| PROGRAMA DE FORMACIÓN | Propagación masiva de material vegetal. |
| --- | --- |

| COMPETENCIA | Endurecer vitroplantas de acuerdo con procedimiento técnico y  normativa técnica. | RESULTADOS DE APRENDIZAJE | 220202016-1.  Preparar material vegetal, elementos, equipos y ambiente para el endurecimiento de Vitroplantas según procedimiento técnico y normativa.  220202016-2.  Preparar sustratos de acuerdo con requerimientos técnicos. |
| --- | --- | --- | --- |

| NÚMERO DEL COMPONENTE FORMATIVO | 5 |
| --- | --- |
| NOMBRE DEL COMPONENTE FORMATIVO | Procedimientos para el endurecimiento de vitroplantas |
| BREVE DESCRIPCIÓN | El desarrollo de este componente formativo pretende articular los procedimientos asociados al crecimiento vegetal y las variables de calidad que requieren las especies para lograr la supervivencia de las vitroplantas, a estadios de desarrollo más avanzados y autotróficos; lo anterior se pretende a través del conocimiento y la implementación de elementos que intervienen en dichas etapas. |
| PALABRAS CLAVE | Vitroplantas, aclimatación o endurecimiento, desinfección, sustrato. |

| ÁREA OCUPACIONAL | 2 – CIENCIAS NATURALES, APLICADAS Y RELACIONADAS. |
| --- | --- |
| IDIOMA | Español. |

**TABLA DE CONTENIDOS**

**Introducción**

**1. Fundamentos básicos para el endurecimiento**

1.1. Concepto y condiciones de endurecimiento de vitroplantas

1.2. Condiciones de calidad en material vegetal

1.3. Tipo de infraestructura requerida para el endurecimiento

**2. Consolidación de espacios para el endurecimiento**

2.1. Alistamiento de espacios de germinación

2.2. Preparación y desinfección de sustratos para el endurecimiento

2.3. Normatividad de seguridad industrial y seguridad en el trabajo

**INTRODUCCIÓN**

| Cuadro de texto |
| --- |
| Bienvenido a su formación en el componente Procedimientos para el endurecimiento de vitroplantas, en el cual se aplican conceptos asociados a las condiciones de calidad del material vegetal. En un primer apartado se presentan los fundamentos básicos para el endurecimiento y en el segundo apartado lo relacionado con la consolidación de los espacios de endurecimientos. Le invitamos a iniciar este recorrido observando el video de introducción del componente formativo. |

| **Tipo de recurso.** | Video spot animado | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Título** | Procedimientos para el endurecimiento de vitroplantas | | | |
| **Escena** | **Imagen** | **Sonido** | **Narración (voz en off)** | **Texto** |
| **Escena 1** | Incluir la siguiente imagen de fondo.    222116\_i1  Insertar en primer plano una bacterióloga que vaya teniendo movimiento y en lo posible narrando el texto citado.    222116\_i2  Destacar algunas frases del texto. Se sugiere que vayan apareciendo, se aumente el tamaño y desaparezcan.  “**En la propagación de material vegetal *in vitro* varias etapas se deben cumplir para obtener un resultado de calidad**”. | NA | **En la propagación de material vegetal *in vitro* varias etapas se deben cumplir para obtener un resultado de calidad**. Al micropropagar el tejido seleccionado bajo variables controladas y asepsia, se logra una vitroplanta en desarrollo, sin embargo, esta no pasa directamente al ambiente natural. | Procedimientos para el endurecimiento de vitroplantas. |
| **Escena 2** | Incluir la siguiente imagen de fondo.    222116\_i1  Insertar en primer plano una bacterióloga que vaya teniendo movimiento y en lo posible narrando el texto citado.    222116\_i2  Destacar algunas frases del texto. Se sugiere que vayan apareciendo, se aumente el tamaño y desaparezcan.  “**La vitroplanta requiere de cuidados y adaptaciones en su desarrollo ante las condiciones del ambiente para el cual ha sido multiplicada**”. | NA | **La vitroplanta requiere de cuidados y adaptaciones en su desarrollo ante las condiciones del ambiente para el cual ha sido multiplicada**; el éxito de su reproducción aumentará cuando esta etapa llamada endurecimiento o aclimatación sea superada y pueda avanzar, pasando por el porcentaje de supervivencia hasta lograr en condiciones de campo metabolizar a pesar de las variables del clima. | Procedimientos para el endurecimiento de vitroplantas. |
| **Escena 3** | Incluir la siguiente imagen de fondo.    222116\_i1  Insertar en primer plano una bacterióloga que vaya teniendo movimiento y en lo posible narrando el texto citado.    222116\_i2  Destacar algunas frases del texto. Se sugiere que vayan apareciendo, se aumente el tamaño y desaparezcan.  “**Los explantes reciben todo lo que necesitan en cuanto a los procesos que requieren para crecer mientras se encuentran *in vitro***”. | NA | **Los explantes reciben todo lo que necesitan en cuanto a los procesos que requieren para crecer mientras se encuentran *in vitro****;* al recibir dosificadamente sus nutrientes no realizan fotosíntesis y ante la asepsia de sustratos y otros procedimientos respecto a la sanidad, no se ven atacados por patógenos que afecten su desarrollo. Otras estructuras como los pelos radiculares no son necesarios ante un suministro de agua siempre disponible; todos estos privilegios en las vitroplantas para sus fases siguientes deben suprimirse poco a poco, así se podrá lograr que la especie obtenga un porcentaje de supervivencia en el ambiente natural. Por esta razón, saltar esta etapa significa exponer la vitroplanta a condiciones que ella no reconoce, y por consiguiente, la pérdida de todo un procedimiento, insumos, y el material vegetal. | Procedimientos para el endurecimiento de vitroplantas. |
| **Escena 4** | Incluir la siguiente imagen de fondo.    222116\_i1  Insertar en primer plano una bacterióloga que vaya teniendo movimiento y en lo posible narrando el texto citado.    222116\_i2  Destacar algunas frases del texto. Se sugiere que vayan apareciendo, se aumente el tamaño y desaparezcan.  “**Las vitroplantas activan cambios en los procesos fisiológicos y morfológicos, para alcanzar la supervivencia de manera individual**”. | NA | Dada la importancia de esta etapa para el desarrollo de las vitroplantas, se determinan condiciones que persisten en la importancia de su manejo, como la selección de los sustratos, la nutrición y el suministro de agua; y se controlan algunas variables que tendrán que empezar a interactuar de manera natural con el ambiente. Así, **las vitroplantas activan cambios en los procesos fisiológicos y morfológicos para alcanzar la supervivencia de manera individual**. | Procedimientos para el endurecimiento de vitroplantas. |
| **Escena 5** | Incluir la siguiente imagen de fondo.    222116\_i1  Insertar en primer plano una bacterióloga que vaya teniendo movimiento y en lo posible narrando el texto citado.    222116\_i2  Destacar algunas frases del texto. Se sugiere que vayan apareciendo, se aumente el tamaño y desaparezcan.  “**Un adecuado procedimiento en la desinfección del sustrato seleccionado para la aclimatación, beneficia en un alto porcentaje el éxito de la etapa *ex vitro***”. | NA | En las acciones que corresponden a la etapa de endurecimiento, cabe resaltar que **el procedimiento en la desinfección del sustrato seleccionado para la aclimatación beneficia en un alto porcentaje el éxito de la etapa *ex vitro***; esto en cuanto a ataques por agentes patógenos de tipo microscópicos, en los cuales se incluyen los nemátodos, las bacterias y los hongos. Por esta razón, las técnicas disponibles para la desinfección serán definidas teniendo en cuenta aspectos como las variables del clima, pues estas suelen condicionar la proliferación de dichos microorganismos y requieren un minucioso tratamiento, bien sea bajo métodos físicos o químicos. Este último de mayor cuidado, dado que el riesgo en la aplicación de sustancias químicas requiere del conocimiento y acciones reglamentadas en su uso y aplicación, tanto para la salud de quien lo aplica, el bienestar del material vegetal y el ambiente. | Procedimientos para el endurecimiento de vitroplantas. |
| **Escena 6** | Incluir la siguiente imagen de fondo.    222116\_i1  Insertar en primer plano una bacterióloga que vaya teniendo movimiento y en lo posible narrando el texto citado.    222116\_i2  Destacar algunas frases del texto. Se sugiere que vayan apareciendo, se aumente el tamaño y desaparezcan.  “**Lo invitamos a explorar el contenido de este componente formativo Procedimientos para el endurecimiento de vitroplantas**”. | NA | Cada aspecto que integre la micropropagación *in vitro* es reglamentado a partir de protocolos diseñados específicamente en su campo de aplicación y articulados a la regulación, que incluye el tipo de biotecnología; es por esta razón que se relaciona en el contenido la normatividad de seguridad asociada a este contexto. **Lo invitamos a explorar el contenido de este componente formativo Procedimientos para el endurecimiento de vitroplantas.** | Procedimientos para el endurecimiento de vitroplantas. |
| **Nombre del archivo** | 222116\_v1 | | | |

**DESARROLLO DE CONTENIDOS**

**1. Fundamentos básicos para el endurecimiento**

| **Tipo de recurso** | Slider Imagen | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | Vamos a dar inicio al desarrollo del componente formativo Procedimientos para el endurecimiento de vitroplantas, presentando lo relacionado con los fundamentos básicos para el endurecimiento. | |
| En el desarrollo biotecnológico, las técnicas de micropropagación permiten obtener un material vegetal con características que comercialmente benefician el cultivo y su producción. Para llevar a cabo el endurecimiento de vitroplantas se obtiene antes un producto *in vitro* mediante reproducción asexual, bien sea, utilizando las yemas, células meristemáticas u otro tejido celular que permite su crecimiento completo, a partir de la totipotencia de las células vegetales; esta secuencia de procedimientos dan paso a siguientes etapas como la aclimatación o endurecimiento, indispensable para la supervivencia del material vegetal, pues permite el fortalecimiento fisiológico de órganos como las raíces y láminas foliares ante las condiciones del ambiente natural. | | **Imagen:** 222116\_i3 |
| Todos estos procedimientos no se pueden realizar sin hacer uso de la infraestructura que se requiere para tal fin, pues el proceso de propagación *in vitro* implica desde el inicio una relación con el espacio en que se lleven a cabo las diferentes actividades de las fases por las que pasa el material vegetal. Entre estas actividades se cuenta la disposición al reproducir el material vegetal como es el caso en recipientes de vidrio, y la germinación mediante el uso de sustratos en condiciones previamente tratadas. | | **Imagen:** 222116\_i4 |
| Por esta razón, el conocimiento de los procedimientos implicados, los materiales requeridos y los objetivos del proyecto, inician la ruta de la aplicación de la técnica *in vitro* y su avance al manejo de vitroplantas. Cuando se lleva a cabo esta fase, las especies vegetales se encuentran en un periodo de desarrollo del estado vegetativo, por ejemplo, en la parte subterránea las raíces están instalando sus estructuras en el sustrato disponible, de tal manera que pueden explorar las características del mismo realizando la absorción de los nutrientes y del recurso hídrico. | | **Imagen:** 222116\_i5 |
| Con respecto a las partes aéreas, se determina la formación y el crecimiento a un número determinado de las láminas foliares (es decir, las hojas), siendo cada vez más activas en cuanto a procesos relacionados con la intensidad de luz que se suministre; acción que paulatinamente debe ser realizada en exclusivo por la planta y así lograr su independencia al ambiente controlado. | | **Imagen:** 222116\_i6 |

* 1. **Concepto y condiciones de endurecimiento de vitroplantas**

| **Tipo de recurso** | Pestañas o tabs horizontales | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | Como fundamento básico para el endurecimiento se presenta a continuación el concepto y condiciones de endurecimiento de vitroplantas. | |
| **Definición de vitroplantas** | Reciben el nombre de vitroplantas aquellos individuos vegetales que han sido producto de la micropropagación asexual y que avanzan su desarrollo en recipientes de vidrio y en condiciones que, aunque aún se controlan, tienden a ser compartidas con el ambiente natural en su proceso de aclimatación. | **Imagen:** 222116\_i7 |
| ***In vitro* vs *ex vitro*** | Según Espinosa et al. (2019), las plantas que provienen del cultivo de tejidos generalmente requieren de tratamientos para prevenir su muerte después de transferidas a condiciones *ex vitro*, ya que las producidas *in vitro* son incapaces de resistir los cambios de ambiente a los que se enfrentan. Esto es debido a que se han desarrollado en un ambiente aséptico, con variaciones mínimas de temperatura, alta humedad y disponibilidad de nutrientes y baja concentración de dióxido de carbono. Ante el minucioso procedimiento, se comparten responsabilidades entre la infraestructura y la metodología, de tal manera que se aporte en cada fase lo que se requiere para lograr en su primer avance la supervivencia del material vegetal. | **Imagen:** 222116\_i8 |
| **Técnica *in vitro*** | Al disponer de etapas tan tempranas en la formación de tejido, la técnica *in vitro* determina la procedencia del tejido o del tipo de células del cual se pretende obtener el brote de germinación. Es una etapa de fragilidad en cuanto al desempeño del procedimiento y tienen que ver con el resultado final las técnicas, los implementos y los tiempos en control de las variables en los lugares determinados para realizar la sección mencionada; pues desde que se inicie se corren los riesgos propios de la práctica en la que se pueden experimentar eventos de contaminación del material o pérdida del mismo por exposiciones a variables que le afectan fisiológicamente. | **Imagen:** 222116\_i9 |
| **Nombre del botón** | La vitroplanta es el resultado de todos los protocolos en conjunto y requiere que las condiciones en las cuales se inicie sean las óptimas y así se pueda avanzar en las etapas que preceden al endurecimiento o aclimatación. Lo anterior es un paso más en el cual se atenderá la limpieza del medio en que se originó el brote y los procesos de cuidado del sistema radical altamente delicados al paso de sustrato. | **Imagen:** 222116\_i10 |

* 1. **Condiciones de calidad en material vegetal**

| **Tipo de recurso** | Slider pasos | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | Determinados el concepto y condiciones de endurecimiento de vitroplantas, se presentan a continuación las condiciones de calidad en material vegetal. | |
| **Slide 1** | Las características morfológicas que se observan en una vitroplanta, y posteriormente en plántulas aclimatadas, deben ser traducidas en términos de calidad. Esto permite proyectar producciones exitosas después de un proceso que busca garantizar el adecuado desarrollo. Las características también están relacionadas al tipo de especie en la cual se registran las medidas cuantitativas como talla, número de hojas, número de raíces y longitud de estas. | **Imagen:** 222116\_i11 |
| **Slide 2** | La homogeneidad del cultivo en general debe disponer de las mismas características, pues la clonación o reproducción asexual de una planta madre de alta calidad debe estar en la generación clonada, así como la sanidad y el registro de sus cualidades debe ser consecuente con el estadio en desarrollo. | La Micropropagación | Revista HortiCultivos  **Imagen:** 222116\_i12 |
| **Slide 3** | Para mayor claridad en cuanto a esta temática, cuando se hace alusión a la genética de la especie en cuestión de calidad, se hace referencia al origen de la misma como la semilla. En casos de micropropagación o reproducción asexual se determina a partir de las células aisladas o de los tejidos de los cuales se inicia el crecimiento. | **Imagen:** 222116\_i13 |
| **Slide 4** | Con relación a lo anterior, se despliega la calidad en cuanto a la morfología, incluyendo todos aquellos aspectos de forma que presenta la especie y fisiología en cuanto al acertado y eficiente proceso metabólico y funcional en respuesta de las diferentes etapas de crecimiento. Otro de los aspectos para tener en cuenta en la calidad suele estar asociado a la sanidad, es decir, a la presencia o no de agentes patógenos que puedan condicionar su desarrollo. | **Imagen:** 222116\_i14 |
| **Slide 5** | Por descripciones como la anterior, en cuanto a la calidad la especie reproducida debe ser morfológicamente ideal en el momento de sacar a campo, pues fisiológicamente se encuentra en condiciones idóneas para responder con un alto porcentaje de supervivencia al ambiente natural. En cada una de las fases de desarrollo por las que pase el material vegetal propagado ha de requerir de una valoración en cuanto al procedimiento que se utiliza. Esto permite que se estandaricen protocolos para garantizar la calidad de la etapa en que se encuentra, porque cuando las plántulas evidencian ya los brotes de germinación de sus tejidos aéreos, serán calificadas por su fenotipo y morfología, siendo estas características las que indiquen resultados o deficiencias. Por esta razón los controles aseguran las decisiones a tener en cuenta respecto a los resultados. | **Imagen:** 222116\_i15 |

| Cuadro de texto |
| --- |
| Reconociendo las condiciones de endurecimiento y calidad en material vegetal, en el siguiente video se describe el tipo de infraestructura requerida para el endurecimiento. |

* 1. **Tipo de infraestructura requerida para el endurecimiento**

| **Tipo de recurso.** | Video spot animado | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Título** | Tipo de infraestructura requerida para el endurecimiento. | | | |
| **Escena** | **Imagen** | **Sonido** | **Narración (voz en off)** | **Texto** |
| **Escena 1** | Incluir la siguiente imagen de fondo.    222116\_i16  Insertar en primer plano dos bacteriólogos que tengan movimiento y en lo posible que el personaje de la izquierda vaya narrando el texto citado.    222116\_i17  Destacar algunas frases del texto. Se sugiere que vayan apareciendo, se aumente el tamaño y desaparezcan.  “**Paso del material vegetal *in vitro* a *ex vitro***”. | NA | El **paso del material vegetal *in vitro* a *ex vitro*** suele ser uno de los más importantes en el éxito y supervivencia de las especies que se micropropaguen; se debe pasar paulatinamente de las condiciones de su ambiente controlado en un recipiente de vidrio, al natural. Esto incluye el cambio en el sustrato, cambios secuenciales de la humedad relativa e incidencia de la luz solar para realizar la fotosíntesis. | Tipo de infraestructura requerida para el endurecimiento. |
| **Escena 2** | Incluir la siguiente imagen de fondo.    222116\_i16  Insertar en primer plano dos bacteriólogos que tengan movimiento y en lo posible que el personaje de la derecha vaya narrando el texto citado.    222116\_i17  Destacar algunas frases del texto. Se sugiere que vayan apareciendo, se aumente el tamaño y desaparezcan.  “**Invernaderos**”.  “**Riego por neblina, iluminación y control de temperatura**”. | NA | Para llevar a cabo las anteriores acciones se requieren **invernaderos** que reduzcan la entrada de los rayos del sol en camas o bandejas individuales que poseen un sustrato estéril y aireado, en donde el tiempo de aclimatación estará sujeto a la especie. Gil et al. (2017) nombran algunas recomendaciones en cuanto a la aclimatación para obtener plantas aptas, ello implica una larga fase de adaptación en invernadero con cuidados especiales como: **riego por neblina, iluminación y control de temperatura**. | Tipo de infraestructura requerida para el endurecimiento. |
| **Escena 3** | Incluir la siguiente imagen de fondo.    222116\_i16  Insertar en primer plano dos bacteriólogos que tengan movimiento y en lo posible que el personaje de la izquierda vaya narrando el texto citado.    222116\_i17  Destacar algunas frases del texto. Se sugiere que vayan apareciendo, se aumente el tamaño y desaparezcan.  “**Articulación del procedimiento en cada una de las etapas del endurecimiento ex vitro con el éxito de la supervivencia de las vitroplantas**”. | NA | La importancia de la **articulación del procedimiento en cada una de las etapas del endurecimiento *ex vitro,* con el éxito de la supervivencia de las vitroplantas** están ligados a que su fase se lleve a cabo en adecuaciones estructurales de la infraestructura que requiere el proceso. Es decir, el paso de la manipulación total de las condiciones agroclimáticas que se ha dispuesto durante su etapa inicial debe continuar, sin embargo, no con la rigurosidad de la etapa anterior sino paulatinamente; de tal manera que a través de estas adecuaciones la germinación en sustratos altamente seleccionados y tratados, proporcione lentamente su exposición a variables del ambiente. Para que así el espécimen empiece el reconocimiento de dichas situaciones y pueda generar una respuesta fisiológica apta que contribuya con el desarrollo de esta etapa. | Tipo de infraestructura requerida para el endurecimiento. |
| **Escena 4** | Incluir la siguiente imagen de fondo.    222116\_i16  Insertar en primer plano dos bacteriólogos que tengan movimiento y en lo posible que el personaje de la derecha vaya narrando el texto citado.    222116\_i17  Destacar algunas frases del texto. Se sugiere que vayan apareciendo, se aumente el tamaño y desaparezcan.  “**No cumple las expectativas en términos de calidad**”. | NA | Si las vitroplantas han sido expuestas a variaciones no apropiadas en sus condiciones, pueden presentar síntomas de estrés y este tipo de momentos en la praxis pueden verse reflejados en un crecimiento desigual; que **no cumple las expectativas en términos de calidad** al avanzar en las etapas que le corresponde. | Tipo de infraestructura requerida para el endurecimiento. |
| **Escena 5** | Incluir la siguiente imagen de fondo.    222116\_i16  Insertar en primer plano dos bacteriólogos que tengan movimiento y en lo posible que el personaje de la izquierda vaya narrando el texto citado.    222116\_i17  Destacar algunas frases del texto. Se sugiere que vayan apareciendo, se aumente el tamaño y desaparezcan.  “**Estrés abiótico, biótico o estrés hídrico**”. | NA | Algunos tipos de estrés al que se enfrentan las plantas en estadios de desarrollo temprano pueden ser: el **estrés abiótico, biótico o el estrés hídrico**. El primer tipo de estrés nombrado hace referencia a aquellos de tipo físico y químico que afectan el desarrollo fisiológico de la planta, como los excesos en la luz, en la temperatura o el viento. Entre los causantes del estrés biótico se hace referencia a aquellos agentes vivos que alteran el desarrollo de la planta mediante pérdidas de las áreas foliares, pudriciones por hongos o bacterias que atraviesan las líneas de defensas de las mismas. | Tipo de infraestructura requerida para el endurecimiento. |
| **Escena 6** | Incluir la siguiente imagen de fondo.    222116\_i16  Insertar en primer plano dos bacteriólogos que tengan movimiento y en lo posible que el personaje de la derecha vaya narrando el texto citado.    222116\_i17  Destacar algunas frases del texto. Se sugiere que vayan apareciendo, se aumente el tamaño y desaparezcan.  “**Disminución en el crecimiento de sus partes aéreas**”. | NA | Las plantas, ante dichos eventos, han presentado respuestas que son en muchos casos las que evidencian el tipo de problema que representan. Entre algunas manifestaciones se puede observar la **disminución en el crecimiento de sus partes aéreas**, bien sea la longitud del tallo o el número de hojas. También una de las características observables ante el estrés hídrico es el crecimiento en longitud de las raíces. | Tipo de infraestructura requerida para el endurecimiento. |
| **Nombre del archivo** | 222116\_v2 | | | |

| Tipo de recurso | Cajón de texto de color |
| --- | --- |
| Cedillo (2019) analiza: “Al construir un invernadero, las condiciones climáticas dentro del mismo cambian con respecto al exterior. Los plásticos de la cubierta superior dejan filtrar la radiación y una vez que se ha saturado el ambiente la empiezan a reflejar, lo anterior hace que suba la temperatura y por lo tanto en las horas de más radiación se tengan altas temperaturas dentro del invernadero. De ahí viene el concepto utilizado en el tema de cambio climático “Efecto Invernadero”, que no es más que un incremento en la temperatura de la tierra. Al aumentar la temperatura, la humedad del aire, que se conoce como humedad relativa disminuye, ya que ambos elementos climáticos son inversamente proporcionales; Esta relación de incremento de la temperatura y disminución de la humedad relativa no es óptimo para el crecimiento de las plantas, y este fenómeno depende principalmente de la radiación solar. ¨ (p. 5) | |

| **Tipo de recurso** | Rutas / Pasos. Verticales 1 |
| --- | --- |
| **Introducción** | Algunas de las estructuras utilizadas en la aclimatación y endurecimiento de vitroplantas se conoce como cámara de humedad. |
| *Cámara de humedad en invernadero de aclimatación o endurecimiento***/var/folders/px/jcchjyvx1tn5z95p5lqpv3pm0000gn/T/com.microsoft.Word/Content.MSO/198815F2.tmp**  **Imagen:** 222116\_i18 | |
| **Botón 1** | **Utilidad de las cámaras de humedad**  Las cámaras de humedad permiten mantener el control de variables como la temperatura, el tiempo de luminosidad o fotoperiodo y la radiación. |
| **Botón 2** | **Explantes germinados**  Los explantes ya germinados deben replantear de manera fisiológica los procesos de transformación química de la energía, presentando mayor actividad fotosintética y administrando el recurso hídrico en periodos de tiempo en que la absorción no se requiere; por eso la vitroplanta es beneficiada al llegar a la fase de aclimatación y endurecimiento. |

| Tipo de recurso | Cajón de texto de color |
| --- | --- |
| Para profundizar un poco más sobre el procedimiento de endurecimiento *ex vitro*, visite el Grupo de innovación educativa en biodiversidad y biología vegetal en el blog <https://blogs.upm.es/innebioveg/ex-vitro/> | |

1. **Consolidación de espacios para el endurecimiento**

| **Tipo de recurso** | Slider Imagen | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | Una vez conocidos los fundamentos básicos para el endurecimiento, se presenta ahora la consolidación de espacios. | |
| Las características del proceso de micropropagación de material vegetal involucran etapas de desarrollo propias para la obtención de un producto exitoso; de esta manera se articulan procesos y estructuras para que dichas etapas se den apropiadamente. | | **Imagen:** 222116\_i19 |
| El caso del endurecimiento de vitroplantas implica el paso de un ambiente controlado en recipientes de vidrio a bandejas, en donde dichas variables cambian a pesar de seguir interfiriendo en su control; cuando se inicia la aclimatación se dispone de estructuras adecuadas para que en la germinación o regeneración de brotes se inicien el reconocimiento de las variaciones climáticas y empiecen las respuestas fisiológicas para tal fin. | | **Imagen:** 222116\_i20 |
| Al ser un espacio para obtener un número elevado de plántulas encaminadas a producción o conservación, entre otros fines, es importante tener la claridad para disponer de las técnicas de manejo adecuadas, pues los procedimientos dispendiosos al valorar cada uno de los ejemplares y los errores en los métodos de aplicación podrán impactar negativamente si todo el material vegetal se encuentra en la misma sección de crecimiento. | | **Imagen:** 222116\_i21 |
| Por lo anterior, los controles y seguimientos de protocolos son indispensables, tanto en el manejo del tema nutricional como hídrico; también si las variables de influencia agroclimática son las modificables o si es el caso de la identificación temprana de patógenos que pongan en riesgo la sanidad individual y general del material cultivado. | | **Imagen:** 222116\_i22 |
| Atendiendo todos los posibles escenarios y las dinámicas cambiantes para una vitroplanta, para pasar de una fase a otra es importante reconocer que una de sus alteraciones, como la pérdida de humedad, es razón suficiente para asignar espacios adecuados especialmente. Así estas pueden lograr que estructuras como los estomas de las hojas de las plantas que no habían sido muy desarrollados durante la fase inicial, empiecen a actuar en el ejercicio del intercambio gaseoso. Es allí, en las cámaras de humedad o bajo la utilización de mallas de diferentes características y densidades, y bajo estos métodos, que se puede lograr presionar poco a poco la fisiología de la especie para responder ante dichas variaciones de las condiciones agroclimáticas. | | **Imagen:** 222116\_i23 |

* 1. **Alistamiento de espacios de germinación**

| Cuadro de texto |
| --- |
| En el proceso de consolidación de espacios para el endurecimiento, se describe en este apartado el alistamiento de espacios de germinación. |

| **Tipo de recurso** | Carrusel de tarjetas | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | En algunos casos los proyectos de micropropagación son requeridos para la producción en masa de alguna especie de interés económico, sin embargo, también pueden estar destinados al ejercicio *in vitro* de especies que presentan tasas de reproducción muy bajas y se encuentran en vía de extinción. | |
| **Imagen:** 222116\_i24 | | |
| En la práctica, y en la disposición de adicionar en el proceso de propagación vegetal todo lo que esta necesita para desarrollarse, es de tener en cuenta que en los procesos para cada etapa, dependiendo de la especie, pueden variar las respuestas. | | **Imagen:** 222116\_i25 |
| Arrieta et al. (2017) indican que no todas las plantas tienen la capacidad de enraizar espontáneamente, por lo que a veces es necesario aplicar sustancias hormonales que provoquen la formación de raíces. | | **Imagen:** 222116\_i26 |
| Las auxinas, por ejemplo, son hormonas reguladoras del crecimiento vegetal y, en dosis muy pequeñas, regulan los procesos fisiológicos de las plantas; todas estimulan la formación y el desarrollo de las raíces. | | **Imagen:** 222116\_i27 |
| La función de las auxinas en la promoción del enraizamiento tiene que ver con la división y crecimiento celular, la atracción de nutrientes y de otras sustancias al sitio de aplicación, las relaciones hídricas y fotosintéticas, entre otros aspectos. | | **Imagen:** 222116\_i28 |
| El conocimiento de la especie a reproducir asexualmente puede requerir de la dosificación exacta en el uso de aquellas hormonas; las cuales deben estar, bien sea en el medio de cultivo, o bien sea en sustratos cuando se dispone a etapas más avanzadas. | | **Imagen:** 222116\_i29 |

| **Tipo de recurso** | Acordeón tipo 2 |
| --- | --- |
| **Introducción** | Dando continuidad a la consolidación de espacios para el endurecimiento, se presentan a continuación algunos elementos a considerar en la etapa de germinación. |
| https://cdn.portalfruticola.com/2020/08/a4f9c00a-imagesca24p2ys.jpg  **Imagen:** 222116\_i30 | |
| **Etapa de germinación**  Para iniciar la etapa de germinación es posible detener la latencia de las semillas bajo controles previos al inicio del cultivo *in vitro;* o en el caso de otros tejidos a germinar, significa que la multiplicación de la plántula a muchas de ellas para iniciar su desarrollo, esté precedido del endurecimiento y aclimatación para otras etapas más avanzadas. | |
| **Herramientas para la germinación**  Para la germinación se utilizan todas aquellas herramientas que intervienen en la desinfección y limpieza del material vegetal: elementos de soporte de los medios o cultivos como cajas de Petri, tubos de ensayo o frascos de vidrio, previamente esterilizados. | |
| **Medio para la germinación**  Este medio consta de nutrientes y hormonas con relación al tipo de especie a micropropagar; la selección de recipientes individuales o grupales difieren con respecto al objetivo del proyecto, recursos u otros aspectos que requieren la valoración de este. | |
| **Rotulación y ubicación de recipientes**  En términos de procedimiento mecánico en cuanto a su desarrollo, es importante la rotulación y ubicación de los recipientes de vidrio en la respectiva sala de cultivo con temperaturas indicadas, intensidad lumínica y oscuridad apropiadas, como lo indican Salgado, & Peñaranda (2019), en fases experimentales de germinación de semillas. | |

* 1. **Preparación y desinfección de sustratos para el endurecimiento**

| Cuadro de texto |
| --- |
| El suelo hace parte de los componentes abióticos del ambiente, allí confluye un universo de seres vivos microscópicos que permiten la vida a las plantas. En términos de agricultura el suelo juega un papel fundamental para el buen desarrollo de los cultivos, pues a través de este las plantas absorben los nutrientes que en él se encuentran. Las características del suelo pueden variar según las cantidades en los materiales que lo conforman; por estas, se prefieren unos más que otros para usar como sustratos. |

| **Tipo de recurso** | Tarjetas Conectadas |
| --- | --- |
| **Introducción** | Las variables del suelo son: |
| **Imagen:** 222116\_i31 | |
| **Imagen:** 222116\_i32 | **Físicas**  como su estructura, arcillosos o arenosos. |
| **Imagen:** 222116\_i33 | **Biológicas**  como microorganismos presentes. |
| **Imagen:** 222116\_i34 | **Químicas**  representado por macroelementos y microelementos. |

| **Tipo de recurso** | Slider Presentación | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | Se presentan en este apartado elementos indispensables a considerar en la preparación y desinfección de sustratos para el endurecimiento. | |
| Si bien un suelo con buenas características debe proveer de manera natural lo que las plantas requieren, en ejercicios de propagación de material vegetal, al controlar desde el inicio las variables que influyen en el crecimiento de estas, se requiere que el sustrato proporcione, más no genere en la plantación, inconvenientes de tipo patológico. Lo anterior debido a que se pueden transmitir hongos, virus y bacterias, entre otros; afectando su desarrollo; así como cuando sus características estructurales o físicas inadecuadas no permiten una buena absorción de agua en los periodos de tiempo que se requieren. | | **Imagen:** 222116\_i35 |
| Por las anteriores descripciones del suelo, pasa a interiorizar el sustrato como Gayosso et al. (2016) lo definen: ¨Es el material sólido natural, de síntesis o residual, orgánico o mineral, puro o mezclado que en un contenedor permite el anclaje del sistema radical, da soporte a la planta e interviene o no en su nutrición.¨ Siendo el sustrato un componente indispensable, debe estar libre de impurezas que generan contaminación de las raíces y posterior, de otras partes de la plántula, causando enfermedad y poniendo en riesgo su desarrollo. Así que a continuación se comentan diferentes formas para desinfectar el sustrato previo al trasplante. | | **Imagen:** 222116\_i36 |
| Según Martínez (2008) en Díaz y Jordán (2018), las características que debe poseer un buen sustrato serán aquellas que permitan la producción de plantas sanas y con la mejor calidad. Para obtener óptimos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plántulas, se requiere, entre las características del medio de cultivo, 6 en pH, que es ligeramente ácido. El principal efecto del pH es su influencia en la disponibilidad de los nutrientes minerales, especialmente en los micronutrientes. | | **Imagen:** 222116\_i37 |

| **Tipo de recurso** | Infografía interactiva Modal | |
| --- | --- | --- |
| **Texto introductorio** | Para realizar la desinfección del sustrato existen dos formas, el método químico y el físico. | |
| **Imagen** | | |
| **Código de la imagen** | 22116\_i38 | |
| **Punto modal 1** | El primero hace referencia al uso de productos de síntesis química que se adiciona para eliminar cualquier tipo de microorganismo vivo allí presente con un principio biocida. | Al hacer clic en la expresión “Productos de síntesis química”. |
| **Punto modal 2** | El segundo método hace uso del calor como la solarización, en donde se expone al sol el suelo cubierto de plástico a altas temperaturas, al alterar esa variable se eliminan los microorganismos que puedan generar la contaminación o riesgo en el sustrato, pues el metabolismo de dichos agentes patológicos no es resistente a las altas temperaturas. | Al hacer clic en la expresión “Solarización”. |

| **Tipo de recurso** | Slider Imagen | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | En este apartado se complementa la información relacionada con las formas de desinfección del sustrato. | |
| La técnica de solarización en campo también contribuye al control de hierbas acompañantes, las cuales no son permitidas pues compiten con la disponibilidad de nutrientes para la especie de interés. | | https://universidadagricola.com/wp-content/uploads/2018/04/solarizacion-suelos.jpg**Imagen:** 222116\_i39 |
| Hay variaciones en los métodos antes mencionados como la biofumigación, la cual utiliza la saturación de oxígeno por la alta oferta de materia orgánica. Esta técnica no solamente permite que a través de la descomposición de la materia orgánica que la compone se controle de manera eficiente la presencia de agentes como hongos, bacterias o nemátodos, sino que también aporta al suelo elementos que permiten estructura y diversidad en nutrientes que pueden ser disminuidos en cantidad por las especies demandante o por lavado de suelo por escorrentía. | | **Imagen:** 222116\_i40 |

| **Tipo de recurso** | Carrusel de tarjetas | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | Así como en cuestión de sustratos existen diversas maneras de desinfectar adecuadamente, también cabe resaltar que las características que estos presentan pueden manifestar beneficios para la absorción, tanto de nutrientes como de agua, que benefician el crecimiento de las raíces. Todo esto se da gracias a su clasificación. | |
| **Imagen:** 222116\_i41 | | |
| Algunos, como las rocas de procedencia volcánica o arenas, pueden ser catalogados como sustratos inertes; en donde por su composición química se encargan del soporte de las plántulas sin casi intervenir con los procesos de nutrición o absorción de agua. | | **Imagen:** 222116\_i42 |
| Los sustratos activos, como son provenientes de otras composiciones orgánicas como cortezas de algunos árboles o de productos como celulosas, pueden presentar otras cualidades. Estos suelen ser más interactivos en temas de reserva de nutrientes o las interacciones entre ellos. | | **Imagen:** 222116\_i43 |
| Algunas de las propiedades que muestran estos tipos de sustratos tienden a referirse a la capacidad para absorber agua y también para reservar. Su composición estructural es evidenciada en cuanto a la compactación que presenta, y esto se encuentra relacionado al tamaño de las partículas que lo conforman. | | **Imagen:** 222116\_i44 |
| Una utilización más en cuanto a sustratos hace referencia a aquellos catalogados como artificiales, en los que por lo general se utilizan contribuyendo como mezclas, porque dada su composición son muy flexibles en cuanto a su estructura, pero se pueden degradar con facilidad; así que las proporciones en cuanto a su uso puede verse afectada con estos cambios. | | **Imagen:** 222116\_i45 |

| Cuadro de texto |
| --- |
| Para conocer más a fondo sobre la desinfección de sustratos y técnicas, puede consultar el documento: Desinfección de Suelos y Sustratos en la Agricultura de la Universidad Autónoma de Chapingo. |

* 1. **Normatividad de seguridad industrial y seguridad en el trabajo**

| **Tipo de recurso** | Slider Presentación | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | Para finalizar el componente formativo, se describen aspectos destacados con la normatividad de seguridad industrial y seguridad en el trabajo. | |
| El resultado de las prácticas agrícolas en cuanto al medio ambiente genera para este un impacto que no es benéfico, a través de sus implementaciones se generan emisiones a la atmósfera, aportes de residuos químicos al suelo y el agua y alteraciones en los ecosistemas y la diversidad asociada. | | **Imagen:** 222116\_i46 |
| En vista de dichas afectaciones se ha requerido visionar hacia la implementación de prácticas y técnicas que reduzcan esos impactos, el control y el seguimiento para que se protejan los recursos; de esta manera se disponen y aplican diferentes tratados y normas que escalan las regiones, la nación y hasta el nivel internacional, para que de tal manera se promuevan dichas mejoras y garanticen los recursos a un plazo más amplio. | | **Imagen:** 222116\_i47 |
| Algunos de los ejemplos, aparte de la normatividad de ley que se nombrará a continuación, consisten en la aplicación de las buenas prácticas agrícolas. Estas hacen referencia de manera directa a las etapas que se realizan en la propagación de material vegetal, como aquellas en materia de suelos, nutrición vegetal, y claro, el material biológico micropropagado, materia prima en el desarrollo de proyectos en biotecnología vegetal. | | **Imagen:** 222116\_i48 |

| **Tipo de recurso** | Infografía interactiva Modal | |
| --- | --- | --- |
| **Texto introductorio** | Colombia hace parte de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) e implementa políticas referentes al desempeño y crecimiento laboral para mejorar las condiciones de trabajo, las cuales permiten alinear las normas laborales en pro de la generación de empleo. A continuación, se presentan las normas a cumplir y que están relacionadas. | |
| **Imagen** | | |
| **Código de la imagen** | 222116\_i49 | |
| **Punto modal 1** | La Resolución 2400 de 1979 (mayo 22) por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, en donde especifica en el capítulo 2º, página 1, que se debe dar cumplimiento a normas legales en Medicina, Higiene y Seguridad Industrial, y dependiendo el contexto se elabora su propia reglamentación. | Al hacer clic en la expresión “Resolución 2400 de 1979”. |
| **Punto modal 2** | Más actual, la Resolución 0312 de 2019 define los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG- SST, en donde se proyecta conjuntamente toda la normatividad para un control de seguimiento que incluye el registro, la verificación y el cumplimiento que básicamente debe contener en cuanto a infraestructura, finanzas, tecnología, entre otras. | Al hacer clic en la expresión “Resolución 0312 de 2019”. |

| Cuadro de texto |
| --- |
| Usted puede profundizar sobre la Legislación en Seguridad y Salud Ocupacional en Colombia en el documento Seguridad Industrial relacionado en el material complementario. |

**SÍNTESIS**

| **Tipo de recurso** | Síntesis |
| --- | --- |
| Propagación masiva de material vegetal. Síntesis: Procedimientos para el endurecimiento de vitroplantas. | |
| **Introducción** | En el siguiente esquema, usted podrá hacer un recorrido por conceptos y temas que corresponden al desarrollo de este componente. |
|  | |

| Cuadro de texto |
| --- |
| Hemos llegado al final de este componente formativo. Recuerde explorar los demás recursos que se encuentran disponibles; para ello diríjase al menú principal en donde encontrará la síntesis, la actividad didáctica, material complementario, entre otros. |

**ACTIVIDAD INTERACTIVA**

| **Tipo de recurso** | Actividad didáctica. Verdadero y falso | |
| --- | --- | --- |
| A lo largo de las unidades temáticas de este componente se abordan temas en los cuales usted debe tener claridad conceptual. Realice la siguiente actividad y verifique lo aprendido indicando si es Falso o Verdadero.   1. Avendaño (2016) en el texto La reproducción de las plantas: costos y beneficios en la sección Estrategias sexual vs. Clonal, plantea el siguiente apartado:   El mecanismo de reproducción sexual tiene muchos beneficios, pero también es una vía de propagación sumamente costosa para las plantas, ya que éstas destinan una gran cantidad de recursos a la elaboración de estructuras como flores, polen, néctar y frutos, mismas que no se traducen directamente en hijos. En contraparte, la reproducción clonal es un mecanismo alternativo que muchas especies han desarrollado para colonizar ambientes relativamente estables. Se trata de una estrategia muy común en ecosistemas extremos; ejemplo de ello son los desiertos, donde se ha observado que hasta 80% de las especies vegetales presenta propagación clonal, probablemente como respuesta al estrés ambiental. Dado que este mecanismo tiene un bajo costo energético, muchas especies vegetales han optado por la reproducción clonal, ya que les permite destinar más recursos a otras funciones vitales. Como hemos visto, el costo de la reproducción sexual es mayor que el de la reproducción clonal, y esto puede ser más evidente dependiendo de la especie y de las condiciones ambientales donde crecen las plantas. Esto significa que el costo de reproducirse sexualmente puede ser mayor en hábitats donde hay una baja disponibilidad de recursos (agua, luz o nutrientes) o donde existe algún tipo de estrés biótico sobre la planta (ataque de herbívoros o competencia con otras especies vegetales). En el caso de la flor de cuclillo (Lychnis flos-cuculi), los individuos que crecen en sitios con suelos menos fértiles reducen su fecundidad de un evento reproductivo a otro, mientras que en las plantas que crecen en sitios más fértiles, la fecundidad tiende a ser similar año con año. (p. 82-83) | | **Imagen:** 222116\_i50 |
| 1. La reproducción clonal y asexual hacen referencia al mismo procedimiento. | | **imagen:** 222116\_i51 |
| **Verdadero** (correcto) | | Falso |
| 1. La propagación de material vegetal de tipo asexual es una opción para especies que presentan algún tipo de condición que limita su reproducción. | | **Imagen:** 222116\_i52 |
| **Verdadero** (correcto) | | Falso |
| 1. Los factores o variables ambientales no afectan la respuesta reproductiva de las plantas. | | **Imagen:** 222116\_i53 |
| **Verdadero** | | Falso (correcto) |

| **Tipo de recurso** | Actividad didáctica. Verdadero y falso | |
| --- | --- | --- |
| A lo largo de las unidades temáticas de este componente se abordan temas en los cuales usted debe tener claridad conceptual. Realice la siguiente actividad y verifique lo aprendido indicando si es Falso o Verdadero.   1. En el *spin off* Natural Vitro de la página web de la Universidad EAFIT, la Investigadora Camila Londoño narra como “clonación de plantas” al resultado de la obtención de plantas exactamente iguales a su progenitora, usando mecanismos de reproducción asexuales, gracias a la capacidad de las células vegetales de multiplicarse y posteriormente diferenciarse en un nuevo individuo idéntico, característica denominada totipotencialidad.   Según el párrafo anterior es correcto afirmar los siguientes enunciados: | | **Imagen:** 222116\_i54 |
| 1. Es posible obtener vitroplantas como producto *in vitro* mediante reproducción asexual. | | **imagen:** 222116\_i55 |
| **Verdadero** (correcto) | | Falso |
| 1. Solo se consigue regenerar una planta completa mediante el uso de un meristemo vegetal. | | **Imagen:** 222116\_i56 |
| **Verdadero** | | Falso (correcto) |
| 1. La totipotencialidad es transmitida a las plantas clonadas. | | **Imagen:** 222116\_i57 |
| **Verdadero** (correcto) | | Falso |

| **Tipo de recurso** | Actividad didáctica. Verdadero y falso | |
| --- | --- | --- |
| A lo largo de las unidades temáticas de este componente se abordan temas en los cuales usted debe tener claridad conceptual. Realice la siguiente actividad y verifique lo aprendido indicando si es Falso o Verdadero.   1. Cuando en las vitroplantas se han suministrado los recursos exactos durante su periodo de micropropagación, su desarrollo supera los efectos negativos que tienen que ver con la sanidad o deficiencias nutricionales. Sin embargo, el material vegetal debe avanzar a través de etapas como el endurecimiento para lograr realizar sus funciones vitales en el ambiente natural.   Los siguientes aspectos tienen o no que ver con este propósito: | | **Imagen:** 222116\_i58 |
| 1. El suelo, porque hace parte de los componentes abióticos del ambiente; allí confluye un universo de seres vivos microscópicos que permiten la vida a las plantas. | | **imagen:** 222116\_i59 |
| **Verdadero** | | Falso (correcto) |
| 1. La infraestructura, los procedimientos y las condiciones de calidad comprenden una serie de elementos que permiten la etapa de aclimatación o endurecimiento de las vitroplantas para un desarrollo más independiente. | | **Imagen:** 222116\_i60 |
| **Verdadero** (correcto) | | Falso |
| 1. La infraestructura y la regeneración de brotes hacen parte de los procedimientos requeridos para que una vitroplanta supere la etapa de endurecimiento. | | **Imagen:** 222116\_i61 |
| **Verdadero** (correcto) | | Falso |

**Retroalimentación de la actividad interactiva**

A continuación, se evidencian las preguntas y la respuesta correcta de la actividad anterior, también se especifica cuál es la argumentación del porqué de la respuesta errónea.

| 1. Avendaño (2016) en el texto La reproducción de las plantas: costos y beneficios en la sección Estrategias sexual vs. Clonal, plantea en siguiente apartado:   El mecanismo de reproducción sexual tiene muchos beneficios, pero también es una vía de propagación sumamente costosa para las plantas, ya que éstas destinan una gran cantidad de recursos a la elaboración de estructuras como flores, polen, néctar y frutos, mismas que no se traducen directamente en hijos. En contraparte, la reproducción clonal es un mecanismo alternativo que muchas especies han desarrollado para colonizar ambientes relativamente estables. Se trata de una estrategia muy común en ecosistemas extremos; ejemplo de ello son los desiertos, donde se ha observado que hasta 80% de las especies vegetales presenta propagación clonal, probablemente como respuesta al estrés ambiental. Dado que este mecanismo tiene un bajo costo energético, muchas especies vegetales han optado por la reproducción clonal, ya que les permite destinar más recursos a otras funciones vitales. Como hemos visto, el costo de la reproducción sexual es mayor que el de la reproducción clonal, y esto puede ser más evidente dependiendo de la especie y de las condiciones ambientales donde crecen las plantas. Esto significa que el costo de reproducirse sexualmente puede ser mayor en hábitats donde hay una baja disponibilidad de recursos (agua, luz o nutrientes) o donde existe algún tipo de estrés biótico sobre la planta (ataque de herbívoros o competencia con otras especies vegetales). En el caso de la flor de cuclillo (Lychnis flos-cuculi), los individuos que crecen en sitios con suelos menos fértiles reducen su fecundidad de un evento reproductivo a otro, mientras que en las plantas que crecen en sitios más fértiles, la fecundidad tiende a ser similar año con año. (p. 82-83)  Teniendo en cuenta lo anterior, es correcto decir que: | |
| --- | --- |
| 1. La reproducción clonal y asexual hacen referencia al mismo procedimiento.   Bien hecho, la respuesta correcta es Verdadero (V). | Si su respuesta es Falso (F), es incorrecta, las plantas clonadas son copias idénticas de un individuo vegetal, en la que no hay interferencia de células sexuales. |
| 1. La propagación de material vegetal de tipo asexual es una opción para especies que presentan algún tipo de condición que limita su reproducción   Bien hecho, la respuesta correcta es Verdadero (V). | Si su respuesta es Falso (F), es incorrecta, en el desarrollo de la unidad se resalta la importancia de la reproducción asexual o *in vitro* de especies que presentan tasas de reproducción muy bajas o se encuentran en vía de extinción. |
| 1. Los factores o variables ambientales no afectan la respuesta reproductiva de las plantas   Bien hecho, la respuesta correcta es Falso (F). | Si su respuesta en Verdadera (V) es incorrecta, las variables ambientales si pueden afectar la tasa reproductiva en respuesta al estrés hídrico, nutricional entre otras. |

| 1. En el *spin off* Natural Vitro de la página web de la Universidad EAFIT, la Investigadora Camila Londoño narra como “clonación de plantas” al resultado de la obtención de plantas exactamente iguales a su progenitora, usando mecanismos de reproducción asexuales, gracias a la capacidad de las células vegetales de multiplicarse y posteriormente diferenciarse en un nuevo individuo idéntico, característica denominada totipotencialidad.   Según el párrafo anterior, conteste falso o verdad a los siguientes enunciados: | |
| --- | --- |
| 1. Es posible obtener vitroplantas como producto *in vitro* mediante reproducción asexual.   Bien hecho, la respuesta correcta es Verdadero (V). | Si su respuesta es Falso (F) es incorrecta, recuerde que La técnica de propagación in vitro utiliza la reproducción asexual en sus procedimientos. |
| 1. Solo se consigue regenerar una planta completa mediante el uso de un meristemo vegetal.   Bien hecho, la respuesta correcta es Falso (F). | Si su respuesta en Verdadera (V) es incorrecta, la totipotencia celular en las células vegetales permite la regeneración utilizando diferentes tipos de células, no solo las meristemáticas. |
| 1. Totipotencialidad es transmitida a las plantas clonadas.   Bien hecho la respuesta correcta es Verdadero (V). | Si su respuesta es Falso (F) es incorrecta, a través de la propagación se pasan de una célula madre células somáticas con toda la información genética a las plantas clonadas. |

| 1. Cuando en las vitroplantas se han suministrado los recursos exactos durante su periodo de micropropagación, su desarrollo supera los efectos negativos que tiene que ver con la sanidad o deficiencias nutricionales. Sin embargo, el material vegetal debe avanzar a través de etapas como el endurecimiento, para lograr realizar sus funciones vitales en el ambiente natural.   Los siguientes aspectos tienen o no que ver con este propósito: | |
| --- | --- |
| 1. El suelo, porque hace parte de los componentes abióticos del ambiente, allí confluye un universo de seres vivos microscópicos que permiten la vida a las plantas.   Bien hecho, la respuesta correcta es Falso (F). | Si su respuesta es Verdadero (V) es incorrecta, es suelo es un elemento indispensable en el desarrollo de las plantas en condiciones de cultivo normales en la agricultura, pero este no presenta relevancia en cuanto a la etapa de aclimatación o endurecimiento de las vitroplantas. |
| 1. La infraestructura, los procedimientos y las condiciones de calidad comprenden una serie de elementos que permiten la etapa de aclimatación o endurecimiento de las vitroplantas para un desarrollo más independiente.   Bien hecho, la respuesta correcta es Verdadero (V). | Si su respuesta es Falso (F) es incorrecta, se ha determinado que para realizar el proceso de endurecimiento a aclimatación se debe contar con cámaras de humedad como variaciones de los invernaderos, sustratos seleccionados y variables que finalmente indican si la etapa ha favorecido el desarrollo del material vegetal. |
| 1. La infraestructura y la regeneración de brotes hace parte de los procedimientos requeridos para que una vitroplanta supere la etapa de endurecimiento.   Bien hecho, la respuesta correcta es Verdadero (V). | Si su respuesta es Falso (F) es incorrecta, recuerde que en el desarrollo de las unidades de este componente se incluyen la regeneración de brotes y la infraestructura como parte del desarrollo del endurecimiento. |

**MATERIAL COMPLEMENTARIO**

| Tipo de recurso | Material complementario | | |
| --- | --- | --- | --- |
| Tema | Referencia APA del material | Tipo | Enlace |
| Normatividad de seguridad industrial y seguridad en el trabajo | Torres. C. (2012). Seguridad industrial. Legislación en seguridad y salud ocupacional en Colombia. Universidad del Norte. (Archivo PDF) <http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/2220/Legislaci%F3n%20en%20seguridad%20y%20salud%20ocupacional%20en%20Colombia.pdf?sequence=2> | Documento | <http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/2220/Legislaci%F3n%20en%20seguridad%20y%20salud%20ocupacional%20en%20Colombia.pdf?sequence=2> |
| Fundamentos básicos para el endurecimiento | Grupo innovación educativa en biodiversidad y biología vegetal en el  blog <https://blogs.upm.es/innebioveg/ex-vitro/> | Blog | <https://blogs.upm.es/innebioveg/ex-vitro/> |
| Preparación y desinfección de sustratos para el endurecimiento | Chavéz, A. N, et al. (2008). Desinfección de Suelos y Sustratos en la Agricultura de la Universidad Autónoma de Chapingo. 1ra Ed. <https://www.researchgate.net/publication/282157114_Desinfeccion_de_Sustratos_Suelos_y_Equipos_en_la_agricultura_metodos_y_equipos> | Libro | <https://www.researchgate.net/publication/282157114_Desinfeccion_de_Sustratos_Suelos_y_Equipos_en_la_agricultura_metodos_y_equipos> |
| Endurecimiento de las plantas plataneras | Programa lo nuestro TV. | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=6stWSHPWJh4> |

**GLOSARIO**

| **Tipo de recurso** | Glosario |
| --- | --- |
| Germinación: | es el proceso inicial vegetal a partir del cual el desarrollo del embrión inicia su crecimiento. |
| Fotosíntesis: | proceso mediante el cual las plantas fabrican su propio alimento mediante la transformación de energía lumínica en energía química. |
| Reproducción asexual: | mecanismo de reproducción en las plantas y otros seres vivos sin intervención de células sexuales. |
| Fisiológico: | hace referencia a funciones internas de los seres vivos. |
| Lámina foliar: | estructura fotosintética de las plantas, en la que recae mayormente el proceso de fotosíntesis, y otros procesos como el intercambio gaseoso. |
| Metabolismo: | son todos los procesos y reacciones de tipo químicas en la transformación de energía en los seres vivos. |
| Células somáticas: | cualquier célula estructural y funcional diferente a las células sexuales. |
| Solarización: | técnica de desinfección de suelos y sustratos que utiliza principios termodinámicos en su aplicación. |
| Reproducción sexual: | mecanismo que utilizan los seres vivos para garantizar la especie, en los animales interfieren las células sexuales. |
| Macroelementos: | son el conjunto de elementos que participan activamente de la nutrición en las plantas. |
| Microelementos: | son elementos identificados y absorbidos por las plantas en menores cantidades, pero que son condicionales en el funcionamiento de los macroelementos. |

**REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS**

| **Tipo de recurso** | Bibliografía |
| --- | --- |
| Arrieta et al. (2017). *Manual de Prácticas de la Unidad de Aprendizaje Propagación de Plantas*. Universidad Autónoma de Nayarit. <https://www.ecorfan.org/textbooks/P-Manual/PM%20TI/PM%20TI.pdf> | |
| Avendaño, M. (2016). La reproducción de las plantas: costos y beneficios. *Revista Ciencia,* (67), 82-83. <https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/67_4/PDF/ReproduccionPlantas.pdf> | |
| Cedillo, P. E. (2019). Manual de Prácticas de la Unidad de aprendizaje Propagación de plantas. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://planificacionfesaragon.com/sites/default/files/manuales/Manual%20de%20Control%20de%20Clima.pdf> | |
| Díaz, B., Jordán, V. M. (2018). *Evaluación de Tratamiento Térmico con vapor de agua para desinfección de sustrato*. [Tesis de grado, Universidad de la República]. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/29434/1/D%C3%ADazBernaschinaCamila.pdf> | |
| Espinosa et al. (2019). Influencia del tamaño de las plantas in vitro y tipo de sustrato en la aclimatación de Morus alba L*. Revista Pastos y Forrajes, 42* (1). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269159592003> | |
| Gayosso et al. (2016). Sustratos para producción de flores. *Revista Agrociencia, 50* (5). <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v50n5/1405-3195-agro-50-05-617.pdf> | |
| Gil et al. (2017). Aclimatación de plántulas in vitro de *Saintpaulia ionantha H. Wendl. (Gesneriaceae)* “violeta africana’’ a condiciones de invernadero. Revista Arnaldoa 24 (1): 343 – 350. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.241> | |
| Resolución 2400 de 1979. [Ministerio de Trabajo y Seguridad Social]. Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. 22 mayo de 1979. | |
| Salgado, J. M, & Peñaranda, L. V. (2019). Modificaciones en medios de cultivo aplicadas en conservación y producción *in-vitro* de orquídeas. *Revista Colombiana De Investigaciones Agroindustriales*, *6*(1), 16–28. <https://doi.org/10.23850/24220582.1815> | |