

BIOTRATAMIENTO ANTIFUNGICO DE MADERAS

PROVINCIA: Santiago del Estero

ESCUELA: Escuela Técnica N° 12 (Modalidad Maestro Mayor de Obras-MMO)

LOCALIDAD: Fernández

DIRECTOR: Livio Manfredi

NIVEL: secundario, 3° año

DOCENTES: Ana C. Savio y Natalia V. Leguizamón

CIENTÍFICO: Gaston F. Villalba

ÁREA DISCIPLINAR: Química, Física, Biología

TEMA: Maderas, microbiología, hongos, antimicrobianos

OBJETIVOS GENERALES

Mediante esta práctica se pretende que los alumnos:

- Conozcan y exploren los diferentes factores (físicos, químicos y biológicos) que afectan la durabilidad de las maderas. Evalúen e identifiquen la presencia de microorganismos en el material.
- Diseñen y construyan una “caja de cultivo”, utilizando materiales presentes en el taller de construcción escolar correspondiente a la modalidad maestro mayor de obras (MMO).
- Seleccionen las condiciones óptimas (tiempo, temperatura, humedad y aireación) para la formación de hongos filamentosos en muestras de madera.
- Investiguen y conozcan las propiedades antifúngicas e insecticidas de ciertas plantas autóctonas de la región. Formulen y elaboren extractos de materiales vegetales, utilizando diferentes solventes (acuoso y alcohólico).
- Evalúen y comprendan el efecto protector de las formulaciones preparadas frente a la proliferación de microorganismos en las muestras de maderas.

INTRODUCCIÓN

Mediante esta experiencia los alumnos abordan la temática de la formación de hongos en maderas, explorando la utilización de diferentes materiales de origen vegetal para la elaboración de un extracto bioprotector frente a estos agentes biológicos que dañan a maderas utilizadas en las construcciones.

MATERIALES QUE NECESITA EL DOCENTE

- Botellas de plástico o vidrio de 500 ml con tapa.
- Cuchillo.
- Mortero.
- Balanza.
- Heladera.
- Madera.
- Tierra.
- Termómetro.
- Lija.
- Alcohol.
- Pinceles.
- Materiales vegetales (Cabezas de ajo, hojas de Jarilla).
- Probetas.
- Vasos de precipitado.
- Colador (filtro o tamiz).

MATERIALES QUE PODRÍAN PEDIR A LOS ALUMNOS POR GRUPO

- Caja de Cultivo elaborada previamente en el taller de carpintería perteneciente a la escuela.

PROCEDIMIENTOS

OPTIMIZACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CRECIMIENTO MICROBIANO

La caja de cultivo es rellena con tierra hasta la mitad de su volumen, luego utilizando una botella de 500 ml con tapa perforada, se rocía este volumen en agua sobre la tierra. Las muestras de madera (6x12 cm), son previamente lijadas para remover polvos y manchas y luego lavadas. Tras el tratamiento previo las maderas son colocadas sobre la tierra. La caja de cultivo se debe colocar en un ambiente climatizado con temperatura promedio de 25-30 °. La temperatura en la caja se registra utilizando un termómetro una vez al día. Las muestras de madera son rociadas con 500 ml de agua cada 2 días. Tras 7 días de incubación de la madera bajo estas condiciones, se evalúa la formación de coloración en las muestras.

Es recomendable realizar la experiencia en estaciones de primavera o verano dado que en estas épocas la temperatura que se alcanza en el aula es en promedio lo requerido para la formación de los microorganismos, sin necesidad de aclimatar el ambiente.

Es posible utilizar maderas adquiridas en madereras, las cuales han sido previamente tratadas por el agregado de diferentes sustancias químicas. En este caso, estas maderas serán un control, ya que el crecimiento se dará mucho más lentamente o bien no se registrara coloración.

PREPARACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES

Para preparar el extracto hidroalcohólico de ajo (*Allium sativum*), se pican y muelen 150 g de dientes de ajo y se trasvasa a una botella de 500 ml. Posteriormente se agregan 50 ml de alcohol y se completa el volumen de la botella con agua. Este

preparado se deja en heladera durante dos horas, agitando vigorosamente el preparado cada 30 minutos. Cumplido el tiempo de conservación en heladera, el extracto se filtra utilizando un colador (tamiz).

El extracto concentrado es previamente diluido para su uso, para ello se toman 50 ml del extracto anterior y se transfieren a una nueva botella de 500 ml. Se completa el volumen de la misma con agua.

El extracto diluido es utilizado para pintar las muestras de maderas, antes de ser colocadas en la caja de cultivo.

Se evalúa la aparición de color a los 7 días de almacenado en las condiciones mencionadas anteriormente.

La preparación del extracto de jarilla (*Larrea sp.*), se realiza siguiendo el mismo procedimiento utilizado para el ajo, diferenciándose únicamente en la utilización de las hojas frescas como material vegetal de partida.

IDENTIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS EN MADERAS

POSIBLES ABORDAJES EXPERIMENTALES

Un primer y fácil acercamiento de los alumnos a la existencia y presencia de microorganismos en el ambiente puede efectuarse mediante la evaluación macroscópica de hongos de putrefacción en frutas, verduras, panes, lácteos y embutidos. La observación microscópica de estos organismos permitirá diferenciar características estructurales en los mismos, lográndose asimilar la existencia de múltiples familias o grupos de microorganismos. Es posible realizar una prueba sencilla con la finalidad de demostrar el ataque de ciertas sustancias (agentes antimicrobianos) contra los microorganismos, para ello solo se requiere colocar una muestra microbiana en un porta objeto y agregarle una gota de agua oxigenada (peróxido de hidrogeno), luego de unos minutos se observara la presencia de burbujas producto de la

destrucción del microorganismo. Se sugiere, que al presentar los conceptos (microorganismos y agentes antimicrobianos) se estimule al alumno a imaginarse la implicancia de estos seres vivos en el área de la construcción (por ejemplo hongos en paredes, maderas, vidrios), como así también estrategias principalmente ecológicamente amigables, que prevengan o ataquen estos factores biológicos.

PATOLOGIAS Y PROTECCION DE LAS MADERAS

La imagen generalizada que se tiene de la madera como un material poco durable, es solo en parte afirmativa, ya que si se analiza frente al oxígeno del aire la madera no reacciona, tal como sucede con los metales que se oxidan, igualmente es muy poco sensible a la luz que degrada los plásticos, estos sencillos análisis nos permite concluir que la madera es prácticamente inalterable por los agentes físicos del medio ambiente. Por otro lado, con respecto a la presencia de insectos y hongos (agentes bióticos), la madera no es susceptible de ser atacada en todas las condiciones, existiendo soluciones arquitectónicas que permiten evitarlo, entre otras formas. Si bien la madera es degradada, se debe tener presente en qué condiciones esto ocurre, ya que existen un sinnúmero de protectores que garantizan su durabilidad.

Diversos factores afectan a la madera por el hecho de ser materia orgánica, susceptible al ataque de seres vivos que pueden provocar su total degradación. Por lo tanto es de vital interés estudiar la acción de diferentes agentes bióticos que pueden destruirla o degradarla, y los tratamientos necesarios para mejorar los requerimientos de durabilidad.

Para que los agentes biológicos se desarrollen y subsistan se requiere que existan ciertas condiciones tales como:

Fuente de material alimenticio para su nutrición.

Temperatura para su desarrollo. El intervalo de temperatura es de 3° a 50°, siendo el óptimo alrededor de los 37 °C.

Humedad entre el 20 % y el 140 %, para que la madera pueda ser susceptible de ataques de hongos. Por debajo del 20 %, el hongo no puede desarrollarse y por sobre 140 % de humedad, no existe el suficiente oxígeno para que pueda vivir.

Una fuente de oxígeno suficiente para la subsistencia de los micro-organismos.

Al existir las condiciones descritas, el ataque biológico es factible que ocurra, pudiendo producir alteraciones de importancia en la resistencia mecánica de la madera o en su aspecto exterior.

Según el daño o grado de ataque de los hongos en la madera, es posible clasificarlos en tres grupos:

Hongos cromógenos: Se alimentan de las células vivas, produciendo un cambio de coloración en la madera (color azulado), pero sin afectar su resistencia. La presencia de esta coloración azul, es signo de que la madera ha estado expuesta a condiciones favorables para el desarrollo de hongos de pudrición.

Hongos de pudrición: La presencia de estos microorganismos causa una severa pérdida de resistencia, impidiendo cualquier tipo de aplicación. Es posible determinar rápidamente el estado de putrefacción a través de esta vía, mediante la desintegración de la madera por medio de una simple presión de los dedos. Cuando se hace referencia a pudrición blanca o pudrición fibrosa, se está en presencia de hongos que se alimentan de la lignina (dejando la celulosa de color blanco), y en este caso la madera se rompe en fibras. Cuando la madera es atacada por hongos que se alimentan de la celulosa, se tiene un estado de pudrición parda, observándose un desgranado de la madera en cubos por lo que es llamada normalmente pudrición cúbica.

Mohos: Son microorganismos fáciles de diferenciar mediante una observación macroscópica, dado que tienen una apariencia de algodón fino. La temperatura y la humedad abundante son factores claves para la extensión de los mismos, pero solo afectan el aspecto superficial, pudiéndose eliminar cepillando la pieza, sin producir daños a la resistencia ni a otras propiedades en la madera. Si estos hongos no son eliminados oportunamente puede que la pieza de madera sea fácilmente atacada por hongos de pudrición, ya que el crecimiento de mohos estimula su desarrollo.

Existen en el mercado diferentes productos fungicidas, según el hongo que se encuentre presente en la madera. En el caso de la mancha azul (hongos cromógenos), los productos más utilizados son el tribromofenato de sodio, quinolatos de cobre y carbendazimas. Frente a hongos de pudrición se emplean productos con contenidos de cromo, cobre y arsénico (CCA); cobre, azoles orgánicos (CA); cobres, azoles orgánicos y boro (CAB); cobre y amonios cuaternarios (ACQ) y boro.

La industria de maderas utiliza además diferentes técnicas de incorporación de agentes protectores según el microorganismo presente en el material. Así por ejemplo se utilizan tratamientos superficiales tales como el pintado con brochas, pulverización o inmersión rápida de la madera en el fungicida, en los cuales el producto protector solo penetra unos pocos milímetros de profundidad, pero siendo una técnica efectiva contra hongos cromógenos. En el caso de maderas sujetas a la humedad del exterior, en contacto con el suelo o con riesgo de ataques de hongos de pudrición y termitas, se aplican tratamientos en profundidad, en los cuales se utilizan equipos más sofisticados en los que el tiempo de contacto con el agente protector es mucho mayor y es posible combinar con otras variables como es el caso de la temperatura y la presión.

Si bien la utilización de fungidas sintéticos o comerciales es efectiva frente al tratamiento hongos, se conoce que tienen impacto negativo sobre el ambiente como así también sobre la salud humana. El remplazo de estos productos sintéticos por otros de origen natural, es una estrategia económica y ecológicamente sustentable. El uso de productos naturales es tan antiguo como la humanidad, y debido a sus propiedades y principios activos se están aplicando en medicina moderna, biotecnología y en la agricultura ecológica. De entre los productos de origen vegetal, se puso mayor énfasis en los últimos años en los metabolitos secundarios, los cuales no son comunes en todas las plantas y están implicados en el control biológico contra patógenos o plagas. Existen evidencias científicas referidas a la actividad antifúngica de ciertas plantas entre las que se destacan el ajo (*Allium sativum*), el oregano (*Origanum vulgare L.*), las hojas de limón (*Citrus limonum*), salvia (*Salvia officinalis*), artemisa (*Artemisia vulgaris L.*), uña de gato (*Petasites officinalis*).

La suma de los conceptos y experiencias ejemplificadas previas a la práctica de laboratorio se orientan a que, a la hora de realizar el experimento, el alumno pueda apelar a dichos conocimientos adquiridos para identificar la presencia de microorganismos, como así también sugerir e investigar diferentes materiales vegetales, metodologías de extracción y técnicas de incorporación en las maderas, evaluándose siempre las propiedades antifúngicas de los preparados mediante la aparición de crecimiento microbiano.

DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

Se sugiere que luego de la finalización del experimento completo, se ponga en común entre todos los alumnos los resultados obtenidos, jugando el docente un rol de guía, con la finalidad de alcanzar completar las actividades de la guía para el alumno, permitiendo además la generación de hipótesis y conclusiones con respecto al efecto que producen los extractos vegetales en nuestro sistema de estudio. Con la finalidad de estimular el criterio deductivo-científico de los alumnos, el docente podría formular preguntas tales como:

- ¿Creen que la obtención del extracto, es la adecuada? ¿Cómo podría averiguarse?
- ¿Qué pasaría si dejamos mayor tiempo la madera en la caja?
- ¿Qué otros procedimientos utilizarían para preparar el extracto?
- ¿De qué otro modo incorporarían el extracto a la madera?
- ¿Qué ocurriría si utilizamos una madera previamente tratada para nuestro experimento, aparecerá coloración?

¿QUÉ PUEDE SUCEDER EN EL LABORATORIO?

En el caso de que el grupo de alumnos proponga alguna otra experiencia práctica, los resultados que se esperaran para algunas iniciativas serán las siguientes:

Madera Previamente Tratada (Madera adquirida en madereras): Dado que esta muestra ya tiene incorporado sustancias antifúngicas, se espera que el crecimiento microbiano no ocurra o bien sedé únicamente luego de un prolongado tiempo de incubación. Si previo a la incubación la madera es hidratada, lijada y lavada con la finalidad de remover una capa superficial de la misma, la presencia de crecimiento microbiano será un indicio sufriente para deducir que dicha madera fue sometida a un tratamiento de protección superficial, mientras que la ausencia de coloración permite inferir que el tratamiento aplicado fue en profundidad.

Metodologías de extracción: Es posible utilizar diferentes técnicas de extracción y preparación de los extractos vegetales. La incorporación de los extractos a las muestras de madera, como así también las condiciones de crecimiento microbianos, serán los mismos que los utilizados con los extractos hidroalcohólicos. El tiempo de aparición de los microorganismos puede considerarse un parámetro de la eficiencia o acción

antifúngica de los extractos, pudiéndose así comparar el efecto entre los extractos hidroalcohólicos y los nuevos extractos.

Mayor tiempo de incubación: Un tiempo más prolongado al de la aparición de los hongos cromógenos, podrá ser el suficiente para el desarrollo de mohos como así también hongos de putrefacción. Las maderas tratadas con los extractos podrán también prevenir la aparición de estos tipos de microorganismos, comprobándose el comportamiento en periodos de incubación más largos.

Utilización de fungicidas sintéticos: Mediante la comparación de los extractos con un fungicida artificial se conseguirá demostrar que el producto sintético presenta una mayor efectividad. Si bien es un resultado favorable para la conservación de las maderas, es importante recalcar los factores negativos que conllevan la utilidad de los mismos.

Tratamientos de incorporación de los productos: Los resultados demostraran que un mayor tiempo de contacto entre los extractos y la madera podrá ser más eficiente que las técnicas superficiales tal como el pintado con brocha. Además se espera que sea efectiva contra los hongos de putrefacción.

CONCLUSIÓN

La realización secuencial de este experimento permitirá a los alumnos arribar a la conclusión de que existen y se encuentran dispersos en diferentes lugares y materiales, organismos vivos microscópicos, que son capaces de afectar la durabilidad de un material muy utilizado como lo es la madera. Este desarrollo experimental además revaloriza la importancia de los materiales vegetales que muchas veces se utilizan con otras finalidades, impartiendo al trabajo un carácter ecológico, buscando reemplazar productos sintéticos.

Alcanzadas estas conclusiones, sería conveniente comprobar la eficacia de los extractos por sobre los hongos de pudrición, luego de la aparición de los hongos cromógenos, de manera que sea posible concluirse, si los preparados utilizados actúan sobre todos los hongos capaces de afectar a las muestras de madera.

GUÍA PARA EL ALUMNO

“BIOTRATAMIENTO ANTIFUNGICO DE MADERAS”

INTRODUCCIÓN

Los microorganismos son diminutos seres vivos que individualmente son demasiado pequeños como para verlos a simple vista, por lo que es necesaria la ayuda de un microscopio para verlos. También son llamados microbios, ya que la palabra *micro* significa diminuto o pequeño. En este grupo de seres vivos se incluyen bacterias, hongos y protozoo, además de los virus que aunque no tienen células en su corporalidad, si se aprovechan de otras para subsistir.

De entre los microorganismos, los hongos se clasifican en tres tipos de hongos: las setas formadas por un pie y una sombrilla como el champiñón, las levaduras que son unicelulares (siendo la levadura de cerveza, unas de las levaduras más reconocida y es la utilizada para la producción de panes y bebidas) y los mohos que presentan un aspecto de pelusa presentes en diferentes ambientes. Estos microbios se desarrollan en ambientes húmedos y oscuros (frutas, suelo, queso, plantas, etc.). Podemos encontrar hongos en sitios inesperados (ventanas y vidrios, fugas de agua, ropa, paredes, muebles, etc.). Esencialmente, los hongos son degradadores de la materia para transformarla.

La madera es un material de importancia presente en un nuestras casas, ya sea presente en muebles, como así también en aberturas y techos. Cuando se dan las condiciones de temperatura, humedad y aeración adecuadas para el ataque biológico (entre los que se encuentran los hongos) se producen importantes alteraciones en la resistencia mecánica de la madera y en su aspecto exterior. Según el grado de ataque, se habla de la presencia de hongos cromógenos (produciendo un cambio de coloración azulado en la madera), hongos de pudrición (la madera se desintegra con solo presionarla con los dedos y puede tener coloración blanca o parda) y Mohos (fácilmente identificables por la presencia de un “algodón fino”).

Existen diferentes productos cuya finalidad es impedir la aparición de estos microbios, y son denominados fungicidas o antifúngicos. Si bien la utilización de estos productos sintéticos o comerciales es efectiva frente al tratamiento hongos, tienen impacto negativo sobre el ambiente como así también sobre la salud humana. El remplazo de estos productos sintéticos por otros de origen natural, es una estrategia económica y ecológicamente sustentable. El uso de productos naturales es tan antiguo como la humanidad, y debido a sus propiedades y principios activos se están aplicando en la actualidad en medicina moderna, biotecnología y en la agricultura ecológica.

PARTE A: CRECIMIENTO MICROBIANO

Esta actividad deberá realizarse en grupos de cuatro personas. Leer con atención la metodología y pasos a seguir en el experimento.

ES MUY IMPORTANTE REGISTRAR TODO LO TRABAJADO: DETALLES OBSERVADOS, RESULTADOS Y CONCLUSIONES ALCANZADAS. ES RECOMENDABLE TENER UN REGISTRO FOTOGRÁFICO O AUDIOVISUAL DEL AVANCE DEL EXPERIMENTO EN TODAS SUS ETAPAS.

EL EXPERIMENTO DE HOY

Consiste en evaluar las condiciones adecuadas para el desarrollo microbiano sobre muestras de madera. Para ello se les entregara dos muestras de madera de 6x12 cm, las cuales deberán ser lijadas y luego lavadas para retirar restos de material y polvo. Observar y registrar color y presencia de manchas en las maderas. La caja de cultivo (previamente armada en el taller de carpintería) es rellena con tierra hasta la mitad de su volumen, luego utilizando una botella de 500 mL con tapa perforada, se rocía este volumen en agua sobre la tierra. Las muestras de madera son colocadas dentro de la caja, una de ellas sobre la tierra y la otra es enterrada.

La caja de cultivo debe colocarse tapada en un ambiente cálido con temperatura promedio de 25-30 °. La temperatura en la caja se registra utilizando un termómetro una vez al día. Las muestras de madera son rociadas con 500 mL de agua cada 2 días.

Tras 7 días de incubación, las muestras son retiradas de la caja y se registra los cambios ocurridos ¿Ocurrió algún cambio en la coloración de las muestras?

¿QUÉ SUCEDIÓ? (DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO)

¿QUÉ DIFERENCIA HAY ENTRE LAS DOS MUESTRAS? ¿QUÉ OBSERVO DE DISTINTO?

.....
.....
.....
.....

¿QUÉ MUESTRA PRESENTA MAYORES CAMBIOS? ¿CUÁL MUESTRA SELECCIONARÍA PARA APLICAR UN FUNGICIDA?

.....
.....
.....
.....

NUESTRA HIPÓTESIS (NUESTRA RESPUESTA)

HIPÓTESIS: PENSAMOS QUE

.....
.....
.....
.....

PORQUE

.....
.....
.....
.....

¿QUÉ VARIABLES ESTÁN EN JUEGO EN ESTA EXPERIENCIA?

.....

.....

.....

.....

PARTE B: EXTRACTO ANTIFÚNGICO

ES MUY IMPORTANTE REGISTRAR LOS CAMBIOS OBSERVADOS LUEGO DE APLICAR EL TRATAMIENTO. COMPARAR SIEMPRE LOS RESULTADOS CON LOS ALCANZADOS EN LA PARTE A.

EL EXPERIMENTO DE HOY

Para preparar el extracto hidroalcohólico de ajo (*Allium sativum*), se pican y muelen 150 g de dientes de ajo y se trasvasa a una botella de 500 ml. Posteriormente se agregan 50 ml de alcohol y se completa el volumen de la botella con agua. Este preparado se deja en heladera durante dos horas, agitando vigorosamente el preparado cada 30 minutos. Cumplido el tiempo de conservación en heladera, el extracto se filtra utilizando un colador (tamiz).

El extracto concentrado es previamente diluido para su uso, para ello se toman 50 ml del extracto anterior y se transfieren a una nueva botella de 500 ml. Se completa el volumen de la misma con agua.

El extracto diluido es utilizado para pintar una muestra de maderas, antes de ser colocadas en la caja de cultivo. Una muestra nueva de madera sin tratamiento se coloca junto a la anterior.

Se evalúa la aparición de color a los 7 días de almacenado en las condiciones elegidas tras la parte A del experimento. ¿Ocurrió algún cambio en la coloración de las muestras?

La preparación del extracto de jarilla (*Larrea sp.*), se realiza siguiendo el mismo procedimiento utilizado para el ajo, diferenciándose únicamente en la utilización de las hojas frescas como material vegetal de partida.

¿QUÉ SUCEDIÓ? (DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO)

¿Qué diferencia hay entre las dos muestras? ¿Qué observo de distinto?

.....
.....
.....
.....

¿QUÉ MUESTRA PRESENTA MAYORES CAMBIOS? ¿CUÁL EXTRACTO RECOMENDARÍA APLICAR COMO FUNGICIDA?

.....
.....
.....
.....

NUESTRA HIPÓTESIS (NUESTRA RESPUESTA)

HIPÓTESIS: PENSAMOS QUE

.....
.....
.....
.....

PORQUE

.....
.....

.....
.....

¿QUÉ VARIABLES ESTÁN EN JUEGO EN ESTA EXPERIENCIA?

.....
.....
.....
.....

PARTE C

**NUESTROS DISEÑOS EXPERIMENTALES PARA PONER A PRUEBA NUESTRA HIPÓTESIS,
OBSERVACIONES Y RESULTADOS SON:**

.....
.....
.....
.....

NUESTRAS CONCLUSIONES:

.....
.....
.....
.....

¿QUÉ APRENDÍ CON ESTE EXPERIMENTO?

.....
.....
.....
.....



Los
Científicos
Van a las
Escuelas



Ministerio de Ciencia,
Tecnología e Innovación Productiva
Presidencia de la Nación

¿QUÉ COSAS NUEVAS QUIERO SABER SOBRE ESTE TEMA?

.....

.....

.....

.....