



*Coeficiente de cultivo (kc) de alnus acuminata (aliso) en etapa de vivero*

*Crop coefficient (kc) of alnus acuminata (alder) in the nursery stage*

*Coeficiente de cultura (kc) de alnus acuminata (amieiro) na fase de Viveiro*

Keily Jasmin Tenecela-Buestan <sup>I</sup>

[keily.tenecela@esPOCH.edu.ec](mailto:keily.tenecela@esPOCH.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-8567-0761>

Pablo Sebastián Álvarez-Cortez <sup>II</sup>

[sebas\\_alvarez1895@hotmail.com](mailto:sebas_alvarez1895@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-3003-8299>

Karla Milena González-Valdez <sup>III</sup>

[karla.gonzalezv@esPOCH.edu.ec](mailto:karla.gonzalezv@esPOCH.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-6943-8823>

Daniel Arturo Román-Robalino <sup>IV</sup>

[daniel.roman@esPOCH.edu.ec](mailto:daniel.roman@esPOCH.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-9172-3201>

Juan Eduardo León-Ruiz <sup>V</sup>

[juan.leon@esPOCH.edu.ec](mailto:juan.leon@esPOCH.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-5304-7959>

**Correspondencia:** [keily.tenecela@esPOCH.edu.ec](mailto:keily.tenecela@esPOCH.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

\***Recibido:** 02 de enero de 2022 \***Aceptado:** 20 de enero de 2022 \* **Publicado:** 08 de febrero de 2022

- I. Ingeniera Forestal, Investigador independiente, Riobamba, Ecuador.
- II. Ingeniera Forestal, Investigador independiente, Riobamba, Ecuador.
- III. Ingeniera en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial, Máster en Hidrología y Gestión de Recursos Hídricos, Docente Investigador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) Centro Experimental del Riego, Riobamba, Ecuador.
- IV. Ingeniero Agrónomo, Máster en Agricultura sostenible, Docente Investigador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Centro Experimental del Riego, Riobamba, Ecuador.
- V. Doctoris Philosophiae en Recursos Hídricos, Docente Investigador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Centro Experimental del Riego, Riobamba, Ecuador.

## Resumen

Ecuador es un país megadiverso en flora y fauna, con el transcurrir de los años, se ha podido ver, como ha tomado relevancia el ámbito forestal dentro del sentido económico, social y cultural de una población. El objetivo de la investigación es determinar el coeficiente de cultivo (Kc) de *Alnus acuminata* (Aliso) en etapa de vivero. Se trabajó con 500 semillas de aliso (*Alnus acuminata*) recolectadas de los árboles encontrados dentro de las instalaciones de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Se recolectó directamente del árbol, cuando presentaban una coloración verde amarillenta ya que son las que tienen mayor porcentaje de germinación. No se realizó ningún tratamiento pregerminativo, aplicándose 3 tratamientos en 3 repeticiones considerando el diseño de bloques completos al azar. La evaluación se basó en la cantidad de plantas prendidas a los 15 días después del repique. Concluyendo, que el ciclo total del cultivo del aliso tuvo una duración para el Tratamiento 1, 100% de agua en capacidad de campo, de 185 días después del repique; 199 días para el Tratamiento 2, 75% de agua en capacidad de campo, y 211 días para el Tratamiento 3 de 50% de agua en capacidad de campo.

**Palabras clave:** Aliso; Coeficiente de cultivo; Vivero.

## Abstract

Ecuador is a mega diverse country in flora and fauna, it has been possible to see over the years how the forestry field has taken relevance in the economic, social and cultural sense of a population. The objective of the research is to determine the crop coefficient (Kc) of *Alnus acuminata* (Alder) in nursery stage. We worked with 500 seeds of alder (*Alnus acuminata*) collected from trees found within the facilities of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. They were collected directly from the tree, when they presented a yellowish green coloration since they are the ones that have the highest germination percentage. No pre-germination treatment was carried out; three treatments were applied in three replications using a randomized complete block design. The evaluation was based on the number of plants set 15 days after replanting. It was concluded that the total alder crop cycle had a duration for Treatment 1, 100% water at field capacity, of 185 days after replanting; 199 days for Treatment 2, 75% water at field capacity, and 211 days for Treatment 3 of 50% water at field capacity.

**Keywords:** Alder; Crop coefficient; Nursery.

## Resumo

O Equador é um país megadiverso em termos de flora e fauna, e ao longo dos anos tornou-se claro como o sector florestal se tornou relevante no sentido económico, social e cultural de uma população. O objectivo da investigação é determinar o coeficiente de crescimento (Kc) de *Alnus acuminata* (Alder) na fase de berçário. Trabalhámos com 500 sementes de amieiro (*Alnus acuminata*) colhidas em árvores encontradas nas instalações da Escola Superior Politécnica de Chimborazo. Foram recolhidos directamente da árvore, quando tinham uma coloração amarelo-esverdeada, uma vez que têm a maior percentagem de germinação. Não foi realizado nenhum tratamento pré-germinação, e foram aplicados três tratamentos em três réplicas utilizando um desenho de bloco completo aleatório. A avaliação baseou-se no número de plantas fixadas 15 dias após a replantação. Concluiu-se que o ciclo total das culturas de amieiro tinha uma duração para o Tratamento 1, 100% de água na capacidade do campo, de 185 dias após a replantação; 199 dias para o Tratamento 2, 75% de água na capacidade do campo, e 211 dias para o Tratamento 3 de 50% de água na capacidade do campo.

**Palavras-chave:** Amieiro; Coeficiente de cultivo; Viveiro.

## Introducción

La planta *Alnus Acuminata* o mejor conocido como “Aliso”, representa a un grupo seleccionado de plantas cuya utilización permite la recuperación de los suelos, por ser una especie que posee cualidades como, rápido crecimiento y el aporte de una cantidad importante de nitrógeno en el suelo (Alcarraz, 2019). Su fácil crecimiento en diferentes tipos de terrenos ha permitido que muchas culturas adopten este tipo de especie para mejorar y dar vida a sus suelos, por lo que han optado cultivarlos en viveros como muestra de su valor para reforestar amplios terrenos que necesitan de sus beneficios (Allen et al., 2006).

Por otra parte, el valor ecológico que recae en esta unidad productiva constituye una estrategia para combatir la erosión de los suelos, (Botero & Dussán, 2001) la misma que requiere de un eficiente sistema integral de los elementos implicados para su productividad, tal es el caso del recurso hídrico como fuente principal para el desarrollo exponencial de la planta (Flores et al., 2012). El correcto suministro de este recurso provee la cantidad necesaria que la planta requiere para su óptimo crecimiento (León Terán, 2018), (Chicas Soto et al., 2014) cuya inversión evite generar pérdidas

innecesarias por el inadecuado riego, así como también problemas de crecimiento, desde la raíz y hasta la muerte prematura de la planta por déficit o exceso de agua (Meruane & Garreaud, 2005). El desconocimiento de los requerimientos hídricos durante la etapa de vivero (Jiménez García, 2016) de especies forestales como *Alnus acuminata* (Aliso) puede ocasionar problemas como el mal manejo y uso del agua de riego desencadenando un nivel bajo de germinación de semillas y emergencia de plántulas (López Pérez, 2016), así como deteriorar la calidad de las plantas producidas en cuanto a sus tiempos de lignificación y posterior salida a campo o a su vez, problemas de adaptación de las plantas al medio ambiente en que fueron plantadas reduciendo su tasa de crecimiento en campo o en casos drásticos (Florido Bacallao & Bao Fundora, 2014) (Anilema Caranqui, 2018), la muerte prematura de los individuos plantados.

El presente proyecto se enfoca en el estudio del requerimiento hídrico de *Alnus acuminata*, en etapa de vivero en condiciones controladas como una característica crucial para consolidar un correcto manejo del agua de riego para la producción de plantas que calidad, ya que, podemos evidenciar que Ecuador no se encuentra libre de la deforestación que anualmente ha ido decreciendo los bosques en la región interandina, cuya vegetación ha sido casi reemplazada en su totalidad por cultivos agrícolas y zonas de pastoreo que, cuando están mal manejados (Gutiérrez Muñoz 2015), degradan en gran medida los suelos; o en otros casos son convertidos en asentamientos urbano. *Alnus acuminata* (Aliso) nos permite recuperar la tierra a través de una destacada característica como es la captación de nitrógeno atmosférico, por medio de su simbiosis con una bacteria filamentosa del género *Frankia*, permitiendo una alta generación de biomasa rica en nitrógeno (Andriani et al., 2016).

## **Metodología**

Para llevar a cabo dicha investigación, se procedió a realizar la siguiente metodología, que para su mejor comprensión se dividió en las siguientes fases:

### ***Fase de preparación de material biológico***

Se trabajó con 500 semillas de aliso (*Alnus acuminata*) recolectadas de los árboles encontrados dentro de las instalaciones de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recolectado directamente del árbol, cuando presentaban una coloración verde amarillenta ya que son las que tienen mayor porcentaje de germinación. No se realizó ningún tratamiento pregerminativo.

### ***Fase de campo y equipos de laboratorio***

Se utilizó el sustrato, sistema de riego por goteo (manguera de goteo no auto compensada Q= 1,6 l/h distancia entre goteros= 0,15 m), fundas de polietileno de 5 x 7, san, flexómetro, almacigo, fundas ziploc, cajas petri, calibrador pie de rey digital, rótulos de identificación, herramientas de labranza, tanque evaporímetro tipo A, pluviómetro, barreno, estufa, balanza, rizotrones, bloques de yeso, porómetro, Cámara de Scholander, y estación meteorológica portátil.

### *Especificaciones del campo experimental*

**Cuadro N° 1:** Especificaciones del campo experimental

<b>Características del ensayo</b>	
Número de tratamientos	3
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	9
Forma del ensayo	rectangular
Ancho	3 m <sup>2</sup>
Largo	12 m <sup>2</sup>
Distancia entre plantas	0,15 m <sup>2</sup>
Distancia entre hileras	0,15 m <sup>2</sup>
Área total del ensayo	36 m <sup>2</sup>
Área neta	9 m <sup>2</sup>
<b>Características de la parcela experimental</b>	
Forma	Cuadrada
Largo	1 m
Ancho	1 m
Profundidad	0,2 m
Área	1 m <sup>2</sup>
N° de camas por tratamiento	3
Distancia entre hileras	0,15 m
Distancia entre plantas	0,15 m
Número de hileras	6
Número de plantas/ hilera	6
Número de plantas/parcela	36
Número de hileras/parcela neta	4
Número de plantas a evaluar por parcela neta	5

**Fuente:** (Tenecela, 2021)

## Tratamientos

**Cuadro N° 2:** Tratamientos en estudio

TRATAMIENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	LR1	Lámina de riego al 100% CC del sustrato.
2	LR2	Lámina de riego al 75% CC del sustrato.
3	LR3	Lámina de riego al 50% CC del sustrato.

Fuente: (Tenecela, 2021)

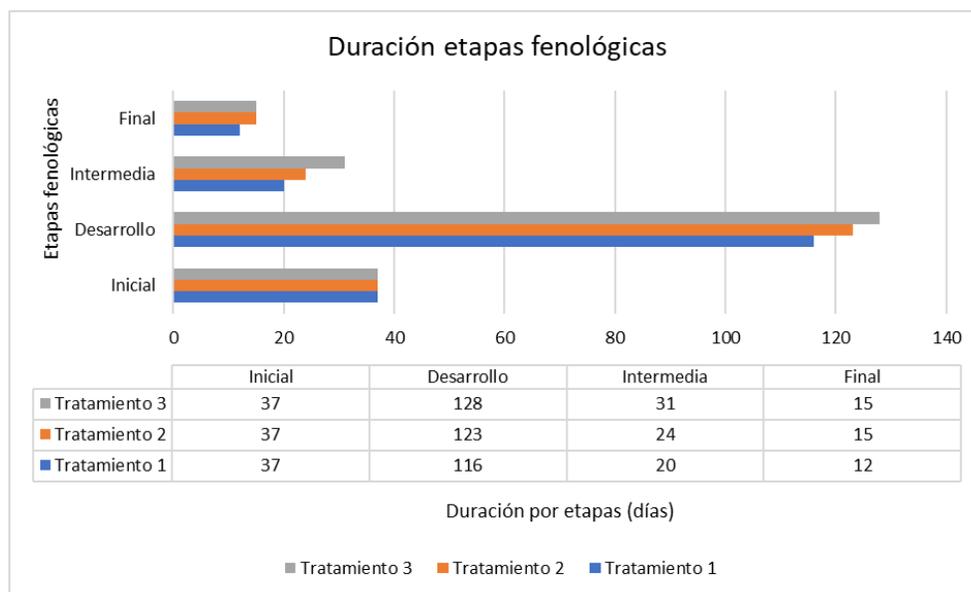
El número de repeticiones por tratamiento fue de 3, dando un total de 9 unidades experimentales.

## Resultados y discusión

Las etapas fenológicas del cultivo de Aliso (*Alnus acuminata*) fueron identificadas mediante una visualización directa al cultivo, en base al desarrollo y crecimiento de este.

Se han establecido cuatro etapas fenológicas: recolección (etapa inicial), formación de nuevas hojas (etapa de desarrollo), crecimiento y desarrollo vegetativo (etapa intermedia) y lignificación (etapa final). En cada etapa, las variables estudiadas desde el momento del anillo hasta la lignificación han cambiado.

**Figura N° 1:** Duración de las etapas fenológicas del cultivo de aliso en los diferentes

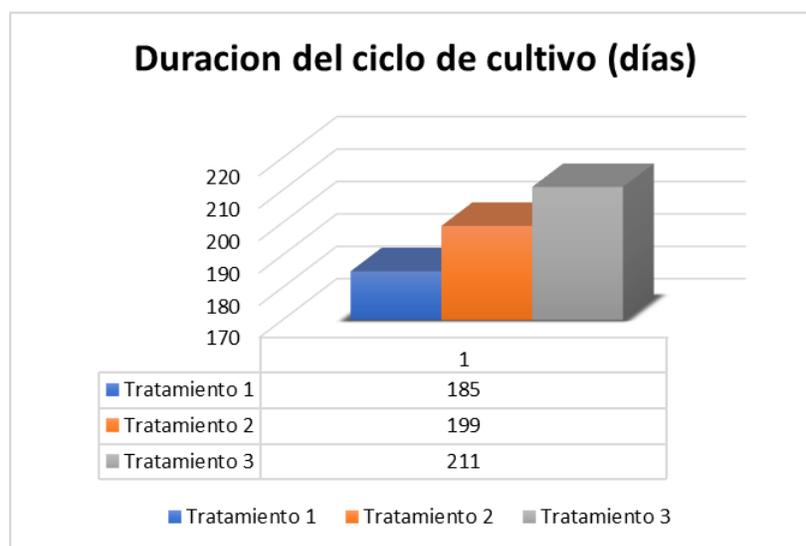


Fuente: (Tenecela, 2021)

En la figura 1, se presenta la duración de las etapas fenológicas del cultivo de aliso con los tres tratamientos diferentes. La duración de la etapa inicial del cultivo fue de 37 días para los tres tratamientos; la etapa de desarrollo duró 116, 123 y 128 días para T1, T2 y T3; la etapa intermedia tuvo una duración de 20, 24 y 31 días después del repique para la etapa final el T1 tuvo una duración de 12 días mientras que en T2 y T3 duraron 15 días después del repique.

***Duración total del ciclo de cultivo de aliso en etapa de vivero***

**Figura N° 2:** Duración total del ciclo del cultivo de aliso en los diferentes tratamientos



**Fuente:** (Tenecela, 2021)

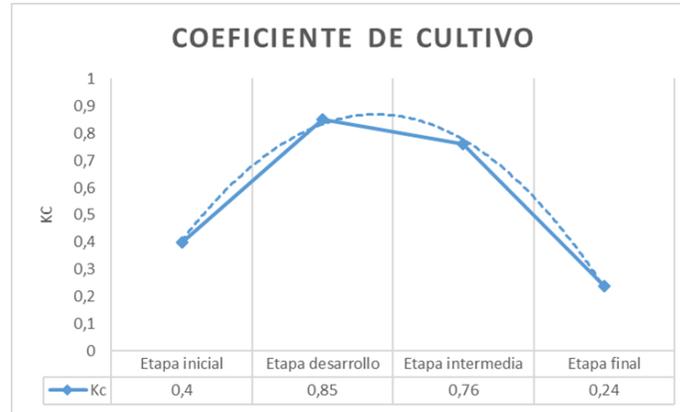
En la figura 2, se observa el ciclo total del cultivo del aliso (*Alnus acuminata*) teniendo una duración para el tratamiento 1 de 185 ddr, 199 ddr y 211 ddr, para tratamiento 2 y tratamiento 3, respectivamente.

Al respecto OFICATIE Artunduaga Ruiz (2018), obtiene un comportamiento similar con la presente investigación, en la cual menciona que los árboles de aliso se pueden sembrar en el sitio definitivo a los 6-7 meses después de aplicados en la bolsa.

En un mismo cultivo, por diferencias de tamaño y aerodinámica (como sus partes anatómicas), existen diferencias en el consumo de agua (Allen et al., 2006), por lo que los cambios de crecimiento, desarrollo y cambios finales también son diferentes. En etapa de fenología del cultivo.

***Coefficiente del cultivo (kc) para aliso (Alnus acuminata) mediante la metodología de Hargreaves, con 100% de la capacidad de campo del sustrato.***

**Figura N° 3:** Coeficiente del cultivo (kc) por etapa, para el Tratamiento 1

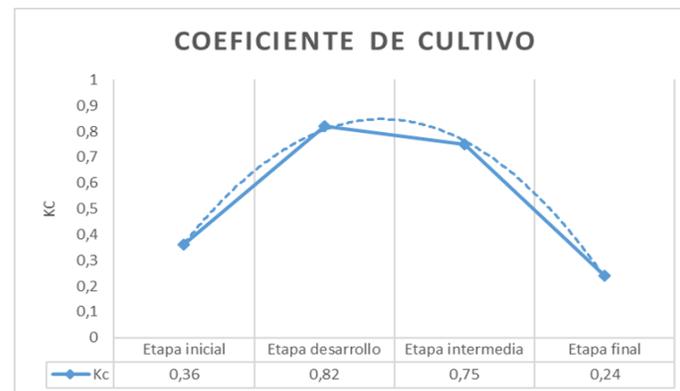


Fuente: (Tenecela, 2021)

En la figura 3, se aprecia el coeficiente del cultivo (kc) para el cultivo de aliso (*Alnus acuminata*) determinada por el método de Hargreaves, con 100% de la capacidad de campo del sustrato, además se observa el coeficiente del cultivo (kc) por etapa fenológica del ciclo del cultivo, en la que los valores obtenidos fueron: 0,40; 0,85; 0,76 y 0,24 con una duración de 37, 116, 20 y 12 días, para la etapa inicial, desarrollo, media y final respectivamente, teniendo una duración de 186 ddr.

***Coefficiente del cultivo (kc) para aliso (Alnus acuminata) mediante la metodología de Hargreaves, con 75% de la capacidad de campo del sustrato.***

**Figura N° 4:** Coeficiente del cultivo (kc) por etapa, para el Tratamiento 2

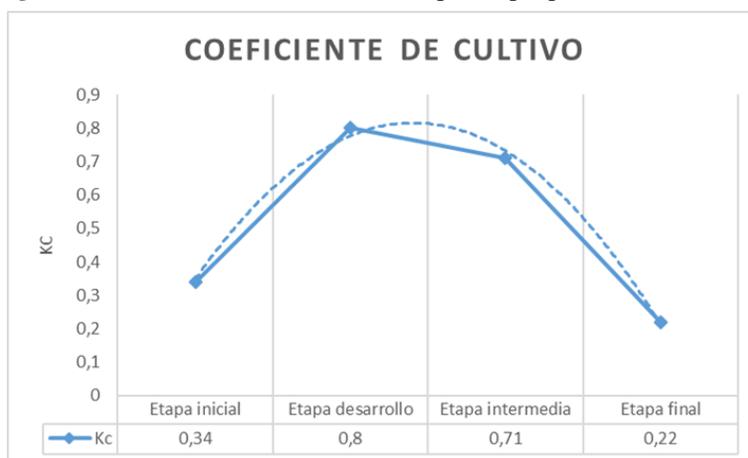


Fuente: (Tenecela, 2021)

Se observa en la figura 4, que el coeficiente de cultivo (kc) del aliso (*Alnus acuminata*) medido por el método de Hargreaves representa el 75% de la capacidad del campo, y el coeficiente de cultivo (kc) a través de la etapa fenológica del ciclo del cultivo; por lo que, el valor kc obtenido en la etapa inicial es 0.36, la duración es 37 días, la etapa de desarrollo es 0.82, con una duración de 123 días, la etapa intermedia es 0.75, la duración de 24 días. La etapa final dura 15 días respectivamente, finalizando el ciclo de cultivo con una duración total de 199 ddr.

***Coefficiente del cultivo (kc) ajustado para aliso (*Alnus acuminata*) mediante la metodología de Hargreaves, con 50% de la capacidad de campo del sustrato.***

**Figura N° 5:** Coeficiente del cultivo (kc) por etapa, para el Tratamiento 3



**Fuente:** (Tenecela, 2021)

En la figura 5, se identifica que el coeficiente del cultivo ajustado para el cultivo de aliso (*Alnus acuminata*) obtenido por el método de Hargreaves con 50% de la capacidad de campo, se puede apreciar el coeficiente del cultivo (kc) por etapa fenológica del ciclo del cultivo. Siendo los valores obtenidos de: 0,34; 0,8; 0,71 y 0,22 y una duración de 37, 128, 31 y 15 días para la etapa inicial, desarrollo, media y final respectivamente, el ciclo del cultivo el cual tuvo una duración de 211 ddr. El coeficiente de cultivo Kc depende directamente del tipo de cultivo, su área foliar y la cobertura que hace sobre el suelo (sombreado). En cuanto al tipo de cultivo, diferentes especies presentan diferencias en albedo, altura del cultivo, propiedades aerodinámicas, así como características de los estomas y estructuras morfológicas de sus hojas que producen diferentes valores de Kc (Andriani et al., 2016).

De acuerdo con los resultados obtenidos en las variables e índices de crecimiento y desarrollo, se determinó que el coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) es 0,6 para *Gmelina arborea* en la etapa de vivero. Este  $K_c$  se considera un valor medio, lo cual indica que los requerimientos hídricos para la especie forestal valores que se asemejan a los obtenidos en este estudio que fue  $k_c = 0,6$  (Vergara et al., 2017).

***Lámina total de agua aplicada en el ciclo del cultivo de *Alnus acuminata* (aliso) en etapa de vivero***

**Cuadro N° 3:** Lámina total de agua aplicada durante el ciclo del cultivo de *Alnus acuminata* (aliso) en etapa de vivero

<b>Lámina de riego aplicada</b>	
<b>Tratamientos</b>	<b>Lámina total aplicada (mm)</b>
T1 (100% CC)	370,41
T2 (75% CC)	316,65
T3 (50% CC)	293,32

**Fuente:** (Tenecela, 2021)

Los datos del cuadro 3, indican las diferentes tabletas de agua utilizadas a lo largo del ciclo de cultivo del Aliso (*Alnus acuminata*). El tratamiento 1 es de 370,41 mm en total, el tratamiento 2 es de 316,65 mm y el tratamiento 3 es de 293,32 mm.

En el análisis de los resultados se infiere que la lámina de agua más grande utilizada en esta investigación es de 370,41 mm el tratamiento 1, y la lámina más pequeña en el tratamiento 3 se utiliza para la manipulación de hojas de 293,32 mm.

## **Conclusiones**

El ciclo total del cultivo del aliso tuvo una duración para el Tratamiento 1, 100% de agua en capacidad de campo, de 185 días después del repique; 199 días para el Tratamiento 2, 75% de agua en capacidad de campo, y 211 días para el Tratamiento 3 de 50% de agua en capacidad de campo. A diferencia de la etapa inicial en la que todos los tratamientos dieron una duración de 37 días, las siguientes etapas siempre fueron más cortas para el Tratamiento 1. Se puede decir que, a mayor

porcentaje de agua en capacidad de campo, es menor la duración del ciclo total de cultivo del aliso en vivero.

Los coeficientes de cultivo en el tratamiento 1 para el 100% de la capacidad de retención de agua del campo son: 0.38; 0.93; 0.51 y 0.22, que representan las etapas: inicial, de desarrollo, intermedia y final, respectivamente. Para el tratamiento 2, el 75% de la capacidad de retención de agua del campo es: etapa inicial 0.36, etapa de desarrollo 0.94, etapa intermedia 0.56 y etapa final 0.24. Para el tratamiento 3, el 50% de la capacidad de retención de agua del campo es: 0.34; 0.94; 0.58 y 0.24, que son las etapas iniciales, de desarrollo, intermedia y final, respectivamente.

## Referencias

1. Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma: FAO, 298(0).
2. Andriani, J., Oliveros, I.-E., & Fe, S. (2016). Lo que hay que saber del “consumo de agua de los cultivos.” *Para Mejorar La Producción*, 55, 99–108.
3. Anilema Caranqui, J. I. (2018). *Aplicación de tres dosis de fertilizante en el crecimiento y desarrollo de Alnus acuminata Kunth,(Aliso) en la comunidad de Tiocajas, cantón Guamote, provincia de Chimborazo*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
4. Artunduaga Ruiz, C. M. (2018). *Caracterización y análisis integral de la producción y de potencial nutricional de Alnus acuminata En La Etapa Inicial De Desarrollo, Con Diferentes CEPAS de Micorrizas Vesiculo Arbusculares (MVA)*.
5. Botero, C., & Dussán, J. (2001). La micorrización del aliso *Alnus acuminata* HBK subsp. *acuminata* con suelos nativos y su influencia sobre el crecimiento. *Actualidades Biológicas*, 23(75), 33–40.
6. Chicas Soto, R. A., Vanegas Chacón, E. A., & García Álvarez, N. (2014). Determinación indirecta de la capacidad de retención de humedad en suelos de la subcuenca del río Torjá, Chiquimula, Guatemala. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(1), 41–46.
7. Florido Bacallao, M., & Bao Fundora, L. (2014). Tolerancia al estrés por déficit hídrico en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Cultivos Tropicales*, 35(3), 70–88.
8. Gutierrez Muñoz, J. (2015). Comparación de cinco métodos para la determinación del contenido de humedad del suelo.

9. Jiménez García, R. J. (2016). Determinación de los requerimientos hídricos del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. Var. Avenger) bajo condiciones edafoclimáticas del cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
10. León Terán, J. E. (2018). Determinación de requerimientos hídricos en el cultivo de lechuga (*lactuca sativa*) var: Winterhaven en base al tanque de evaporación tipo y fórmulas empíricas (FAO) en Macají, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
11. López Pérez, M. A. (2016). Determinación de la confiabilidad de los métodos de ollas isobáricas y centrífugas para la determinación de capacidad de campo y punto de marchitez permanente. Quito: UCE.
12. Luna-Flores, W., Estrada-Medina, H., Jiménez-Osornio, J. J. M., & Pinzón-López, L. L. (2012). Efecto del estrés hídrico sobre el crecimiento y eficiencia del uso del agua en plántulas de tres especies arbóreas caducifolias. *Terra Latinoamericana*, 30(4), 343–353.
13. Meruane, C., & Garreaud, R. (2005). Instrumentos Meteorológicos y Humedad Atmosférica-Módulo 1. Universidad de Chile Facultad de Ciencias Físicas Y Matemáticas Departamento de Geofísica, 19, 1–19.
14. Tito Alcarraz, C. (2019). Producción de aliso (*alnus acuminata* hbk) en diferentes porcentajes de tierra negra, arena y compost en vivero Andahuaylas 2017.
15. Vergara, A., Mercado, T., Jarma, A., & Gatti, K. (2017). Requerimiento hídrico de *Gmelina* arborea en etapa de vivero bajo condiciones controladas. *Floresta y Ambiente*, 24.