

Absorción y transporte de agua y nutrientes en las plantas

Área o disciplina en la que se inserta

Fisiología vegetal, Botánica, Biología

¿Por qué y para qué esta secuencia formativa?

La secuencia formativa propone lograr el conocimiento de estructuras, mecanismos y rutas de la absorción del agua y minerales desde la raíz hasta las hojas, donde se realiza la fotosíntesis, a través del desarrollo de actividades lúdicas y grupales. Se enfatizan aspectos conceptuales y funcionales, revisando a profundidad elementos clave en la composición de la molécula del agua, que le otorgan propiedades vitales, y en las estructuras específicas de la hoja, el tallo y la raíz, para la formación estratégica de la base de conocimiento y el desarrollo de competencias para resolver casos reales y más complejos.

Preguntas activadoras del aprendizaje

¿Cómo penetran el agua y las sales a los pelos absorbentes de la raíz?

¿Cómo se comunican las células y tejidos vegetales entre sí?

¿Cómo se realiza el movimiento del agua y los minerales desde las raíces a las hojas?

¿Por qué y cómo transpiran las plantas?



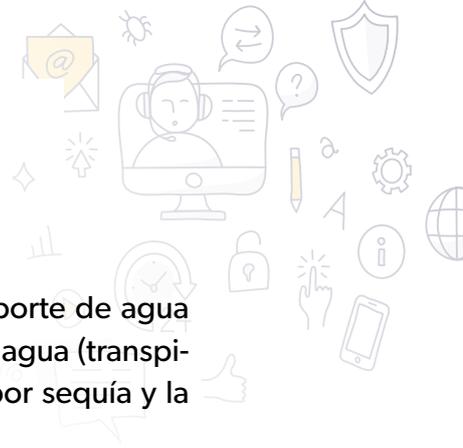
Iris Betzaida Pérez Almeida

iperez@ecotec.edu.ec

Ingeniero Agrónomo Universidad Central de Venezuela (UCV), Maestría en Agronomía (UCV). Doctorado (PhD) en Botánica y Fitopatología en Universidad Purdue (USA). Docente en la Universidad Ecotec (Ecuador). Autora/coautora de >38 artículos científicos/14 divulgativos. Ha dirigido y participado en >18 proyectos de investigación I+D, algunos financiados por SENESCYT y el BID. Profesora visitante de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja (Perú) en 2019 y asesora del Instituto de Innovación en Biotecnología e Industria (República Dominicana) 2014. Sus líneas de investigación se centran en uso de marcadores moleculares para selección asistida en fitomejoramiento para la resistencia a estreses bióticos y abióticos.



<https://youtu.be/7OAL1U0dClg>



Descripción de la secuencia formativa

La transpiración proporciona la fuerza impulsora para el transporte de agua y nutrientes desde las raíces a los tejidos aéreos; la pérdida de agua (transpiración) debe minimizarse para evitar la desecación, el estrés por sequía y la muerte de las plantas (Lambers et. al., 1998).

La presión negativa creada en las paredes celulares del xilema impulsa el flujo de savia cruda en el mismo desde las raíces hasta las hojas debido a la fuerte cohesión entre las moléculas de agua, lo que da como resultado un gradiente de potencial hídrico negativo (Salisbury & Ross, 2000; Steudle, 2001). Se presume que esta presión negativa se genera por la tensión superficial de los meniscos capilares en las paredes celulares, desde donde el agua se evapora a los espacios intercelulares foliares y luego se mueve como vapor de agua a través de las estomas hacia la atmósfera. Las paredes celulares están conectadas hidráulicamente al resto del sistema hidráulico de la planta, que consiste principalmente en tejido xilemático (Steudle, 2001).

La polaridad de la molécula del agua la convierte en uno de los compuestos fundamentales para los organismos vivos, dando como resultado la formación de puentes de hidrógeno entre moléculas de agua, originando la tendencia a permanecer unidas por atracción (cohesión), formando columnas de agua en el interior de los vasos xilemáticos y ascender sin romperse hasta la cima de un árbol (Audesirk et al., 2012). La unión con moléculas de otro tipo como aquellas de las paredes del xilema es adhesión, mientras que la tensión superficial del agua arrastra moléculas de la superficie hacia el interior, elevando su capilaridad (Salisbury, 2000). El agua es el solvente más universal, y así, la corriente de agua absorbida por las raíces, es el medio principal para conducir sales minerales disueltas en el suelo hacia la superficie de la raíz donde son absorbidas y traslocadas hasta las hojas (Azcón-Bieto & Talón, 2013).

Se propone utilizar el Aprendizaje Basado en Casos (ABC) para dar al estudiante la oportunidad de relacionar los conocimientos teóricos adquiridos en esta asignatura con ambientes prácticos (Esteve Mon et al. 2011; Monroy & Peón, 2019; Perdomo & Rojas, 2019; Silva Quiroz et al. 2016). Se les proporcionarán casos concretos de estudio que reflejen situaciones problemáticas factibles (Silva Quiroz & Maturana Castillo, 2017).

Se les pedirá analizar dos condiciones de cultivo agrícola: a) A campo abierto y expuestas a la luz directa del sol; b) En ambiente protegido. Preguntas a resolver: ¿Cuáles son los factores externos que afectan la pérdida de agua que sufre la planta?; ¿Cuáles son los factores internos?; ¿Cuáles son las características foliares que minimizan/maximizan la transpiración?

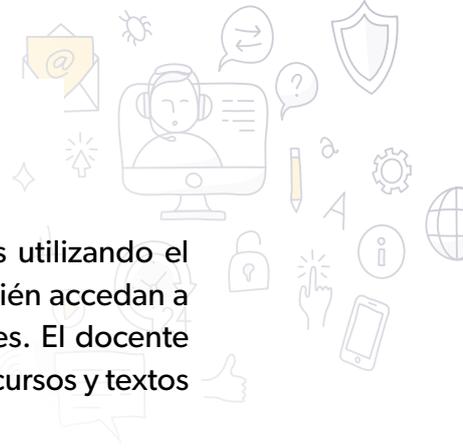
Adicionalmente se asignarán los siguientes casos de estudio:

- a) Las plantas en maceta expuestas al sol se pueden marchitar si se riegan al mediodía con agua muy fría.
- b) Las plantas de jardín o en maceta que se desarrollan de forma natural en hábitat sombríos se marchitan con frecuencia a pleno sol, incluso aunque el suelo esté húmedo.
- c) Muchas plantas de jardín son más susceptibles a la sequía y se desarrollan con más dificultad en lugares con viento que en zonas protegidas.

Se harán grupos de 3-5 estudiantes de acuerdo al número total de cursantes, para favorecer el intercambio de ideas y trabajo en equipo. Los estudiantes presentarán su análisis o respuestas ofreciendo una solución basada en la disciplina y el profesor brindará la retroalimentación oportuna para fortalecer la experiencia de aprendizaje, fortaleciendo habilidades como el análisis, la creatividad y la asociación con los conocimientos previamente adquiridos a lo largo de sus estudios. Se evaluará según la rúbrica que se anexa al final.

Se cuenta con un aula virtual remota a la cual pueden acceder los estudiantes libremente en forma asincrónica. Allí se compartirán los siguientes archivos: cronograma de la sesión, presentación digital del tema en powerpoint y un documento pdf indicando referencias bibliográficas que el estudiante puede consultar para ampliar o reforzar sus conocimientos <https://drive.google.com/drive/folders/1af10-M9ZfXVoMTtR5zR-9xsJBec9468h?usp=sharin>. Se realizará la asignación de grupos y de casos de estudio al azar. Además, se expondrá la rúbrica de evaluación del reporte final al grupo, el cual consistirá en una infografía.

La secuencia didáctica propuesta busca generar un proceso de aprendizaje centrado en el estudiante. Se favorece que el estudiante se enfrente al problema propuesto y haga uso de sus conocimientos previos, interaccionando con sus compañeros para buscar causas y efectos dando solución a la situación. La teoría de la tensión-cohesión explica la ascensión de la savia cruda en el xilema como un fenómeno debido a las fuerzas de cohesión entre las moléculas de agua ascendentes y las fuerzas de adhesión entre el agua y los capilares en las paredes de los conductos xilemáticos.



Se propone una exposición final por parte de los estudiantes utilizando el recurso creado, con el propósito de que los compañeros también accedan a escenarios alternativos de situaciones problemáticas y soluciones. El docente se apoya en la plataforma virtual y brinda dirección hacia los recursos y textos disponibles.

Desarrollo de la secuencia formativa

Tema: Absorción de agua y nutrientes en las plantas.	
Objetivo: Entender cómo se transportan el agua y los nutrientes desde las raíces hasta las hojas	
Contenidos: <ul style="list-style-type: none"> • Composición y estructura de los tejidos morfoanatómicos de la planta • Estructura y función de las raíces. Rutas de conducción de sustancias en la planta: simplasto y apoplasto • Propiedades de la molécula del agua • Teoría de la tenso-cohesión transpiratoria • Transporte del agua y los minerales de las raíces a las hojas 	
Actividades de aprendizaje (redacción dirigida al estudiante)	
Actividad 1: Identificación de las características de los tejidos vasculares de las raíces de la planta y su rol en el transporte de agua y nutrientes.	
¿Qué vamos a lograr?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizando una sopa de letras como actividad introductoria, utilizando palabras técnicas propias de la morfoanatomía de las células y los tejidos vasculares de la planta https://es.educaplay.com/recursos-educativos/6927048-tejidos_vasculares.html

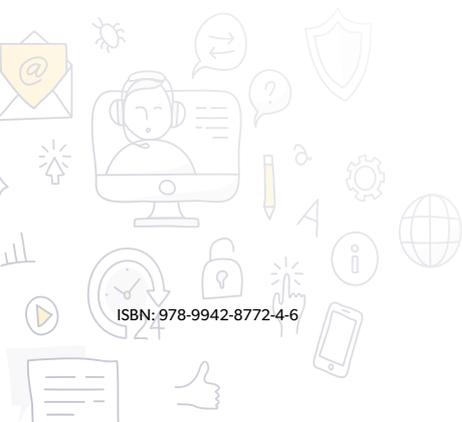
¿Qué vamos a lograr?

Esta actividad servirá al estudiante para apropiarse de conceptos mínimos en la temática a tratar (5 minutos).

2. Realizando una actividad diagnóstica a través de un breve ejercicio no calificado de completar un texto https://es.educaplay.com/recursos-educativos/6927230-tejidos_raiz.html (10 minutos).

3. Observando un video https://www.youtube.com/watch?v=25QbQZeja_8 sobre la función de la banda de Caspary y las vías simplástica y apoplástica para el transporte de agua y nutrientes al interior de la raíz (2 minutos)

Empleando la herramienta de sondeo en el aula virtual del curso (Plataforma de Blackboard Collaborate) realizando dos preguntas de opción simple (Ejemplo: 1.- El tejido vascular, formado por xilema y floema conduce el agua, los minerales y los carbohidratos dentro del cuerpo de la planta. ¿Sí o No?; 2.- La capa más interior de las células de la corteza es la endodermis, que controla el movimiento de agua y minerales del suelo hacia el cilindro vascular. ¿Sí o No?). Al final se realizará una retroalimentación de las respuestas para reforzar el conocimiento adquirido.





Actividad 2: Transporte del agua y los minerales desde las raíces hasta las hojas.

<p>¿Qué vamos a lograr?</p>	<p>Identificar los elementos que intervienen en la translocación del agua en el interior del xilema y como ocurre el transporte simultáneo de sales minerales.</p>
<p>¿Cómo lo vamos a lograr?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizando una sopa de letras como actividad introductoria (5 min) https://es.educaplay.com/recursos-educativos/6918977-molecula_del_agua.html 2. Compartiendo una presentación acerca de la molécula del agua https://view.genial.ly/5f62ecdafd21ab0d7ff779b8/game-action-la-molecula-de-agua 3. Haciendo un foro con intervenciones de los estudiantes acerca de las características físico-estructurales y propiedades del agua relacionadas con el movimiento en el xilema (5 minutos) +reflexión (5 min)
<p>¿Cómo lo vamos a evaluar?</p>	<p>Propoiendo a los estudiantes crear mapas mentales para explicar el mecanismo de traslocación de agua y nutrientes desde la raíz hasta las hojas.</p> <p>Utilizando una herramienta con nube de palabras https://www.menti.com/9uujco8b3n para la evaluación del aprendizaje.</p>

Actividad 3: ¿Caracterización de la transpiración como fuerza impulsora para el movimiento del agua y sales minerales desde la raíz hasta las hojas?

<p>¿Qué vamos a lograr?</p>	<p>Conocer el rol fundamental de la transpiración en la vida de las plantas.</p>
------------------------------------	--

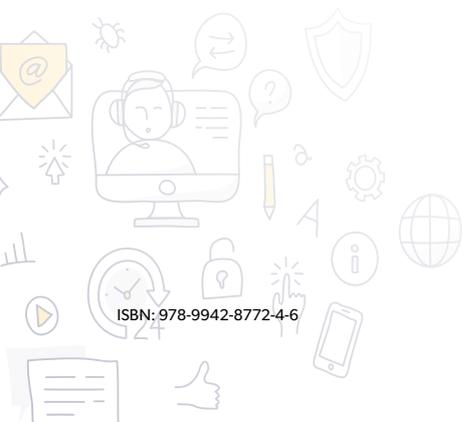
¿Cómo lo vamos a lograr?

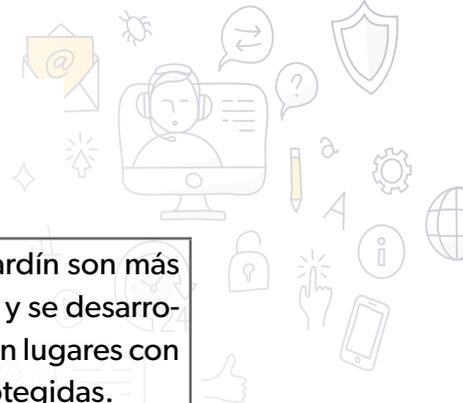
1. Utilizando introductoriamente un video educativo corto.

https://www.youtube.com/watch?v=8L_gQO4MDbE (2 min).

2. Realizando un mini-foro consultando al grupo de estudiantes ¿qué parte de la planta transpira? ¿Saben si la planta tiene un “motor” o “bomba de succión” para poder halar el agua en los árboles? El flujo de agua y sales minerales ¿es unidireccional (de la raíz al brote) o bidireccional? ¿Cuál es la estructura que utiliza la planta para intercambiar gases con el exterior? (7 minutos +10 reflexión).

3. Ejecutando una actividad tipo taller en grupos de 3 a 5 estudiantes que trabajarán en salas virtuales. Se les pedirá analizar dos condiciones de cultivo agrícola: a) A campo abierto y expuestas a la luz directa del sol; b) En ambiente protegido. Preguntas a resolver: ¿Cuáles son los factores externos que afectan la pérdida de agua que sufre la planta?; ¿Cuáles son los factores internos? Adicionalmente se asignarán los siguientes casos de estudio: i) Las plantas en maceta expuestas al sol se pueden marchitar si se riegan al mediodía con agua muy fría.





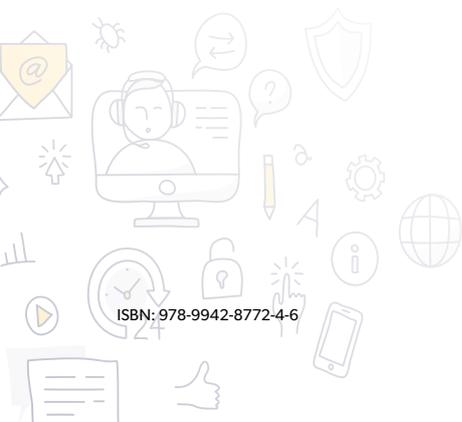
¿Cómo lo vamos a lograr?	<p>iii) Muchas plantas de jardín son más susceptibles a la sequía y se desarrollan con más dificultad en lugares con viento que en zonas protegidas.</p> <p>Deben desarrollar las respuestas en función del estado del suelo (seco, húmedo), tipo de suelo (arenoso, limoso, franco), temperatura del aire y las hojas, presencia de viento, humedad relativa, etc. (15 minutos por grupo pequeño, luego se reunirán todos los estudiantes en el aula virtual y dedican 5 min a exponer uno de los apartes con el grupo; + 5 min reflexión por el docente).</p>
¿Cómo lo vamos a evaluar?	<p>Proponiendo a los estudiantes crear un reporte final utilizando una infografía sobre el fenómeno de la transpiración y los diferentes factores internos y externos a la planta que pueden afectarlo. Se evaluará con la rúbrica que se anexa.</p>

Reflexiones finales

El suelo, la planta y la atmósfera constituyen un sistema continuo, en el cual el suelo proporciona un anclaje mecánico a las plantas, además del almacenamiento de agua y el oxígeno que absorben las raíces. La atmósfera constituye una fuente de demandas de agua ilimitada y la planta es la unidad conductora entre el suelo y la atmósfera, ya que absorbe el agua del suelo, luego esta circula por el xilema, y finalmente sale a través de las estomas de las hojas hacia la atmósfera en un proceso conocido como transpiración.

A través del desarrollo de la secuencia didáctica propuesta se espera estimular un proceso de aprendizaje centrado en el estudiante, quien pondrá en actividad sus conocimientos previos, interaccionando con sus compañeros en la búsqueda de soluciones a los casos propuestos. Algunos alumnos aprenden mejor a través de ensayo y error, otros necesitan la interacción con sus compañeros, puede ser que otros aprendan mediante la experiencia práctica, mientras que otros lo hacen leyendo literatura complementaria. La experiencia confirma que cada estudiante tiene un estilo de aprendizaje diferente. Se pretende darles mayor responsabilidad en su propio aprendizaje al permitirles pensar, procesar, sintetizar, criticar, aplicar y resolver problemas, con el apoyo y guía docente.

El uso de un contexto y condiciones prácticas estimula su imaginación y les da la posibilidad de crear y compartir sus propios escenarios de análisis. Evita que se sientan abrumados con exceso de teoría y bibliografía por parte del docente. Es importante que al finalizar los resultados sean compartidos con el grupo y validados por el docente, para resolver dudas que hayan podido quedar, cimentando una base firme para la respuesta a situaciones profesionales.



Referencias

- Audesirk, T., Audesirk, G. y B. E. Byers. 2012. *Biología. La vida en la Tierra con Fisiología*. Nueva York: Pearson Education.
- Azcón-Bieto, J. y M. Talón. 2013. *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Barcelona: McGraw-Hill - Interamericana de España, S. L.
- Esteve Mon, F. M. & M. Gisbert Cervera. 2011. El nuevo paradigma de aprendizaje y las nuevas tecnologías. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*. 9:55-73.
- Lambers, H., Chapin, F.S. y T.L. Pons. 1998. *Plant Physiological Ecology*. New York: Springer-Verlag.
- Monroy, M. & I. E. Peón. 2019. Modelo pedagógico de integración sinérgica para la enseñanza de las ciencias experimentales. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo* 10.
- Perdomo Vargas, I. R. & J. A. Rojas Silva. 2019. La ludificación como herramienta pedagógica: algunas reflexiones desde la psicología *Revista de estudios y experiencias en educación* 18: 161 – 175.
- Salisbury, F. B. y C. W. Ross. 2000. *Fisiología de las plantas*. Nueva York: Editorial Paraninfo – Thomson Learning.
- Silva Quiroz, J. & D. Maturana Castillo. 2017. Una propuesta de modelo para introducir las metodologías activas en educación superior. *Innovación Educativa* 17(73): 117-131.
- Silva-Quiroz, J., Fernández Serrano, E. & A. Astudillo Cavieres. 2016. Modelo interactivo en red para el aprendizaje: hacia un proceso de aprendizaje online centrado en el estudiante. *Revista de Medios y Educación* 49: 225-238.
- Steudle, E. 2001. The cohesion-tension mechanism and the acquisition of water by plant roots. *Annu Rev Plant Physiol & Plant Mol Biol*. 52: 847–875.

