



Fichas técnicas

Plantas para sistemas agroecológicos

Azolla

Azolla sp.

Familia: Azollaceae

Otros nombres comunes

“Helechos mosquito”, “helecho de agua”, “helecho de pato”, “helecho flotante”, “doradilla”, “yerba del agua”. En inglés se refieren a ella como “fairy moss”, “carolina mosquito-fern”, o “eastern mosquito-fern”.

Variedades

Existen 6 especies del género Azolla:

- *Azolla caroliniana* Wild.
- *Azolla filiculoides* Lam.
- *Azolla japonica* french & Sav.
- *Azolla mexicana* Presl.
- *Azolla microphylla* Kaulf.
- *Azolla nilotica* Decne Ex. Mett.

La identificación a nivel especie es difícil, para esto es necesario contar que sean fértiles y con mega y micro esporocarpio, ya que los caracteres vegetativos no son suficientes para su clasificación a nivel de especie.

Origen e historia

Pequeño helecho acuático flotante de rápido crecimiento, que vive en simbiosis con cianobacterias fijadoras de nitrógeno. Su nombre significa que al helecho lo destruye la sequía (griego Azo: secar y olya: matar), por lo que debe permanecer siempre en lugares húmedos, con poca luminosidad y poca turbulencia. Son intolerantes al agua salada. Presenta un corto tallo ramificado, con raíces que cuelgan hacia abajo en el agua. Cada hoja es bilobulada, el lóbulo superior contiene clorofila verde mientras que el lóbulo inferior es incoloro. Sus hojas presentan colores diferentes, entre rojo y púrpura al exponerse al sol y de verde pálido a verde azulado en las zonas que carecen de luz. Toleran un rango amplio de pH (5.5 a 8.0), siempre que no se den cambios bruscos. Aunque viven bien en aguas duras o blandas también prefieren valores intermedios de dureza.

Descripción

Pequeño helecho acuático flotante de rápido crecimiento, que vive en simbiosis con cianobacterias fijadoras de nitrógeno. Su nombre significa que al helecho lo destruye la sequía (griego Azo: secar y olya: matar), por lo que debe permanecer siempre en lugares húmedos, con poca luminosidad y poca turbulencia. Son intolerantes al agua salada. Presenta un corto tallo ramificado, con raíces que cuelgan hacia abajo en el agua. Cada hoja es bilobulada, el lóbulo superior contiene clorofila verde mientras que el lóbulo inferior es incoloro. Sus hojas presentan colores diferentes, entre rojo y púrpura al exponerse al sol y de verde pálido a verde azulado en las zonas que carecen de luz. Toleran un rango amplio de pH (5.5 a 8.0), siempre que no se den cambios bruscos. Aunque viven bien en aguas duras o blandas también prefieren valores intermedios de dureza.

Usos

- Comestible con alto contenido de nutrientes y proteína.
- Usado como complemento alimenticio de ganado vacuno, bovino, caprino, aves y peces, crustáceos y otras especies dulceacuícolas.
- Absorbe metales pesados y contaminantes del agua, por lo que también se emplea en bioremediación en aguas contaminadas, donde se cosecha y se seca manejando los contaminantes como residuos sólidos.
- Se emplea para la elaboración de composta en mezcla con tierra, hierbas u otros materiales vegetales.
- Se recomienda en sustitución al uso de la urea.
- Se emplea como biofertilizante para el cultivo de arroz, en este caso es *Azolla filiculoides* la especie que se emplea. Ayuda a controlar el desarrollo de algas al limitar la disponibilidad de la luz.

Estrato

	Emergente	No tolera sombra
	Alto	Tolera el 20% de sombra
	Medio	Tolera 60% de sombra
	Bajo	Tolera hasta 80% de sombra

En general, prefiere condiciones frías y semi-sombreadas.

Demanda de nutrientes

No requiere altas concentraciones de nitrógeno, pero si presenta exigencias de fósforo del orden de 0.7 g de P/m²/semana para condiciones medias de crecimiento. A medida que se incrementa la concentración de fósforo en la solución nutritiva para la Azolla se incrementa la producción de biomasa de la misma manera que se eleva la actividad de la enzima nitrogenada producida por la cianobacteria. La actividad de la enzima nitrogenada se ve afectada por la madurez de la planta y la edad de cada fronda.

El fósforo, debe ser soluble en agua y se aplica en parcelas en una proporción de 150 a 225 kg/ha, en forma de superfosfato, así como otros abonos como Biol, Bocashi y estiércol puro.

En caso de deficiencia de algunos elementos Azolla cambiará sus características.

- Deficiencia de fósforo: Cambia su color a café rojizo, las raíces se tornan frágiles y se alargan.
- Deficiencia de calcio: Los lóbulos dorsales se vuelven rojizos Anabaena sale al medio ambiente.
- Deficiencia de potasio: Se torna amarillenta y después de color pardo
- Deficiencia de hierro: Disminuye la cantidad de clorofila hasta tornarse amarillenta.

Extracción de nutrientes

Por cada kg de materia seca de Azolla se pueden fijar 0.3 gr de N₂/hora. Cuando se asegura un nivel de fertilización a concentraciones de 15 mg N/L y 0,2-6,1 mg P/L se logran concentraciones de proteína bruta y fibra de 40-43% y 5% respectivamente. En condiciones medias de crecimiento de índice (%MS) su composición es de Materia seca 6.5%, Nitrógeno 4.5%, Proteína bruta 33%, Fibra 9.2%, Fósforo 0.49%. Las hojas pueden contener 3.72% de nitrógeno en 100 g de materia seca. Anabaena azollae quien vive dentro de Azolla fija del aire cerca de 1,200 kg de nitrógeno por hectárea por año en condiciones óptimas de temperatura, luz y composición química del suelo y agua.

Fijación de nitrógeno

Por cada kg de materia seca de Azolla se pueden fijar 0.3 gr de N₂/hora. Cuando se asegura un nivel de fertilización a concentraciones de 15 mg N/L y 0,2-6,1 mg P/L se logran concentraciones de proteína bruta y fibra de 40-43% y 5% respectivamente. En condiciones medias de crecimiento de índice (%MS) su composición es de Materia seca 6.5%, Nitrógeno 4.5%, Proteína bruta 33%, Fibra 9.2%, Fósforo 0.49%. Las hojas pueden contener 3.72% de nitrógeno en 100 g de materia seca. Anabaena azollae quien vive dentro de Azolla fija del aire cerca de 1,200 kg de nitrógeno por hectárea por año en condiciones óptimas de temperatura, luz y composición química del suelo y agua.

Presenta un mayor potencial de fijación de nitrógeno que la asociación Rhizobium - Leguminosa.

Clima

Zonas: 1, 2 y 3.

Ampliamente distribuida en zonas templadas y tropicales desde el nivel del mar hasta 5,000 de altitud. Soporta un rango de temperatura de 5 a 28° C. No soporta aguas muy frías, por lo que se puede perder si se mantiene en estanques al aire libre en zonas heladas. En estos casos es aconsejable preservar una parte en un recipiente en el interior y volver a introducir la planta al estanque en primavera. Únicamente temperaturas superiores a 29-30° C pueden afectarle. Suele crecer vertiginosamente en aguas frescas, tranquilas o de poco movimiento en muchas partes del mundo, es bastante tolerante, siempre que no se den cambios bruscos.

Tipo de suelo

No requiere sustratos por ser un helecho acuático flotante.

Su nombre significa que al helecho lo destruye la sequía (griego Azo: secar y olya: matar), por lo que debe permanecer siempre en lugares húmedos, con poca luminosidad y poca turbulencia. Se desarrolla mejor en contenidos altos de fósforo. Son intolerantes al agua salada.

Sistemas recomendados

Te recomendamos cultivar esta planta en sistemas agroecológicos que incluyan estanques.

Debido a su alto potencial invasor no es adecuado usarla en cuerpos de agua naturales ya que tiene un alto potencial de dispersión.

Asociaciones recomendadas

Es importante que alrededor del estanque se siembren plantas que realicen la función de cortina rompe vientos.

El uso de Azolla para cultivos de arroz no solamente reduce la utilización de fertilizantes nitrogenados químicos, sino que también proporciona materia orgánica gracias a su rápida propagación.

Forma de cultivo

Para la propagación se utiliza 10 g de Azolla sembrados en un estanque con un nivel del 10 - 20 cm de profundidad, donde el cultivo se multiplica rápidamente. Azolla puede reproducirse asexualmente por gajos. Cada rama rota formará una nueva planta y puede reproducirse sexualmente.

Presentan un ciclo de cosecha de 3 a 7 días y se deja como semilla para iniciar el próximo cultivo el 25% de la superficie del estanque, la forma más común de cosecha es la manual. Disolver suelo rico en nutrientes en el agua, o bien lombricomposta, después de cada cosecha.

Rendimiento

Es una de las plantas de más rápido crecimiento en todo el planeta, y puede duplicar su biomasa en 2 o 3 días. Azolla también absorbe CO₂ atmosférico a un ritmo acelerado. La tasa de crecimiento del helecho varía de acuerdo al porcentaje de la radiación solar y a la aplicación de fósforo. Presenta una alta capacidad de acumulación de nutrientes, teniendo un rendimiento en (mg/m²/día) de nitrógeno de 155-250 y de fósforo de 60-75. La dosis de 100 g de Azolla sp. como biofertilizante nitrogenado es similar a la urea (10 g) en rendimiento en grano de cebada, pero superando lo al duplicar la cantidad a 200 g. Una hectárea de Azolla es capaz de producir de 1-2 tn de forraje fresco por días, equivalente a 10-30kg de proteína/día. Se señala que en un mes 1 ha de Azolla produce de 6-8 tn de MS con 540-720 kg de proteína cruda y alrededor de 100-1564 kg de N/ha/año.

Ventajas de su uso como elemento de compost

Algunas de las acciones más importantes de un buen compost cuando se agrega al cultivo se relacionan con la modificación de propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo:

- Aumenta la capacidad del suelo para absorber y mantener aire y agua.
- Incrementa la permeabilidad del suelo, evitando que el agua se encharque en ellos.
- Optimiza la capacidad del suelo para mantener nutrientes (Capacidad de intercambio catiónico) y cederlos a microorganismos y plantas.

- Mejora la sanidad de los cultivos, permitiendo un aporte equilibrado de nutrientes y factores de crecimiento.
- Facilita una mejor absorción de nutrientes por la planta.
- Mejora el mantenimiento de nutrientes en la solución del suelo.
- Incrementa la calidad y cantidad de las cosechas como resultado de mejores condiciones nutricionales que implican mejor salud del vegetal.
- Disminuye el riesgo de erosión por agua o viento, porque los granos del suelo se forman, se mantienen mejor y son más estables.

El periodo de elaboración puede llegar a ser largo, de 3 a 5 meses, por lo tanto, hay que planificar su producción en el año.

Para aplicaciones en extensiones grandes de terreno se requiere de un espacio de terreno para la elaboración más grande y mayor mano de obra.

Presenta un mayor potencial de fijación de nitrógeno que la asociación Rhysobiun- Leguminosa.

Problemas potenciales

Por su rápida expansión se le considera invasora, por lo que se debe cultivar de manera controlada y no introducirla a cuerpos naturales de agua, de lo contrario provoca graves problemas de conservación en zonas húmedas tropicales y subtropicales de todo el mundo sobre todo por impedir la entrada de oxígeno y luz a la masa de agua.

Plagas y enfermedades

Algunos organismos llegan a infestar las raíces y se pegan también a las hojas, incluyendo las siguientes.

- Hongos, como la Rymnacea que causa manchas grises en la superficie de las hojas, para combatirlos se recomienda rociar con insecticidas orgánicos.
- El damping-off o también denominado mal de almácigos, que aparece a temperaturas elevadas, se puede combatir utilizando ceniza vegetal.
- Ácaros e insectos, en especial los lepidópteros (barrenador [*Elasmopalpus angustellus*], barrenillo pardo [*Anthores leuconotus*], barrenillo gris [*Anthonomus eugenni*], gusano hilanderero [*Lobesia botrana*]), se alimentan de las hojas de las plantas y se combaten rociando soluciones de insecticidas orgánicos, como alcohol de ajo o ají picante.
- Moluscos, como caracoles de tierra (*Helix aspersa*), y de agua, cangrejos (*Ucides occidentalis*) y pulgas de agua (*Daphnia*) que se comen las raíces y las hojas de las plantas, se combaten rociando soluciones de insecticidas orgánicos como el jugo de la ortiga.

Más información

Coronel-Chafla, J.I. 2011. Estudio de las especies químicas amonio, nitrito y nitrato en el proceso de fijación biológica del nitrógeno del sistema Azolla-Anabaena, mediante técnicas colorimétricas y su aprovechamiento. 17/04/2021, de Universidad de Guayaquil Facultad de Ingeniería Química Sitio web: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/2137>.

Ecured, 2019. Azolla - Ecured. Recuperado el 16 de abril de 2021, de <https://www.ecured.cu/Azolla>

Espinoza, Y. y Gutiérrez, R. 2006. (Espinoza y Gutiérrez, 2006). Caracterización agronómica de accesiones de Azolla de Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía, 23 (2), 135-150. Recuperado en 20 de abril del 2021, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182006000200001&lng=es&tlng=es.

Grajales-Tam, K.M. 2014. Familia Azollaceae. Flora del bajío y de regiones adyacentes (185), 13. Recuperado en 20 de abril del 2021, de <http://inecolbajio.inecol.mx/floradelbajio/documentos/fasciculos/ordinarios/Azollaceae%20185.pdf>

López-Guerrero, V.A. 2014. Caracterización fitoquímica y biodinámica de las algas de agua dulce y del helecho acuático (*Azolla* sp.) en el proceso de compostaje, Latacunga Cotopaxi. 16/04/2021, Universidad Técnica de Ambato. Tesis. Sitio web: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7689/1/tesis-024%20Maestr%C3%ADa%20en%20Agroecolog%C3%ADa%20y%20Ambiente%20-%20CD%20248.pdf>