 3.2 mm; and final 0.16 and 4.48 mm respectively, the crop required a total of 279.5 mm of water, with an irrigation frequency between 3 and 5 days. The biometric characteristics of the plant were recorded, such as the percentage of take-up 96.7%, the average height 14.6 cm and the root depth 97.6 mm. As for yield, 13.8 tons per hectare were achieved.

**Keywords:** papanabo; water requirement; gravity irrigation; crop coefficient.

## Resumo

O papanabo, uma raiz que tem sido um alimento básico na nutrição humana desde há muito tempo, especialmente antes do consumo generalizado da batata, demonstra uma adaptação bem sucedida às condições climáticas das terras altas do Equador. O objetivo do estudo foi determinar a necessidade hídrica do papanabo e a sua influência na produtividade. A pesquisa foi realizada na Universidade Técnica de Ambato, localizada a uma latitude de 01°22'8,1" Sul, longitude de 78°36'21,2" Oeste e altitude de 2.897 m.a.s.l. As características climáticas médias são uma temperatura de 13,6 °C e uma precipitação anual de 291,06 mm. A área experimental foi de 500 m<sup>2</sup> e foram plantadas 705 plântulas, pelo método de rega por gravidade. Foram avaliados vários parâmetros hídricos do solo, como a capacidade de campo (CC): 16%, o ponto de emurchecimento permanente (PMP): 8,54%, a densidade aparente (Da): 1,2 gr/cm<sup>3</sup> e a humidade disponível: 12, 56 mm. O coeficiente de cultura (Kc) e a necessidade hídrica foram estimados para o estado fenológico inicial 0,20 e 1,28 mm; desenvolvimento 0,25 e 1,92 mm; médio 0,19 e 3,2 mm; e final 0,16 e 4,48 mm respetivamente, a cultura necessitou de um total de 279,5 mm de água, com uma frequência de rega entre 3 e 5 dias. Foram registadas as características biométricas da planta, como a percentagem de fixação 96,7%, altura média 14,6 cm e profundidade radicular 97,6 mm. Em relação à produtividade, foi possível atingir as 13,8 toneladas por hectare.

**Palavras-chave:** papanabo; necessidade de água; rega por gravidade; coeficiente de colheita.

## Introducción

Este documento presenta una investigación centrada en la determinación del requerimiento hídrico del papanabo (*Brassica rapa* L. var. purple top White globe), una hortaliza adaptada a climas fríos

y templados con propiedades nutricionales y medicinales. El requerimiento hídrico de un cultivo representa la cantidad de agua necesaria para su óptimo crecimiento y desarrollo, influenciado por factores como el clima, el tipo de suelo, las características de la planta y las prácticas agronómicas. La comprensión precisa de estos requisitos es esencial para optimizar el uso del agua y mejorar tanto la producción como la calidad del cultivo (Camposano et al., 2015).

El problema de investigación aborda la falta de información sobre los requerimientos hídricos específicos del papanabo en la zona de estudio, así como la ausencia de métodos adecuados para su estimación y programación de riego. En este contexto, el objetivo general de la investigación es determinar los requerimientos hídricos del cultivo durante sus distintas etapas fenológicas, al mismo tiempo que se evalúan sus parámetros biométricos y rendimiento.

Para llevar a cabo la investigación, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de antecedentes teóricos y empíricos relacionados con el cultivo. Se abordaron aspectos como los métodos de estimación de la evapotranspiración, el balance hídrico, el calendario de riego y los parámetros biométricos. La recopilación de datos específicos sobre clima y suelo de la Universidad Técnica de Ambato, donde se desarrolló el ensayo, respalda la investigación (Castaño et al., 2024).

El propósito central de este estudio fue determinar el requerimiento hídrico del papanabo (*Brassica rapa* L. var. purple top White globe) en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato. Esto se logró mediante la aplicación de diversos métodos de estimación de la evapotranspiración y la evaluación detallada de los parámetros hídricos del suelo y del cultivo. Además, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los parámetros biométricos y el rendimiento del papanabo bajo condiciones de riego variadas. Los resultados obtenidos ofrecen una base sólida para mejorar la planificación y gestión del riego en este cultivo (Bolaño et al., 2021).

## **Metodología**

Indicar las actividades desarrolladas desde el establecimiento del cultivo, las actividades culturales; las mediciones realizadas; hasta la cosecha.

### **Determinación de los parámetros hídricos del suelo**

#### **Capacidad de Campo guía procedimiento**

$$\% CC = (Suelo fresco - suelo seco) \times 100 / suelo seco$$

#### **Punto de Marchitez Permanente formula**

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

### **Humedad disponible o aprovechable fórmula**

$$AGUA \acute{U}TIL = CC - PM * Profundidad \ de \ la \ ra\i\z$$

### **Densidad Aparente guía práctica**

$$Da = m/v$$

### **Riego inicial para llegar a capacidad de campo (método gravimétrico)**

Al momento de realizar el trasplante, tuvimos que regar una cantidad considerable de agua en el suelo a sembrar para así obtener un buen prendimiento y su desarrollo con relación a las condiciones que el clima nos brindara.

Al tomar tres muestras de 50 gr cada una, se pudo determinar el porcentaje de humedad, siendo que estas muestras se tomaron a una profundidad de 15-30 cm con el barreno. Estas muestras fueron tomadas diariamente para después colocarlas en capsulas de porcelana, por consecuente se tamizo para poder tener un excelente resultado y pesamos cada muestra para así poner las mismas en la estufa.

Para el cálculo de:

#### **Humedad:**

$$\%H = ((Pf - Ps)/Ps) * 100$$

Donde:

**Pf:** Peso fresco, pesado después de que la muestra sea tomada.

**Ps:** Peso seco, suelo que es pesado después de haber sido colocado en la estufa a 105°C durante un día (24h).

#### **Coefficiente del cultivo (kc) según las etapas fenológicas**

Kc: Se pudo observar las diferentes etapas fenológicas del cultivo (papanabo), siendo estas las 4 etapas fenológicas completas: Inicial, Desarrollo, Media y Final.

Kc Teórico: En el libro 56 de la FAO se encontró la información necesaria reflejando los siguientes resultados.

#### **Cultivo de Papanabo**

Kc: inicial 20; Kc desarrollo 25; Kc medio 19; Kc final 16.

## **Balance hídrico**

En cuanto al balance hídrico, en mi zona designada, se necesitó parámetros de medición, precipitación y evaporación para determinar dicho balance. Estos datos fueron tomados diariamente del pluviómetro y tanque evaporímetro casero

## **Calendario de riego**

Para la elaboración del calendario de riego tuvimos en cuenta varios puntos o variables como son: días después del trasplante, evaporación, humedad del suelo, precipitación, etc.

## **Requerimiento hídrico**

En el cálculo del requerimiento Hídrico se necesitan las siguientes variables:

Coeficiente del cultivo  $K_c$ , cálculo de la evapotranspiración potencial ( $E_{To}$ ), evapotranspiración del cultivo ( $E_{Tc}$ ), agua útil ( $A_u$ ), lamina neta ( $L_n$ ), frecuencia de riego ( $F_r$ ), lamina bruta ( $L_b$ ), Volumen de riego ( $V_r$ ), tiempo de riego ( $T_r$ ).

$A_u$ = Capacidad de campo\* punto de marchitez permanente\* densidad aparente\* profundidad radicular.

$L_n$ = Agua útil \*Umbral de riego

## **Umbral de riego**

Hortalizas= 0,25-0,35

Frutales= 0,40- 0,60

*Frecuencia de Riego ( $F_r$ ) = Lamina neta/ Evapotranspiración del cultivo*

*Lamina bruta( $L_b$ ) = (Evapotranspiración del cultivo \*  $F_r$ )/Eficiencia de riego*

## **Método gravitacional 55%**

*Volumen de riego ( $V_r$ ) = Lamina bruta \* área mojada*

*Tiempo de riego( $T_r$ ) = Lamina bruta/ Volumen de riego*

Orden de cálculo: La evaluación de este requerimiento hídrico de papanabo se relaciona con las etapas fenológicas siendo que el requerimiento hídrico es el producto de la lámina neta total.

## **Parámetros biométricos**

### **Porcentaje de prendimiento**

Se realizó un conteo del número de plantas que fueron plantadas el 26 de octubre, después de 8 días se realizó un conteo exhaustivo de las plantas que si se asentaron. Realizando así el cálculo que se necesita para la regla de 3.

### **Altura de la planta**

Para observar la evolución de la altura de la planta (papanabo), se toma los datos de las 12 plantas seleccionadas de la parcela neta de manera que esta medición se tome con una regla o calibrador desde el cuello de la planta hasta la parte final del tallo (ápice). Datos que fueron tomados semanalmente.

### **Profundidad radicular (rizotróf)**

Para realizar esta evaluación se ejecutó una práctica de laboratorio (rizotróf) la cual consiste en escoger una planta de la parcela neta y colocarla en el cubo de vidrio después de haber determinado los cuadros de medida de 1\*1 cm para así poder medir la raíz de mejor manera. Estos datos fueron anotados y representados.

### **Tipo de hoja y longitud de la hoja explicación**

Tipo: hoja lirada con segmentos laterales y dentado

Para determinar el tipo de hoja se hizo una revisión bibliográfica donde se pudo apreciar que la hoja del papanabo es lanceras profundamente lobuladas palmatinervias verde claro peciolo suculentos de inserción en roseta color blanco verdoso.

Para medir la longitud de la hoja fue necesario medir con los instrumentos de medición requeridas a las 12 plantas seleccionadas.

Número de hojas verdaderas

Estas son evaluadas de las 12 plantas seleccionadas de la parcela neta

13 hojas verdaderas

### **Contenido relativo de agua**

El (WRC) se toma de una muestra de una hoja en la parte baja media y alta de la misma, se somete a una inmersión prolongada (12 horas) en agua destilada consiguiendo así el peso turgente. Durante 48 horas se coloca la muestra vegetal en una estufa a 65°C hasta que se consiga el peso óptimo constante. Por último, se aplica la fórmula que se muestra a continuación:

$$WRC\% = (Pf - Ps) / (PT - Ps) * 100$$

Donde:

Pf: Peso fresco de la muestra de hojas

PT: peso turgente de la muestra de la hoja

Ps= Peso seco de la muestra de hojas

## **Materia Seca**

Para calcular la materia seca de las hojas debemos tener los siguientes datos:

% de humedad

Dicho valor hay que plantearlo de la siguiente forma:

$$100 - \% \text{ de humedad}$$

El resultado es la materia seca.

## **Rendimiento**

Al extraer la planta completa se representa por órganos como hojas raíz y fruto o tubérculo. El proceso a seguir es muy rápido y bajo la sobra ya que así se evita la pérdida de agua importante para los cálculos (Peso fresco), Luego se separa por órganos: hojas, tubérculos y raíces, registrando el PFT (peso fresco total) por separado, esto se realiza de las tres plantas seleccionadas. Se pica las hojas, tubérculos y raíces colocándolos en sus respectivas fundas de papel y señalándolos para después colocarlas en la estufa a 100°C durante un día (24h) o hasta que el peso se estabilice.

Para sacar el peso seco total de cada órgano en muestra (PST) se usa esta fórmula:

$$PST = (PTF - PSM) / PFM$$

Donde:

**PST**= Peso seco total

**PFT**= Peso fresco total

**PSM**= Peso seco de la muestra

**PFM**= Peso fresco de la muestra

Y para conocer el porcentaje de la materia seca, se toma en cuenta esta fórmula:

$$\% \text{Materia Seca} = (\text{Peso materia seca} / \text{Peso materia húmeda}) * 100$$

## **Rendimiento**

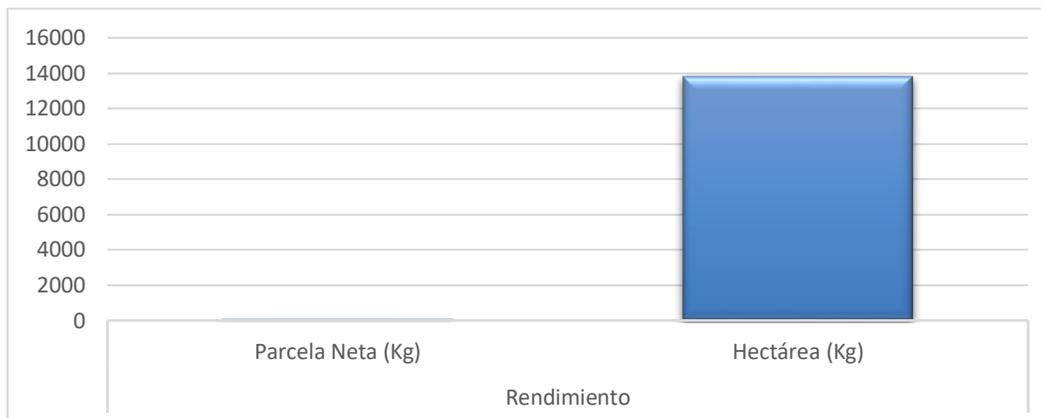
Cosecha total de todas las plantas de la parcela neta

Se peso todas las plantas cosechadas

$$\text{Promedio Pf} = \text{Promedio Ps}$$

## Resultados y Discusiones

**Gráfica 1.** Rendimiento del papanabo en kilogramos (kg).

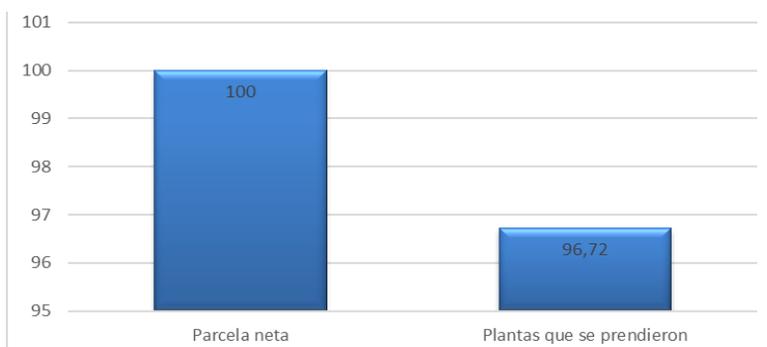


*Elaborado: Autores*

Según (Intriago, 2020), menciona que el rendimiento por hectárea fue mayor con la mayor densidad de siembra, ya que, que también evaluó el rendimiento del papanabo en la zona de Babahoyo, pero con diferente metodología, obteniendo un valor de 36,9 toneladas con 90 plantas por metro cuadrado. Sin embargo, los demás parámetros agronómicos se redujeron conforme aumentó la densidad de siembra. Estas diferencias podrían deberse a varios factores como las condiciones ambientales, variedad de semilla y manejo del cultivo

Estos resultados se pueden comparar con los del estudio propuesto, en el que se obtuvo el rendimiento del papanabo en términos de la cantidad de producto cosechado por unidad de área, obteniendo un promedio de 13,82576 t/ha. El rendimiento se vio influenciado por los requerimientos hídricos del cultivo, que se determinaron en función de las etapas fenológicas, la evapotranspiración y el balance hídrico. Se coincide con la información de (Intriago, 2020) y la obtenida en este estudio, ya que cada caso muestra el rendimiento del cultivo bajo diferentes condiciones y cabe mencionar que el rendimiento va a aumentar proporcionalmente a la densidad de siembra, por lo que, la metodología a utilizar para el rendimiento del cultivo dependerá del uso que se vaya a dar al producto, sabiendo que, al aumentar el rendimiento incrementando el número de plantas en área cultivada bajara características nutricionales y contenido de agua al producto final.

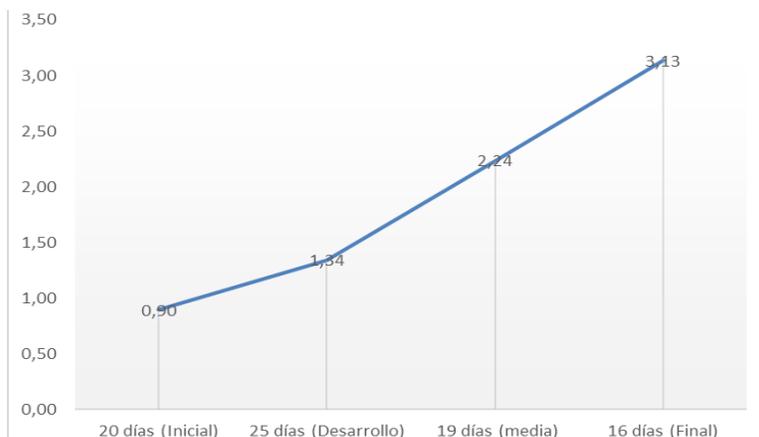
**Gráfica 2.** Porcentaje de prendimiento en relación con el porcentaje de riego (%).



*Elaborado: Autores*

Según (Intriago, 2020), menciona que el porcentaje de prendimiento del papanabo utilizando diferentes requerimientos hídricos fue de 82,5% con un riego de 50% de la evapotranspiración. Sin embargo, el porcentaje de prendimiento fue mayor con el riego óptimo, alcanzando un valor de 98,3% con un riego de 100% de la evapotranspiración. Estos datos en contraste según el estudio de la determinación del requerimiento hídrico del papanabo, el porcentaje de prendimiento del cultivo de papanabo trasplantado fue de 96,72%, lo que refleja una buena respuesta y adaptación de las plántulas al suelo y al clima. Este porcentaje es alto en comparación con otros cultivos de hortalizas, lo que demuestra la resistencia y el potencial productivo del papanabo. Por lo tanto, se puede concluir que el porcentaje de prendimiento del papanabo depende de varios factores, entre uno de ellos analizados tanto por (Intriago, 2020) y el estudio es el riego óptimo, ya que en este se puede obtener hasta un 98.3 % de prendimiento al 100 % de efectividad en el riego.

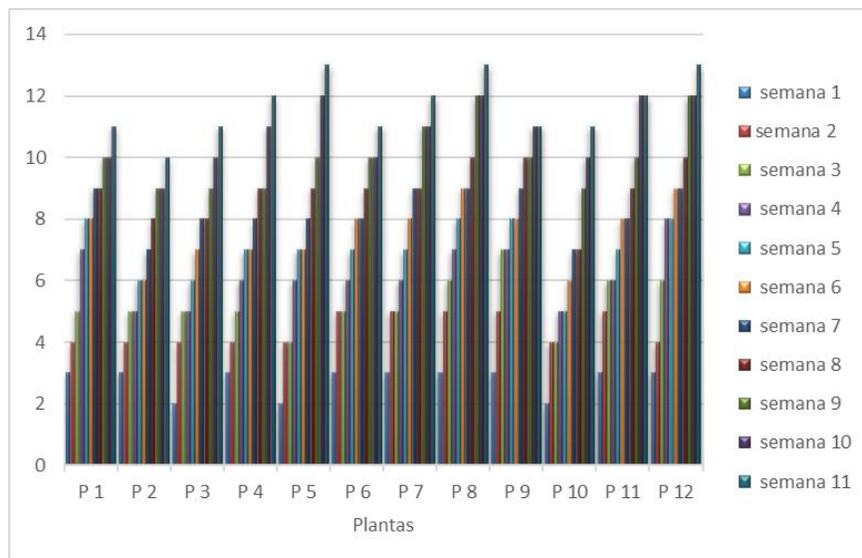
**Gráfica 3.** Lamina neta en función a las etapas fenológicas (mm).



*Elaborado: Autores*

La lámina neta de riego es un parámetro importante para determinar la cantidad y frecuencia de agua que se debe aplicar a los cultivos de hortalizas, como el papanabo. Según el documento que se analiza, la lámina neta depende del agua útil del suelo, el umbral de riego y las etapas fenológicas del cultivo y se obtuvo una lámina neta en promedio de 1,90 mm. Estos resultados son similares a los reportados por (Vázquez & Sánchez, 2006), quien también utilizó el método gravimétrico para calcular la lámina neta de riego en hortalizas y obtuvo como resultado LN: 4 mm. La diferencia de los datos de (Vázquez & Sánchez, 2006) y los datos obtenidos en el estudio puede ser debido a las diferencias en las condiciones climáticas típicas de cada sector, sin embargo, para determinar la Lámina neta de riego mediante el método gravimétrico es una propuesta interesante y utilizada por otros autores que arrojan datos confiables.

**Gráfica 4.** Numero de hojas verdaderas según el rango de riego por cada planta.

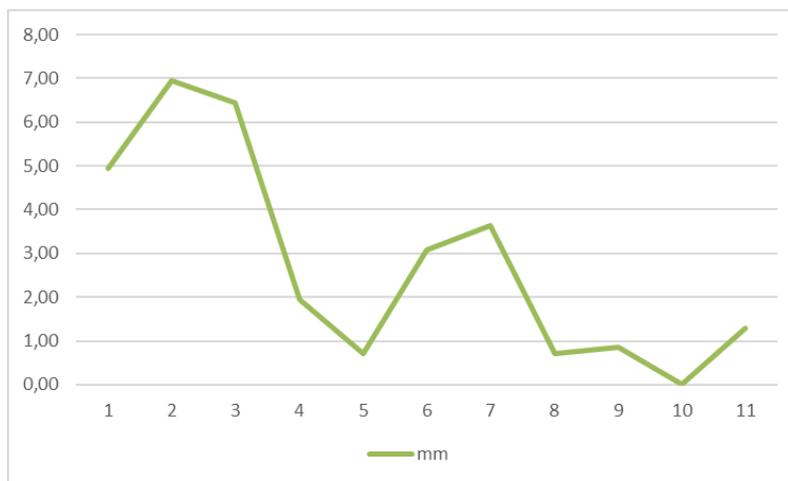


*Elaborado: Autores*

El número de hojas verdaderas es una variable que refleja el crecimiento y desarrollo del cultivo de papa nabo. Según el documento propuesto, el número de hojas verdaderas por planta fue afectado por la frecuencia de riego, siendo mayor con el riego cada 8 días y menor con el riego cada 2 días. Estos resultados son consistentes con los reportados por (Rendon, 2013), quien también encontró que el riego cada 8 días favoreció el número de hojas verdaderas del papa nabo en la zona de Babahoyo. La información de (Rendon, 2013) y el estudio realizado sugiere que esto se debe a

que el riego cada 8 días favoreció el desarrollo foliar del cultivo, mientras que el riego más frecuente provocó una menor producción de hojas debido al estrés hídrico, también se puede señalar que el número de hojas verdaderas por planta aumentó a lo largo del ciclo vegetativo, alcanzando su máximo valor en la etapa media.

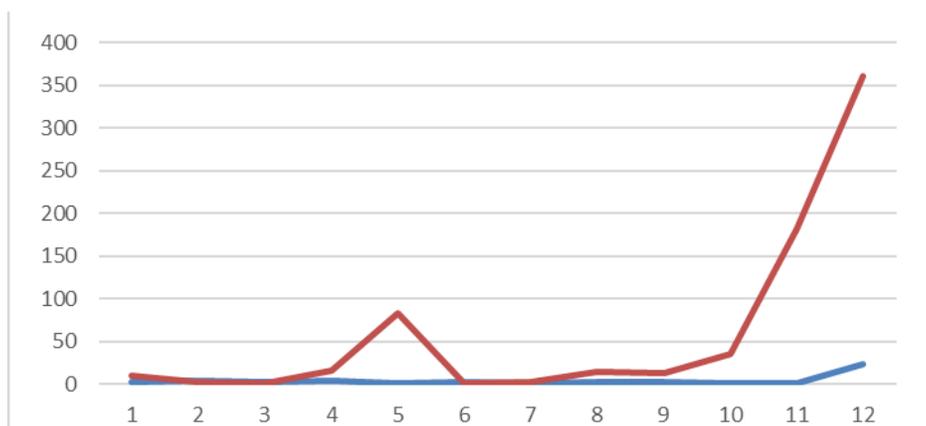
**Gráfica 5. Calendario de riego**



*Elaborado: Autores*

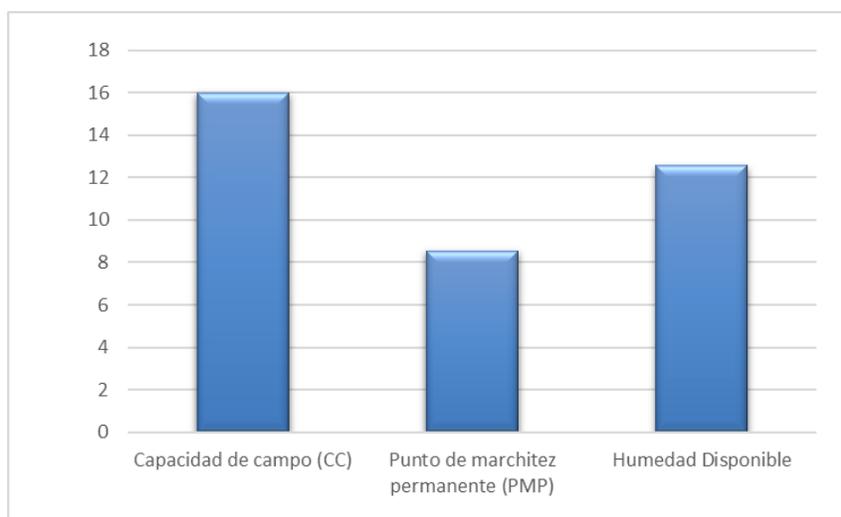
El calendario de riego es una herramienta que permite planificar y optimizar el uso del agua en los cultivos de hortalizas, como el papanabo. Según el documento realizado, el calendario de riego trasplantado con diferentes frecuencias de riego (12 riegos), con una lámina bruta total de 392,4 mm y un rendimiento de 1385 t/ha. Estos resultados son similares a los reportados por (Cisneros, 2021), quien también utilizó el método gravimétrico para calcular el calendario de riego en hortalizas. Sin embargo, existen otros métodos para estimar el calendario de riego, como el balance hídrico del conjunto suelo-planta-atmósfera, que considera la evapotranspiración de referencia, el coeficiente del cultivo y la precipitación efectiva. Los resultados de (Cisneros, 2021) y el estudio realizado muestran una organización efectiva en la planificación del calendario de riego en base a los parámetros reales que afectan al cultivo y que al medirlos proporciona datos confiables para elaborar dicho calendario.

**Gráfica 6. Balance hídrico (mm).**



*Elaborado: Autores*

**Gráfica 7. Capacidad de campo (CC), punto de marchitez permanente (PMP) y humedad disponible en milímetros cada uno(mm).**

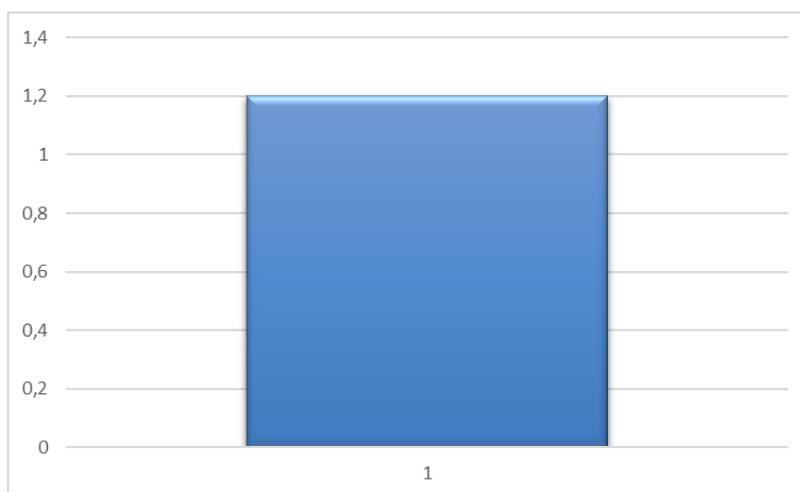


*Elaborado: Autores*

Según (Giménez & Petillo, 2024) expone que para calcular el balance hídrico se debe contar con datos de precipitación, evaporación, humedad del suelo, coeficiente del cultivo, evapotranspiración potencial y real, lámina neta y bruta, frecuencia y volumen de riego, y tiempo de riego para cubrir el requerimiento hídrico del cultivo al planificar un calendario de riego para las etapas fenológicas del cultivo. Según el estudio realizado, el balance hídrico es una herramienta que permite evaluar la disponibilidad y el uso del agua en los cultivos de hortalizas, como el papanabo, por ello, el balance hídrico del cultivo de papa nabo sembrado con diferentes frecuencias de riego fue positivo

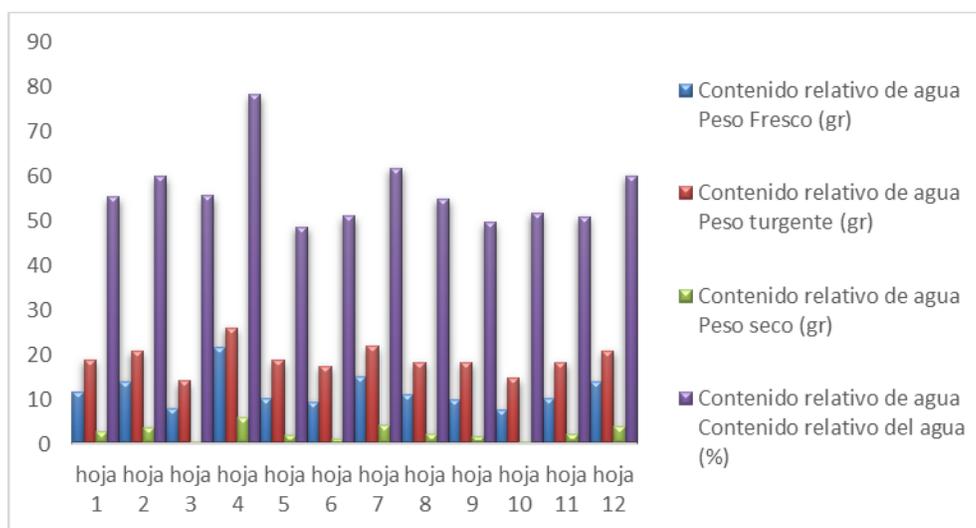
en la mayoría de los días, lo que indica que el suelo tenía suficiente agua para el cultivo. En comparación a los datos de (Giménez & Petillo, 2024) y los que se obtuvo en el estudio se determina que el balance hídrico es vital para planificar efectivamente un calendario de riego y así cubrir las necesidades hídricas del cultivo de papanabo y así evitar que en algún punto del ciclo pueda verse afectado por estrés hídrico consecuente de la pérdida de capacidad de campo en el suelo.

**Gráfica 8.** Densidad aparente del suelo (gr/cm<sup>3</sup>)



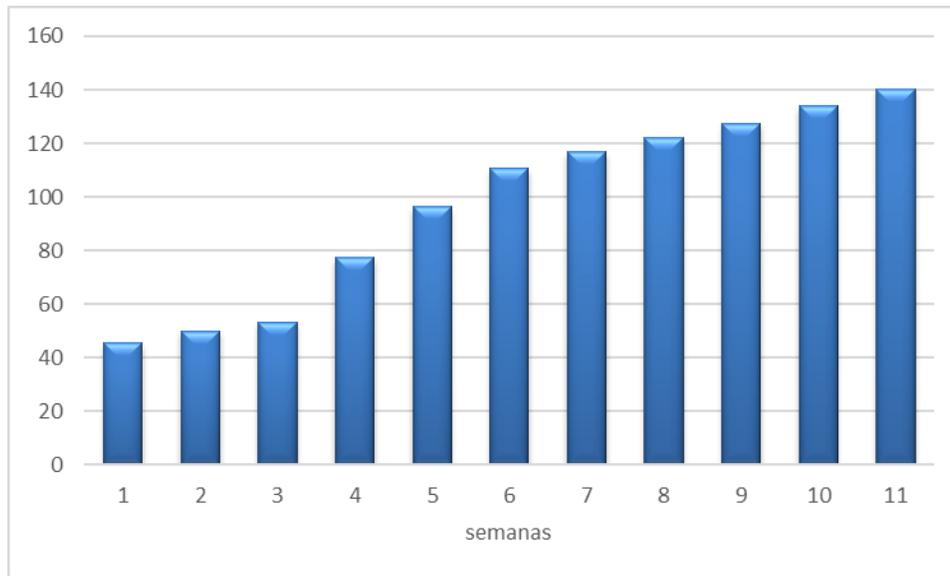
*Elaborado: Autores*

**Gráfica 9.** Contenido relativo de agua (%)



*Elaborado: Autores*

**Gráfico 10.** Profundidad de la raíz por cada semana (mm).



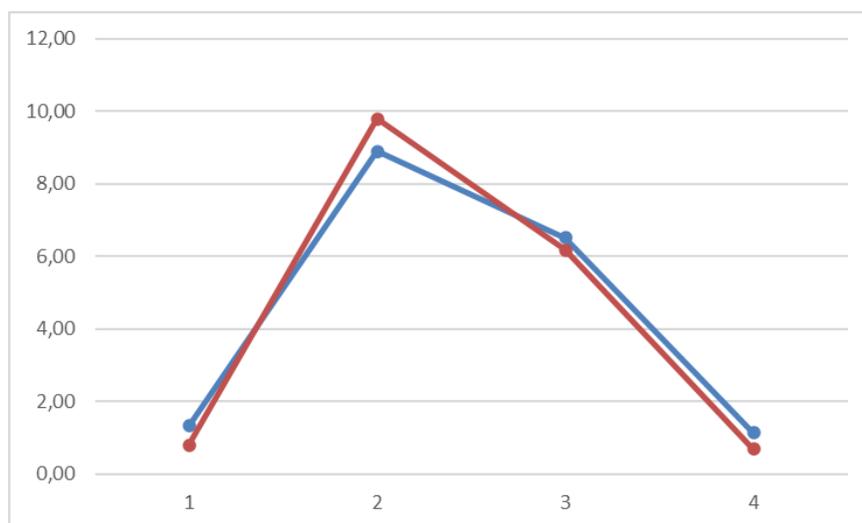
*Elaborado: Autores*

La densidad, el contenido relativo de agua y la profundidad son parámetros que influyen en el comportamiento hídrico del suelo y el cultivo de papanabo. Según el documento propuesto, el suelo tiene una densidad media, una humedad adecuada y una profundidad radicular de 25 cm, lo que favorece el desarrollo del cultivo. Estos resultados son similares a los reportados por (Lozano et al., 2020) en el artículo titulado “Infiltración y escurrimiento de agua en suelos de una cuenca en el sur de México”, que también evaluó estos parámetros en el cultivo de papanabo en la zona de Chiapas, y encontró que el suelo tiene una densidad de 1,3 g/cm<sup>3</sup>, un contenido relativo de agua de 0,7 y una profundidad radicular de 24 cm. Sin embargo, existen otros estudios que muestran valores diferentes, como el de Rendón (2013), que evaluó el cultivo de papa nabo en la zona de Babahoyo, y encontró que el suelo tiene una densidad de 1,5 g/cm<sup>3</sup>, un contenido relativo de agua de 0,5 y una profundidad radicular de 20 cm. Estas diferencias podrían deberse a las características del suelo, el clima, la variedad y el manejo del cultivo. Por lo tanto, se puede concluir que la densidad, el contenido relativo de agua y la profundidad son factores que deben ser considerados para optimizar el riego y la producción del cultivo de papa nabo.

Según (Narváez, 2017), menciona que las raíces del papanabo suelen extenderse a una profundidad de alrededor de 30 a 60 centímetros en el suelo. Estas raíces suelen ramificarse y extenderse más lateralmente que verticalmente, sin embargo, es importante considerar que esta profundidad puede

variar según la disponibilidad de agua y nutrientes en el suelo. Algunos estudios sugieren que las raíces pueden llegar a profundidades mayores si el suelo tiene una buena capacidad de retención de agua y nutrientes, pero generalmente las raíces del nabo se concentran en las capas más superficiales del suelo donde pueden acceder con mayor facilidad a estos.

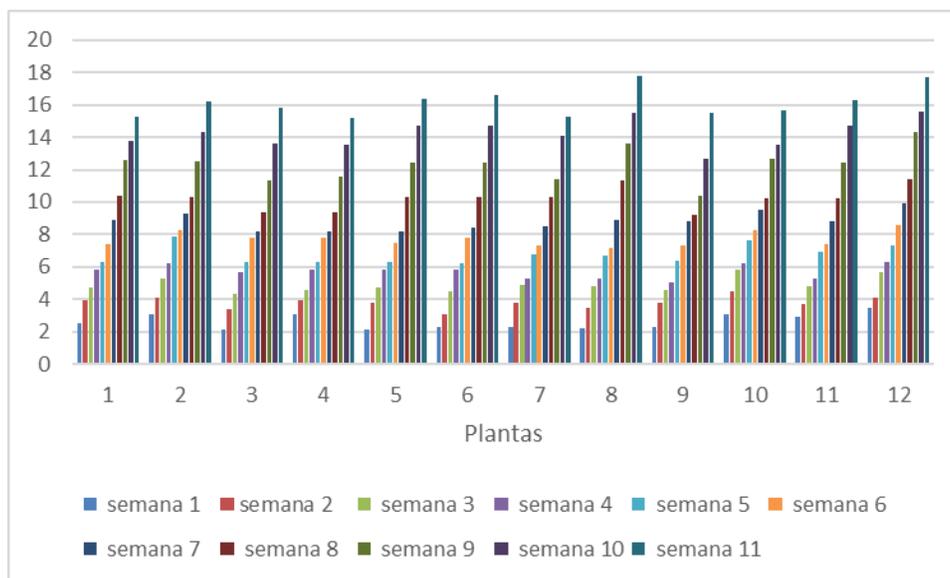
**Gráfico 11.** Evapotranspiración real y teórica (mm).



*Elaborado: Autores*

Según (Rodríguez, 2018), menciona que, en el caso específico del cultivo de papas nabos, comprender la evapotranspiración es vital para programar el riego de manera precisa, evitando tanto el estrés hídrico que puede afectar su crecimiento como el exceso de agua que puede propiciar enfermedades y pérdida de nutrientes. Conocer la cantidad de agua que la planta necesita en diferentes etapas de su ciclo de crecimiento permite optimizar el uso del recurso hídrico, mejorar los rendimientos y la calidad del cultivo. Según (Arcos, 2010), menciona que, en sus investigaciones sobre la transferencia de energía en la biosfera, destacó el papel crucial de la evapotranspiración en el ciclo del agua y la influencia de esta en el balance hídrico de los cultivos. Sus estudios sientan las bases para comprender cómo la evapotranspiración afecta directamente al crecimiento y desarrollo de los cultivos, incluyendo los papas nabos.

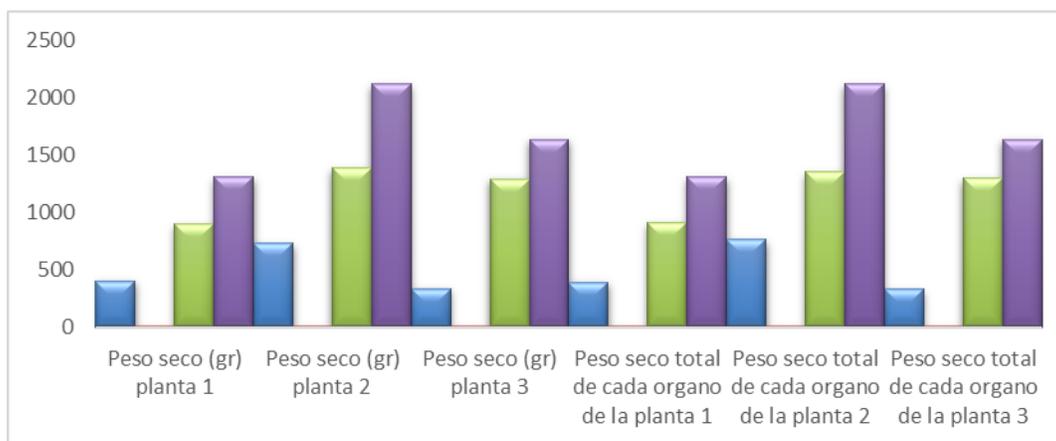
**Gráfica 12. Longitud de hoja (cm).**



*Elaborado: Autores*

Según Chango (2018), menciona que La longitud de las hojas del nabo puede variar desde alrededor de 15 a 60 centímetros, aunque este rango puede ser más amplio dependiendo de factores como el ambiente, el suelo y la salud general de la planta. En cuanto a la discusión de autores, diferentes investigadores y expertos en horticultura han observado estas características de las hojas del nabo a lo largo del tiempo, proporcionando datos empíricos y experiencias en sus estudios y trabajos relacionados con la agronomía y la producción de hortalizas.

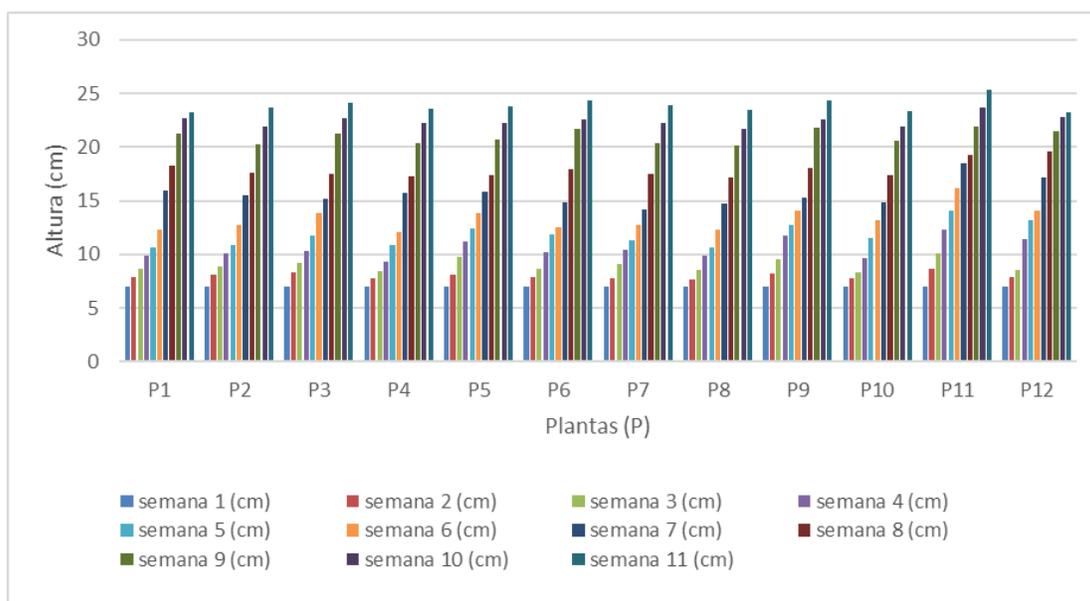
**Gráfica 13. Materia seca (gr).**



*Elaborado: Autores*

Según Salazar (2014), menciona que los niveles de materia seca en el papa nabo pueden estar aproximadamente en el rango del 7% al 10% en peso, aunque estos valores pueden variar considerablemente. Sin embargo, no tengo acceso directo a discusiones específicas con autores en este momento para proporcionar citas precisas sobre los niveles exactos de materia seca en el papa nabo. Estos valores suelen estar documentados en investigaciones científicas, estudios agrícolas o informes de campo que evalúan la composición de las plantas en términos de materia seca.

**Gráfica 14.** Altura de la planta (cm).



*Elaborado: Autores*

Según Gómez (2011), menciona que las hojas verdaderas del papa nabo, pueden proporcionar una visión general basada en la literatura disponible. Las discusiones sobre las hojas verdaderas del papa nabo generalmente se centran en su morfología, tamaño, disposición y función en el desarrollo de la planta. Estas discusiones pueden variar en base a observaciones empíricas, estudios de campo, investigaciones botánicas y análisis de las etapas de crecimiento de la planta

Según Herrazo (2019), menciona que el rendimiento del papa nabo, como cualquier otro cultivo, El nabo se evalúa generalmente en términos de la cantidad de producto cosechado por unidad de área, ya sea en peso (toneladas por hectárea, por ejemplo) o en número de raíces.

## Conclusiones y Recomendaciones

- Se determinó los requerimientos hídricos del papa nabo (*Brassica rapa* L. var. purple top White globe), en donde el agua útil determinada fue de 12.53mm, la lámina neta de 3,13 y de la profundidad total fue de 140 mm, por lo tanto, estos fueron los datos obtenidos de una investigación realizada por 11 semanas para poder determinar los datos requeridos.
- Se determinó el Kc del cultivo del papa nabo, en donde pudimos conocer las necesidades de agua que requiere el cultivo a lo largo de su estado fenológico, para el cálculo del Kc existen varios métodos, pero el que utilizamos fue de que debemos tener en cuenta los valores de evapotranspiración y los días de cada etapa fenológica del cultivo del papa nabo.
- Se determinó los parámetros biométricos del cultivo del papa nabo, por el cual los datos fueron tomados mediante la práctica realizada en el campo y posteriormente en el laboratorio, por el cual se obtuvo los siguientes datos de capacidad de campo de 16%, en el punto de marchitez 8,54 %.

## Referencias

1. Arcos, U. (2010). riegos y drenaje . transferencia de energia . <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4743/1/UTC-PIM-000166.pdf>.
2. Bejarano, K. ( 2012). Stydymaster . Transpiración de plantas. <https://www.studysmarter.es/resumenes/biologia/reino-vegetal/transpiracion-de-las-plantas/>.
3. Bolaño, M., José, M., & Pacheco, R. (2021). Requerimientos hídricos del cultivo de banano y plátano. Agrosavia. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.video.2021.12>
4. Camposano, C., Espinosa, B., & Proaño Saraguro, Jaime. (2015). Programación del riego del banano (*Musa paradisiaca*) en finca San José 2, Los Ríos, Ecuador. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(2), 18–22. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-00542015000200003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542015000200003)
5. Castaño, Á., Aristizábal, M., & González, H. (2024). REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DEL PLÁTANO DOMINICO- HARTÓN (*Musa AAB SIMMONDS*) EN LA REGIÓN SANTÁGUEDA (PALESTINA, CALDAS). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación*

- Científica, 15(2), 331–338. [http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-42262012000200010](http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262012000200010)
6. Chango, S. (2018). Agripets. Tipo de hoja del papa nabo. <https://agrimportec.com/productos/papa-nabo-puerple-top/>.
  7. Cisneros, A. (2021). Apuntes de Riego y Drenaje v.2. 1library.co. <https://1library.co/document/zwogg2ly-apuntes-de-riego-y-drenaje-v-2.html>
  8. Giménez, L., & Petillo, G. (2024). Evapotranspiración de cultivos de verano para dos regiones climáticamente contrastantes de Uruguay. *Agrociencia (Uruguay)*, 15(2), 100–108. [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S2301-15482011000200012&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S2301-15482011000200012&script=sci_arttext)
  9. Gomez, O. (2011). Agripert. Hojas verdaderas del papa nabo. <https://nuestraflora.com/c-tuberculos/nabo/>.
  10. Gouthe, I. (2015). Seccion 7 de primaria . importancia del agua . [https://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Curso/curso-virtual/Modulos/modulo2/2Primaria/m2\\_primaria\\_sesion\\_aprendizaje/Sesion\\_7\\_Primaria\\_Grado\\_5\\_AGUA\\_ANEXO6](https://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Curso/curso-virtual/Modulos/modulo2/2Primaria/m2_primaria_sesion_aprendizaje/Sesion_7_Primaria_Grado_5_AGUA_ANEXO6).
  11. Herrazo, H. ( 2019). Varied . Rendimiento del papa nabo. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/6839>.
  12. Ibañez, J. (2006). Madrigad . El agua del suelo. <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2006/05/17/23216>.
  13. Intriago, G. (2020). Comportamiento agronómico del cultivo de Papanabo (*brassica rapa* var. purple top white globe) sembrado con diferentes densidades en la zona de Babahoyo. *Utb.edu.ec*. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/248>
  14. Joyce, K. (2016). Club agua . La hidrología del suelo, clave en la profundidad de las raíces de las plantas. <https://www.iagua.es/noticias/ep/17/09/19/hidrologia-suelo-clave-profundidad-raices-plantas>.
  15. Lara, R. (2018). Protec. Productos del Ecuador . <https://www.lacamara.org/website/principales-productos-exportados-a-la-union-europea/#:~:text=Banano%2C%20at%C3%BAn%2C%20camar%C3%B3n%2C%20caca%20o,al%20potencial%20agr%C3%ADcola%20de%20Ecuador>.

16. Lopez, J. (2001). *microsof word . tesis de maestria conceptos basicos .* <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/20361/Capitulo3.pdf>.
17. Lozano, S., Aquino, J., Pérez, M., Castañeda, E., Díaz, G., & Santiago, G. (2020). *Infiltración y escurrimiento de agua en suelos de una cuenca en el sur de México.* *Terra Latinoamericana*, 38(1), 57–57. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i1.443>
18. Matirh, T. (2019). *Coused .* <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/277/T-UTB-FACIAG-AGR-000066.02.pdf?sequence=8&isAllowed=y>.
19. Melville, H. (2006). *Estudio FAO riegos y drenajes. Evotranspiracion.* <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>.
20. Narvaez, J. (2017). *Altured. Altura del papa nabo.* <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/248/T-UTB-FACIAG-AGROP-000022.pdf?sequence=6&isAllowed=y>.
21. Naula, T. (2009). *Sliderdare . papa nabo .* <https://es.slideshare.net/SofiaSuquillo/nabo>.
22. Palate, k. (2022). *Climatologia . Climas eficientes .* <https://sensorgo.mx/medicion-climatica/>.
23. Perez, I. (2017). *Agronit . Pofundidad de raiz de nabo.* <https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Nabo.html>.
24. Rendon, v. (2013). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO.* In [dspace.utb.edu.ec](http://dspace.utb.edu.ec). <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/248/T-UTB-FACIAG-AGROP-000022.pdf>
25. Rodriguez, I. (2018). *Cultivet. cultivos de papa nabo .* <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4743>.
26. Sade, M. (2014). *microsof word . evotranspiración.* [https://www.mapa.gob.es/es/sistema/includes/errores/404.aspx?aspxerrorpath=/es/desarrollo-rural/temas/gestion-sostenible-regadios/Evapotranspiraci%C3%B3n\\_tcm30-82951.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/sistema/includes/errores/404.aspx?aspxerrorpath=/es/desarrollo-rural/temas/gestion-sostenible-regadios/Evapotranspiraci%C3%B3n_tcm30-82951.pdf).
27. Salazar, G. (2014). *Riegos y drenajes . Materia seca .* [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1984\\_07.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1984_07.pdf).
28. Vázquez, H., & Sánchez, R. (2006). *PLANICIE HUASTECA.* In *INIFAP Noreste.* <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/77.pdf>
29. Wison, A. (2021). *Agua y bienestar . redimiento del agua .* <http://portal.amelica.org/ameli/journal/394/3941748010/html/>.

30. Yara, H. (2017). Riego y drenajes . Tipos de riegos . <https://www.gob.mx/siap/articulos/en-la-agricultura-los-sistemas-de-riego-son-utilizados-para-un-aprovechamiento-optimo-del-agua?idiom=es#:~:text=Actualmente%20existen%20diferentes%20sistemas%20de,y%20por%20gravedad%2C%20entre%20otros.>

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/>).