**Datos de identificación del programa de formación**

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

| COMPETENCIA | 220202008-Cultivar material vegetal *in-vitro* de acuerdo con manuales de siembra y normativa de calidad. | RESULTADOS DE APRENDIZAJE | 220202008-2. Alistar material vegetal para el proceso de cultivo *in-vitro* según protocolo.  220202008-3. Preparar medios de cultivo de acuerdo con el protocolo definido para cada especie.  220202008-4. Propagar material vegetal *in-vitro* según protocolos establecidos.  220202008-5. Monitorear indicadores técnicos durante proceso de cultivo de material vegetal *in-vitro* según parámetros establecidos. |
| --- | --- | --- | --- |

| NÚMERO DEL COMPONENTE FORMATIVO | 2 |
| --- | --- |
| NOMBRE DEL COMPONENTE FORMATIVO | Propagación vegetal *in-vitro*. |
| BREVE DESCRIPCIÓN | El desarrollo de este componente le permitirá acceder a conocimientos importantes en el campo de la biotecnología vegetal y la propagación *in-vitro*. Entre los temas más destacados por abordar se encuentran la instalación de bancos de plantas madre, selección de medios de laboratorio, preparación de soluciones madre y adopción de protocolos de manejo. |
| PALABRAS CLAVE | Medio de cultivo, reactivo, planta madre, protocolo, micropropagación, enraizamiento. |

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

**TABLA DE CONTENIDOS**

**Introducción**

**1.** Morfología Vegetal.

**1.1.** Estructuras radiculares y aéreas de las plantas.

**1.2.** Órganos Fotosintéticos.

**1.3.** Fase luminosa y oscura de la fotosíntesis.

**1.4.** Sistemas de tejidos vasculares.

**2.** Reproducción vegetativa de las plantas.

**2.1.** Estructuras reproductivas vegetativas.

**2.2.** Uso y ventajas de la reproducción vegetativa de las plantas.

**3.** Clasificación de material vegetal.

**3.1.** Características del banco de plantas madre.

**3.2.** Determinación de la especie madre e importancia de la selección de la Planta Madre.

**3.3.** Descripción del estado sanitario y nutricional de la especie o planta madre.

**4.** Selección de explantes para utilización de técnica *in-vitro*.

**4.1.** Descripción de fenotipo.

**4.2.** Descripción y determinación de tejidos vegetales a utilizar.

**4.3.** Separación de explantes como gemas o meristemos axilares.

**4.4.** Limpieza de explantes.

**INTRODUCCIÓN**

| Cuadro de texto |
| --- |
| Bienvenidos al componente formativo, denominado Propagación Vegetal *In-Vitro*, donde se abordará el proceso biotecnológico de la reproducción vegetal. Inicialmente se desarrolla el tema de morfología vegetal, luego se presenta la reproducción vegetativa de las plantas. En un tercer momento se explica la clasificación de material vegetal y se finaliza con la selección de explantes para utilización de técnica *in-vitro*. Lo invitamos a iniciar este recorrido observando el video de introducción del componente formativo. |

**GUION DE VIDEO INTRODUCTORIO**

| **Tipo de recurso** | Video spot animado | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **NOTA** | **La totalidad del texto locutado para el video no debe superar las 500 palabras aproximadamente** | | | |
| **Título** | Propagación vegetal *in-vitro*. | | | |
| **Escena** | **Imagen** | **Sonido** | **Narración (voz en off)** | **Texto** |
| **Escena 1** | Incluir la siguiente imagen de fondo.    222116\_i1  Insertar en primer plano una persona con bata de laboratorio que vaya teniendo movimiento y en lo posible narrando el texto citado.    222116\_i2  Destacar algunas de las palabras del texto. Se sugiere que vayan apareciendo, se aumente el tamaño y desaparezcan.  “Eficiencia de los procesos productivos agrarios”. | NA | El contexto productivo del territorio nacional, a la luz de los procesos de mercado globalizado, expone cierto relegamiento de la productividad agropecuaria, pese a las ventajas biofísicas que presentan las diferentes regiones del país, sacrificando un gran potencial de progreso que puede establecer un motor para la economía nacional. Esta condición configura un imperativo de mejoramiento en los niveles de eficiencia de los procesos productivos agrarios, en aras de lograr incrementar, progresivamente, la competitividad del sector. | Propagación vegetal *in-vitro.* |
| **Escena 2** | Incluir la siguiente imagen de fondo.    222116\_i3  Insertar en primer plano una persona con bata de laboratorio que vaya teniendo movimiento y en lo posible narrando el texto citado.    222116\_i2  Destacar algunas de las palabras del texto. Se sugiere que vayan apareciendo, se aumente el tamaño y desaparezcan.  “Biotecnología”. | NA | Considerando este panorama, la adopción de la biotecnología se ofrece como mecanismo para lograr este cometido, en cuanto a la promoción y fomento de su inserción en los procesos productivos, para este caso, en las actividades agrícolas, orientando su implementación hacia el aprovechamiento oportuno de las condiciones agroecológicas del país, mediante el uso oportuno de los recursos genéticos cuya adaptación y especialización pueden llegar a significar un mejoramiento en el nivel de rendimiento alcanzado en los cultivos que movilizan la economía rural. | Propagación vegetal *in-vitro*. |
| **Escena 3** | Incluir la siguiente imagen de fondo.    222116\_i4  Insertar en primer plano una persona con bata de laboratorio que vaya teniendo movimiento y en lo posible narrando el texto citado.    222116\_i2 | NA | Partiendo de este conjunto de premisas, se hace necesario contar con el recurso humano capacitado para liderar y ejecutar las labores respectivas que pueden viabilizar la materialización de las diferentes estrategias en la realidad productiva del país y de cualquier escenario territorial donde sea pertinente la realización de procesos asociados a la propagación de material vegetal in-vitro, mediante la realización de las actividades pertinentes, en términos de eficiencia y oportunidad con las exigencias productivas y las posibilidades del entorno. Por esta razón, este componente formativo integra actividades que posibilitan la adquisición de los conocimientos fundamentales para el logro de este objetivo. | Propagación vegetal *in-vitro*. |
| **Escena 4** | Incluir la siguiente imagen de fondo.    222116\_i5  Insertar en primer plano una persona con bata de laboratorio que vaya teniendo movimiento y en lo posible narrando el texto citado.    222116\_i2  Destacar algunas de las palabras del texto. Se sugiere que vayan apareciendo, se aumente el tamaño y desaparezcan.  “Instalación de bancos de plantas madre.  Adopción de protocolos de manejo y desinfección.  Selección de reactivos, preparación de reactivos y medios de cultivo.  Preparación de materiales y equipos para la propagación *in-vitro.*  Mantenimiento de condiciones de asepsia en espacios de producción”. | NA | Los conocimientos centrales del componente giran alrededor de la comprensión de los elementos básicos para la propagación in-vitro; entre los más destacados se referencian la instalación de bancos de plantas madre, adopción de protocolos de manejo y desinfección, selección de reactivos, preparación de reactivos y medios de cultivo; seguidamente, preparación de materiales y equipos para la propagación in-vitro, así como el mantenimiento de condiciones de asepsia en espacios de producción y, finalmente, la propagación del material vegetal propiamente dicha que, además de una correcta aplicación de los conocimientos técnicos específicos, también implica la interpretación oportuna contexto inmediato y el registro ordenado y analítico todos los procesos llevados a cabo, permitiendo configurar las bases requeridas para la realización de las labores puntuales en un ejercicio de micropropagación de material vegetal. | Propagación vegetal *in-vitro*. |
| **Escena 5** | Incluir la siguiente imagen de fondo.    222116\_i6  Insertar en primer plano una persona con bata de laboratorio que vaya teniendo movimiento y en lo posible narrando el texto citado.    222116\_i2 | NA | Una vez alcanzado el objetivo de apropiación de los conocimientos relacionados, el participante habrá adquirido un conjunto de herramientas acordes con las demandas del medio relacionado, así como podrá haber identificado posibles referentes de profundización en los diferentes campos o ramas de implicados de la biotecnología vegetal; en tal sentido, contará con los elementos centrales para participar activa y protagónicamente, en la generación y promoción de iniciativas de selección y propagación de material vegetal mediante el uso de técnicas in-vitro, articulando de manera funcional el saber formal como posibilidad para impulsar al sector agrícola colombiano como un polo de desarrollo local y regional. | Propagación vegetal *in-vitro*. |
| **Escena 6** | Incluir la siguiente imagen de fondo.    222116\_i6  Insertar en primer plano una persona con bata de laboratorio que vaya teniendo movimiento y en lo posible narrando el texto citado.    222116\_i2 | NA | Lo invitamos a explorar el contenido de este componente formativo “Propagación vegetal *in-vitro*”. | Propagación vegetal *in-vitro*. |
| **Nombre del archivo** | 22116\_v1 | | | |

**DESARROLLO DE CONTENIDOS**

**1. Morfología Vegetal**

| Cuadro de texto |
| --- |
| La morfología vegetal es el campo básico desde donde se puede comprender múltiples aspectos asociados a la funcionalidad de los organismos vegetales, así como los elementos biológicos que los posibilitan; por tal motivo, se genera una ruta que inicia por la identificación de las estructuras radiculares y aéreas de las plantas, la fotosíntesis y los órganos que la desarrollan, así como sus diferentes fases, concluyendo en un recorrido por el sistema vascular que proporciona a las plantas la posibilidad de circulación del agua y los nutrientes que requiere para vivir. Para iniciar se van a reconocer las estructuras radiculares y aéreas de las plantas.  La Morfología Vegetal | Botánica | Estructura y forma de las plantas |  Wikisabio  **Imagen:** 222116\_i7 |

**1.1. Estructuras radiculares y aéreas de las plantas**

| **Tipo de recurso** | Slider Hitos/ Línea de tiempo horizontal | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | Las plantas están conformadas por dos sistemas: el sistema caulinar y el sistema radicular; estos pueden diferenciarse como aquello que se encuentra encima de la superficie de suelo y aquello que se encuentra en el suelo u orientado hacia su búsqueda.  Las estructura de una planta: sus partes | BIOPEDIA  **Imagen:** 222116\_i8 | |
| Sistema radicular | Se encuentra integrado por la raíz y sus respectivas ramificaciones.  Es el órgano vegetativo generalmente subterráneo de las plantas terrestres, que además de servir para el anclaje de las mismas, también posibilita la absorción de aquellos nutrientes requeridos del suelo u otro sustrato por la planta. | Raíz qué es, Órgano embrionario para el desarrollo de las plantas  **Imagen:** 222116\_i9 |
| Sistema Caulinar | Este sistema se encuentra integrado por tallo, ramas y hojas de la planta. Este sistema se origina en la plúmula del embrión, donde se desarrolla una yema apical conformada por el meristema apical, que permite un proceso de diferenciación celular, dando origen a los tres tejidos primarios conocidos como protodermis, meristema fundamental y procambium que, seguidamente, forman los tejidos secundarios definitivos del tallo en el cuerpo primario. | Cómo germinar semillas con éxito? | Jardineria On  **Imagen:** 222116\_i10 |

| Cuadro de texto |
| --- |
| Una vez reconocidos los sistemas de las plantas exploremos una de sus partes. La raíz cuenta con una estructura interna y una estructura externa, diferenciadas en sus características, de acuerdo con el tipo de planta a las que corresponda (monocotiledóneas o dicotiledóneas).  La estructura externa cuenta con una distribución zonal que presenta las secciones de cuello, ramificación, diferenciación, pelos absorbentes, alargamiento, meristema apical y cofia. |

| **Tipo de recurso** | Infografía interactiva Punto caliente | |
| --- | --- | --- |
| **Texto introductorio** | A continuación, se describen las zonas radiculares de las plantas anteriormente mencionadas. | |
| **Imagen**  Partes de la Raíz | | |
| **Código de la imagen** | **Imagen:** 222116\_i11 | |
| **Punto caliente 1** | El cuello es la parte donde se une raíz y tallo de la planta. | Al hacer clic en la expresión “Cuello”. |
| **Punto caliente 2** | Los pelos absorbentes son células epidérmicas alargadas, están encargados de la absorción de agua y nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de la planta. | Al hacer clic en la expresión “Pelos absorbentes”. |
| **Punto caliente 3** | La zona de diferenciación o pilífera, es la región donde los tejidos meristemáticos se diferencian como tejidos radiculares definitivos. | Al hacer clic en la expresión “Zona pilífera”. |
| **Punto caliente 4** | Las zonas de alargamiento y meristemo apical se encuentran en el espacio que antecede la terminación de la raíz y se encuentra conformado por tejido meristemático y posibilitan el crecimiento longitudinal de la raíz. | Al hacer clic en la expresión “Zona de crecimiento”. |
| **Punto caliente 5** | La parte terminal de la raíz es la cofia o piloriza, que protege el meristemo apical en el proceso de penetración de la raíz al suelo. | Al hacer clic en la expresión “Cofia o Piloriza”. |

| **Tipo de recurso** | Slider Hitos/ Línea de tiempo horizontal | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | Dentro de las partes mencionadas de las plantas, se explicaran a continuación los elementos constitutivos de la raíz, en la cual se puede identificar que la estructura interna cuenta con particularidades específicas, en concordancia con el estado de desarrollo y clase de planta. | |
| Estado de desarrollo de la planta | En la germinación de la planta se forma un cuerpo primario de la raíz desde el meristemo apical que se ubica en el extremo inferior del embrión; sucede un proceso de división celular de dicho meristemo, dando origen a tres tipos de tejidos primarios, que se reconocen como protodermis, meristemo fundamental y procambium; estos tejidos, dan origen a los tejidos definitivos de la raíz. | **Imagen:** 222116\_i12 |
| Clase de planta | En dicotiledóneas, especialmente las leñosas, en ciertas etapas, surgen tejidos radiculares secundarios. Presenta como tejidos primarios la epidermis (capa externa de la raíz), córtex (conformado por tejidos de protección, crecimiento e ingreso de agua y nutrientes), estela (tejidos para formación de raíces laterales, vasculares primarios y cambium vascular que origina el tejido vascular secundario). En monocotiledóneas, son los mismos tejidos que presentan las dicotiledóneas, exceptuando el cambium vascular. | Partes de la raíz y sus funciones - Partes de una raíz y las funciones de cada una  **Imagen:** 222116\_i13 |

| **Tipo de recurso** | Acordeón tipo 1 |
| --- | --- |
| **Introducción** | Siguiendo con el reconocimiento de la planta se puede indicar que el tallo es el órgano vegetativo con geotropismo negativo y fototropismo positivo que sirve para sostener las ramas, hojas, flores y frutos, con tamaños, formas y consistencias relativas al tipo de planta a la cual pertenece. Esta formación, cuenta con una estructura interna y una externa. |
| **Imagen:** 222116\_i14 | |
| **Estructura interna del tallo del cuerpo primario**  Conformada por nudos (puntos de desarrollo de hojas), entrenudos (espacio entre dos nudos consecutivos), yemas (tejido meristemático ubicado principalmente en axilas y partes terminales del tallo) y lenticelas (presentes en algunos tallos, en ciertos tipos de estados de desarrollo, y corresponden a poros de intercambio de gases con el medio). | |
| **Estructura externa del tallo en el cuerpo primario**  Conformado por epidermis (capa externa del tallo), córtex (tejido ubicado bajo epidermis, constituido por tejidos especializados como colénquima, parénquima cortical, esclerénquima y células secretoras), estela (parte central del tallo, conformada por sistema vascular primario y la médula constituida por tejido parenquimático de almacenamiento), parénquima interfascicular (tejido que comunica al córtex con la médula). En monocotiledóneas, no se presenta el cambium vascular. | |
| **Estructura interna del tallo del cuerpo secundario**  Estructura posible en plantas dicotiledóneas leñosas; en estas plantas, en ciertas etapas de desarrollo, aumentan en grosor, a causa del papel ejercido por dos tipos de tejido: el cambium vascular y el cambium del corcho, los cuales son conocidos como tejidos meristemáticos secundarios. | |

| **Tipo de recurso** | Slider Hitos/ Línea de tiempo horizontal | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | Dando continuidad al reconocimiento de las partes de las plantas, acabamos de reconocer la raíz y el tallo. Veamos ahora la descripción de la hoja. | |
| La hoja | En este recorrido de la planta se puede indicar que la hoja es un órgano que presenta estructura interna y externa. | **Imagen:** 222116\_i15 |
| Estructura externa de la hoja | Constituida por peciolo (estructura que une la hoja con el tallo) y lámina foliar (cara superior conocida como el haz y la inferior como el envés; a través de esta lámina, se distribuyen las nervaduras ramificadas para el caso de las plantas dicotiledóneas o paralelas en el caso de las monocotiledóneas) entre otros elementos. | **Imagen:** 222116\_i16 |
| Estructura interna de la hoja | Constituida por cutícula, epidermis superior, mesófilo (tejido más abundante de la hoja formado por parénquima en empalizada y parénquima esponjoso, y el elemento más importante en la fotosíntesis), epidermis inferior, estomas y nervaduras (extensión del sistema vascular del tallo). | **Imagen:** 222116\_i17 |

| **Tipo de recurso** | Carrusel de tarjetas tarjetas | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | Otro elemento que forma parte de la planta es la flor. | |
| Flor: qué es, partes de la flor, función y tipos de flores. - Significados  **Imagen:** 222116\_i18 | | |
| Esta se considera como un eje del sistema caulinar que se desarrolla de una yema axilar floral; se encuentra compuesta por pedúnculo, cáliz, corola, androceo (estambres) y pistilo. | | **Imagen:** 222116\_i19 |
| Las flores tienen simetría variada. | | **Imagen:** 222116\_i20 |
| Las flores se agrupan en estructuras denominadas inflorescencias de tipo simle (una flor) o compuestas (dos o más flores). | | **Imagen:** 222116\_i21 |

| **Tipo de recurso** | Acordeón tipo 2 |
| --- | --- |
| **Introducción** | Dando continuidad al reconocimiento de la planta se tiene el fruto |
| Fruta - Partes de plantas - Botánica y biología - Definiciones y conceptos  **Imagen:** 222116\_i22 | |
| **Definición**  El fruto es el ovario desarrollado y en estado de maduración de la planta, que también se conoce con el nombre de pericarpio, que funciona como contenedor de las semillas. | |
| **Clasificación de los frutos**  Los frutos se clasifican en simples (un solo ovario) y compuestos (varios ovarios). | |

| **Tipo de recurso** | Slider Imagen | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | Para terminar el reconocimiento de las partes de las plantas, se presenta a continuación la semilla. | |
| La semilla es el óvulo fecundado y en estado de maduración de la planta que reproduce sexualmente a la misma, que cuenta con la posibilidad de almacenar sustancias de reserva y un embrión para la generación de una nueva planta. | | **Imagen:** 222116\_i23 |
| Los factores externos para la germinación de la semilla son, el agua, oxígeno y temperatura en rangos acordes con las necesidades de la planta. | | **Imagen:** 222116\_i24 |
| Los factores internos para la germinación de la semilla consisten en el estado de madurez de la semilla y salud del embrión. | | **Imagen:** 222116\_i25 |

**1.2. Órganos Fotosintéticos**

| Cuadro de texto |
| --- |
| Una vez reconocidas las partes de las plantas se puede identificar un proceso clave en su crecimiento, La fotosíntesis, el cual se presenta a continuación. |

| **Tipo de recurso** | Slider pasos | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | La fotosíntesis es un proceso fisicoquímico a través del cual las plantas, algas y algunas bacterias utilizan energía solar para sintetizar los compuestos orgánicos necesarios para su supervivencia. | |
| **Slide 1** | En este proceso, se utiliza el dióxido de carbono atmosférico, liberando oxígeno molecular, dando lugar a la fotosíntesis oxigénica. En términos evolutivos, el desarrollo biológico que significó la fotosíntesis oxigénica, transformó radicalmente las posibilidades biológicas en el planeta, estableciendo un conjunto de condiciones sin precedentes para la vida. | **Imagen:** 222116\_i26 |
| **Slide 2** | La fotosíntesis oxigénica en las plantas, ocurre en los cloroplastos ubicados en las células del parénquima clorofiniano de las hojas y tallos verdes; esto sucede en el microambiente de esas estructuras celulares, a partir del dióxido de carbono y la energía de los electrones de agua excitados por los fotones de luz. | La fotosíntesis | Blog de Educación Primaria.  **Imagen:** 222116\_i27 |
| **Slide 3** | Para que se de la fotosíntesis es importante reconocer los cloroplastos. Estos cloroplastos hacen parte de un grupo de organelos celulares denominados Plastidios. Este tipo de plastidio es variable en forma, tamaño y cantidad, depende del tipo de estructura celular o especie. Se encuentran constituidos por tres membranas, una externa y dos internas que definen igual número de compartimentos, los cuales son el espacio intermembrana, estroma y espacio tilacoidal. | Cloroplastos  **Imagen:** 222116\_i28 |
| **Slide 4** | Uno de los espacios clave para el proceso de síntesis, es la membrana tilacoidal, esta membrana presenta algunos componentes esenciales y específicos, como lo son fosfolípidos y proteínas estructurales, complejos proteicos (transporte de electrones), fotosistemas y ATP sintasa. | **Imagen:** 222116\_i29 |
| **Slide 5** | Las plantas presentan pigmentos fotosintéticos, organizados en estructuras denominadas fotosistemas; el complejo molecular de pigmentos fotosintéticos y proteínas se une a la membrana tilacoidal; en este sitio también se encuentra un centro de reacción fotoquímica constituido por un complejo molecular de clorofila y proteínas. | **Imagen:** 222116\_i30 |
| **Slide 6** | Las membranas tilacoidales presentan dos tipos de fotosistemas; estos complejos fotoquímicos son conocidos como fotosistema I (PSI) y fotosistema II (PSII), cada uno contiene un centro de reacción fotoquímico, identificados como P700 y P680, respectivamente. | **Imagen:** 222116\_i31 |

**1.3. Fase luminosa y oscura de la fotosíntesis**

| Cuadro de texto |
| --- |
| Ya conocemos en qué consiste la fotosíntesis, conozcamos ahora las fases luminosa y oscura. |

| **Tipo de recurso** | Pestañas o tabs horizontales | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | La fotosíntesis implica la transformación de energía lumínica en energía química | |
| **Transformación de energía lumínica en energía química** | Para que suceda la transformación de energía lumínica en energía química, los organismos deben captar la luz y luego los pigmentos fotosintéticos deben disponerse en la membrana tilacoidal para desarrollar el proceso de síntesis. Este proceso contempla dos fases: la fase fotoquímica (fase luminosa) y la fase de fijación de carbono (fase oscura). | LA FOTOSÍNTESIS: La Fotosíntesis y sus Fases | Fotosintesis de las plantas,  Fotosintesis y respiracion, Fotosintesis  **Imagen:** 222116\_i32 |
| **Fase fotoquímica** | La energía lumínica activa electrones de la clorofila, generando un desplazamiento por una cadena en la membrana tilacoidal, mientras la clorofila recupera en el agua los electrones cedidos, liberando oxígeno. La cesión de los electrones sucede en la oxidación de la coenzima NADP+ que, al integrarse con el H+, se transforma en NADPH; durante este transporte de electrones, se inyectan protones mediante la membrana tilacoidal, haciendo que, mediante este gradiente energético, se impulse la síntesis de ATP en el estroma. | Fase luminosa de la fotosíntesis  **Imagen:** 222116\_i33 |
| **Fase fotoquímica** | La corriente de electrones comienza en el fotosistema II contenedor del centro de reacción fotoquímico P680, donde el agua es hidrolizada y es allí donde quedan disponibles electrones, protones y oxígeno molecular, posteriormente liberado a la atmósfera como producto residual de la reacción (Pérez-Urria 2009).  Nota: tanto la transducción energética, como la hidrólisis del agua, son fenómenos fundamentales para el sostenimiento de la vida en el planeta. | Fase luminosa de la fotosíntesis  **Imagen:** 222116\_i33 |
| **Fase de fijación de carbono** | Tanto ATP como NADPH son fuentes de energía y poder reductor, respectivamente, para promover la síntesis de carbohidratos de carbono del dióxido de carbono, en azúcar simple; en este sentido, las reacciones iniciadas en el cloroplasto, encuentran continuidad en el citosol celular, generando en el mesófilo de las hojas, sacarosa y otras moléculas orgánicas; la sacarosa es exportada hacia otros tejidos como fuente de moléculas orgánicas. | Fotosíntesis en la fase oscura  **Imagen:** 222116\_i34 |
| **Fase de fijación de carbono** | Lo anterior sucede gracias a que la energía química almacenada temporalmente en las moléculas de ATP y NADPH es transferida a las moléculas transportadoras y almacenadoras de energía en las células de los organismos fotoautótrofos, formando un esqueleto hidrocarbonado desde donde se empiezan a construir diversas variedades de moléculas orgánicas.  Nota: la incorporación del CO2 en compuestos orgánicos es conocida comúnmente como fijación de carbono, sucediendo en el estroma de los cloroplastos. | Fotosíntesis en la fase oscura  **Imagen:** 222116\_i34 |

**1.4. Sistemas de tejidos vasculares**

| **Tipo de recurso** | Acordeón tipo 2 |
| --- | --- |
| **Introducción** | Además del proceso de fotosíntesis se puede reconocer como el tejido vascular de las plantas, es característico de plantas superiores y atraviesan la totalidad del organismo, desde el extremo radicular, hasta el extremo de las hojas. Se encuentra constituido por Xilema y Floema; al respecto de cada uno, es necesario realizar un conjunto de precisiones para comprender su funcionamiento y relevancia en el desarrollo y sostenimiento de la planta. |
| **Imagen:** 222116\_i35 | |
| **Xilema**  Tejido complejo, debido a la presencia de células dentro del mismo, algunas incluso con protoplasma vivo; este órgano se encuentra constituido por traqueidas, elementos del vaso, fibras y parénquima. Según el estado de desarrollo de la planta, el xilema puede ser primario o secundario. | |
| **Traqueidas**  Células muertas alargadas con terminación en punta roma y presencia de poros laterales; sus funciones básicas son el transporte de savia bruta y sostenimiento de la planta. | |
| **Elementos del vaso**  Células alargadas con paredes gruesas que regularmente no contienen protoplasma vivo en su estado de madurez; estos órganos forman filas unidas longitudinalmente conectadas entre sí mediante perforaciones; las funciones de éstos son el transporte de agua y minerales, así como el sostenimiento de la planta. | |
| **Fibras**  Son paredes fuertemente lignificadas, conformando estructuras más largas que las traqueidas, que terminan en puntas agudas; su función es de tipo mecánico en la planta. Estas fibras forman paredes secundarias después de completar su alargamiento. | |
| **Parénquima**  Es similar al parénquima que se encuentra en el resto de la planta; su función es el almacenamiento de sustancias requeridas por la planta. | |
| **Floema**  Es el tejido de mayor relevancia para la conducción de nutrientes a lo largo de la planta, es de naturaleza compleja, conformado por células especializadas en funciones concretas; estas células son: elementos cribosos, células acompañantes, parénquima y fibras. | |
| **Elementos cribosos**  Existen dos tipos, las células cribosas (menos especializadas) y los tubos cribosos (mayormente especializados); son células vivas; los tubos se encuentran dispuestos longitudinalmente; en sus paredes, se forman llamadas áreas cribosas; la función de estas estructuras es el transporte de savia elaborada hasta los sitios de almacenamiento y consumo. | |
| **Células acompañantes**  Células parenquimáticas altamente especializadas que suelen asociarse a los tubos cribosos; guardan una función complementaria con los elementos cribosos. | |
| **Células parenquimáticas**  Células similares a las del xilema; su función es el almacenamiento de sustancias de reserva, como almidón, grasa, taninos, resinas. | |

**2. Reproducción vegetativa de las plantas**

| Cuadro de texto |
| --- |
| Para la comprensión de la técnica de propagación in vitro de las plantas, además de reconocer la morfología vegetal se hace necesario identificar la reproducción vegetativa o asexual de las plantas; para esto, se recurre a la identificación de las estructuras reproductivas vegetativas, es decir, aquellas estructuras vegetales susceptibles de servir como material biológico para la propagación. Seguidamente, se realizará un breve recorrido por las ventajas en el uso de la técnica, así como algunos de los elementos a tener en consideración para evitar posibles riesgos o afectaciones a la biodiversidad.  Para iniciar se invita a ver un video síntesis de lo que encontrará en este apartado. |

| **Tipo de recurso** | Video spot animado | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **NOTA** | **La totalidad del texto locutado para el video no debe superar las 500 palabras aproximadamente** | | | |
| **Título** | Reproducción vegetativa de las plantas. | | | |
| **Escena** | **Imagen** | **Sonido** | **Narración (voz en off)** | **Texto** |
| **Escena 1** | Incluir la siguiente imagen de fondo.  Laboratorio de clonación de plantas fotografías e imágenes de alta  resolución - Alamy  222116\_i36  Insertar en primer plano una persona con bata de laboratorio que vaya teniendo movimiento y en lo posible narrando el texto citado.    222116\_i37  Destacar algunas de las palabras del texto. Se sugiere que vayan apareciendo, se aumente el tamaño y desaparezcan.  “Preparación de la planta donante (Planta Madre).  Establecimiento del cultivo en condiciones asépticas.  Multiplicación de brote.  Enraizamiento.  Aclimatación”. | NA | La reproducción vegetativa puede suceder mediante la formación de tallos adventicios y raíces, unión de partes de las plantas (injertos), así como la generación de cultivo *in vitro*, siendo posible gracias a que la totalidad de las células vegetales presenta la información genética suficiente para desarrollar una nueva planta, esta condición se llama totipotencia celular. Es importante destacar que, en la reproducción vegetativa, las estacas, los acodos y las hojas son entendidos como estructuras vegetales desde las cuales se pueden generar nuevos brotes, tallos y raíces, por lo tanto, nuevos ejemplares.  En cuanto al caso específico de la reproducción vegetativa realizada *in vitro*, que también es conocida también como micropropagación, se reconoce que este tipo de reproducción de tejidos permite la multiplicación masiva de material vegetal, dando origen a plantas, recurriendo al aprovechamiento de características propias de la morfología vegetal que permiten obtener ejemplares libres de enfermedades y, por tanto, en condiciones de proporcionar una respuesta altamente eficiente frente a las exigencias y requerimientos del mercado. El desarrollo de esta técnica debe ser realizado en condiciones controladas de laboratorio y se fundamenta en la capacidad de obtener un organismo completo a partir de tejidos vivos de las plantas. | Reproducción vegetativa de las plantas. |
| **Escena 2** | Incluir la siguiente imagen de fondo.  Laboratorio de clonación de plantas fotografías e imágenes de alta  resolución - Alamy  222116\_i36  Insertar en primer plano una persona con bata de laboratorio que vaya teniendo movimiento y en lo posible narrando el texto citado.    222116\_i37 | NA | La posibilidad de generar un individuo nuevo desde el tejido cultivado *in vitro*, sucedida a partir de la totipotencia celular, presenta la necesidad de realizar los procedimientos relacionados en laboratorio, debido a la exigencia de regular las condiciones ambientales de manera que se promueva la respectiva diferenciación celular, pero también para guardar las condiciones de asepsia que garanticen un nivel de seguridad apropiado, en cuanto a la posibilidad de contaminación del material propagado por cuenta de microorganismos de habitual presencia en el entorno productivo agrícola. El desarrollo de esta técnica se realiza en cinco fases claramente establecidas, las cuales consisten en:  1. Preparación de la Planta Madre: selección y alistamiento de referente vegetal donante de material de micropropagación.  2. Establecimiento del cultivo en condiciones asépticas: definición y cumplimiento de protocolos sanitarios para evitar contaminación.  3. Multiplicación de brotes: establecimiento de cultivo *in vitro*.  4. Enraizamiento: promoción de la generación de raíces en los explantes obtenidos.  5. Aclimatación: acondicionamiento del material vegetal obtenido para enfrentar las condiciones *ex vitro*. | Reproducción vegetativa de las plantas. |
| **Escena 3** | Incluir la siguiente imagen de fondo.  Laboratorio de clonación de plantas fotografías e imágenes de alta  resolución - Alamy222116\_i36  Insertar en primer plano una persona con bata de laboratorio que vaya teniendo movimiento y en lo posible narrando el texto citado.    222116\_i37 | NA | Uno de los principales rasgos característicos de la propagación vegetativa o asexual es que, regularmente, la nueva planta es genéticamente idéntica a la progenitora; es decir, con el proceso reproductivo se obtiene una duplicación de un ejemplar de referencia, logrando conservar las características ventajosas que motivan la selección de dicho ejemplar con fines reproductivos o, dicho en otros términos, es un mecanismo óptimo para amplificar las posibilidades productivas agrícolas mediante la selección y multiplicación de material vegetal altamente eficiente.  Teniendo en cuenta que la totalidad de clones procedentes de una planta madre o, incluso, de una misma célula, presentan la misma información genética del ejemplar original, exceptuando algunas diferencias producidas por las mutaciones propias de los organismos vivos, posibilita la generación de procesos de mejoramiento del recurso genético de interés productivo. | Reproducción vegetativa de las plantas. |
| **Nombre del archivo** | 222116\_v2 | | | |

**2.1. Estructuras reproductivas vegetativas**

| Cuadro de texto |
| --- |
| Una vez observado el video que introduce el apartado relacionado con la reproducción vegetativa de las plantas, lo invitamos a reconocer las estructuras reproductivas vegetativas. |

| **Tipo de recurso** | Infografía interactiva Punto caliente | |
| --- | --- | --- |
| **Texto introductorio** | Algunas especies presentan mayor facilidad en términos de tiempo e inversión al ser reproducidas por medios vegetativos que por semilla; otro elemento a considerar es la necesidad de mantener "indefinidamente" un estado juvenil en los ejemplares vegetales como condición que facilita el enraizamiento de estacas por propagación, tal es el caso de los tubérculos que regularmente hacen parte de la dieta humana (Chuncho *et al* 2019). | |
| **Imagen** | | |
| **Código de la imagen** | **Imagen:** 222116\_i38 | |
| **Punto caliente 1** | Brote lateral disponible en algunas plantas herbáceas; el crecimiento de estos sucede de forma horizontal. | Al hacer clic en el punto 1. |
| **Punto caliente 2** | Formación de la base lateral de ciertas plantas. | Al hacer clic en el punto 2. |
| **Punto caliente 3** | Tallo subterráneo con ubicación horizontal. | Al hacer clic en el punto 3. |
| **Punto caliente 4** | Tallo subterráneo que se presenta como mecanismo para el almacenamiento de nutrientes. | Al hacer clic en el punto 4. |
| **Punto caliente 5** | Tallo subterráneo carnoso, cubierto de escamas (hojas engrosadas) que funcionan como órganos de reserva. | Al hacer clic en el punto 5. |
| **Punto caliente 6** | Base hinchada de vástago del tallo, cubierto por escamas (hojas secas). | Al hacer clic en el punto 6. |
| **Punto caliente 7** | Órgano subterráneo que es una parte engrosada de la raíz adaptada para la acumulación de nutrientes. | Al hacer clic en el punto 7. |
| **Punto caliente 8** | Órgano formado regularmente en las axilas de las hojas, conformado por meristemo apical que dará lugar a nuevas hojas y flores. | Al hacer clic en el punto 8. |
| **Punto caliente 9** | Es la masa de células no diferenciadas obtenida del proceso de micropropagación y desde donde se inicia la formación de los nuevos ejemplares vegetales. | Al hacer clic en el punto 9. |

**2.2. Uso y ventajas de la reproducción vegetativa de las plantas**

| **Tipo de recurso** | Slider Imagen | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | Adicional al reconocimiento de las estructuras reproductivas vegetativas, lo invitamos a conocer los usos y ventajas de la reproducción vegetativa de las plantas. | |
| Las ventajas biológicas radican en la rapidez de división y simplicidad, derivado de no tener que producir células sexuales o gastar energía en operaciones previas asociadas a la fecundación; en este sentido, desde un solo ejemplar, puede obtenerse un gran número de descendientes, a través de mecanismos como la formación de esporas, fisión transversal o germinación, incrementando la posibilidad de contar con material vegetal eficiente para aprovechar las ventajas comparativas de diferentes espacios territoriales compatibles con las condiciones agroecológicas de las especies abordadas (Ramos. *et al.* 2021). | | **Imagen:** 222116\_i39 |
| Es importante reseñar que, siendo el resultado del proceso de clonación un individuo que no presenta variabilidad genética y al compartir todos los ejemplares resultantes esta misma condición, **un riesgo en términos de biodiversidad que puede presentarse en la dependencia exclusiva del proceso de propagación vegetativa, radica en la incapacidad de adaptación a condiciones cambiantes, por parte de los nuevos ejemplares**; por tal razón, es necesario conservar bancos de plantas madre robustos que garanticen la diversidad genética como estrategia de respaldo. | | **Imagen:** 222116\_i40 |

**3. Clasificación del material vegetal**

| Cuadro de texto con imagen |
| --- |
| Uno de los elementos centrales en el logro de rendimientos en la producción agrícola, es la utilización de semillas de calidad. De este modo pueden establecerse estrategias de propagación *in vitro* del material vegetal, las cuales se asocian con la necesidad de contar con un reservorio genético apropiado para la multiplicación de ejemplares, cuyo uso o intencionalidad final será la productividad que pueda generar implícitamente.  Manejo de Viveros de Fresa en México | Intagri S.C.  **Imagen:** 222116\_i41 |

**3.1. Clasificación del Banco de Plantas Madre**

| **Tipo de recurso** | Tarjetas Avatar | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | La propagación se ofrece como una estrategia para la reducción de la aparición de enfermedades y la reproducción de ejemplares altamente adaptados a las exigencias de producción vigentes. En este sentido, es importante establecer medios y condiciones apropiadas para el desarrollo biotecnológico. | |
| **Concepto**: la planta madre hace referencia a la planta donante del material vegetal para la propagación o proceso de clonación, por lo tanto, su selección es un aspecto fundamental, pues sus características serán las mismas características que presentarán los ejemplares obtenidos como resultado. | | **Imagen:** 222116\_i42 |
| **El banco de plantas madre**: Es una sección aislada y específica en el sitio destinado para el proceso. Es un espacio tipo invernadero, el cual debe garantizar las condiciones de iluminación, circulación de aire, asepsia y seguridad necesarias para el material vegetal. | | **Imagen:** 222116\_i43 |
| **Características generales del banco de plantas madre**: Se destacan: el tipo de cerramiento y techo que imposibiliten la filtración de agua y el ingreso de animales y agentes fitopatógenos, de la misma forma, evitar el contacto directo con el suelo para reducir la posibilidad de infección por microorganismos mediante la utilización de recipientes acordes con dicha intencionalidad. | | **Imagen:** 222116\_i44 |
| **Características específicas del Banco de Plantas Madre**: estarán determinadas por las exigencias particulares de las especies con las que se trabajará y con la reglamentación colombiana vigente para su propagación. | | **Imagen:** 222116\_i45 |

**3.2. Determinación de especie madre e importancia de selección de planta madre**

| **Tipo de recurso** | Rutas /Pasos horizontal | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | El rol de las Plantas Madre en el desarrollo de la iniciativa reproductiva es determinante; tal como se ha mencionado anteriormente, las características de dichas plantas son las que se reproducirán, por lo tanto, su resistencia a plagas y enfermedades, así como su capacidad productiva; esta situación hace que la determinación del material vegetal sea un punto crucial para el establecimiento del proceso de propagación. | |
| **Paso 1** | **Determinación de tipo de especie**  Inicialmente, debe determinarse el tipo de especie que se espera reproducir; la selección de la especie es crucial y debe responde a las condiciones que motivan el ejercicio de propagación que se empieza a emprender, sea con fines investigativos o comerciales, debe establecerse claridad en el panorama no solo de las especies, también de las variedades vegetales a utilizar, a partir de la confrontación entre el objetivo de los ensayos de laboratorio y las características específicas de cada material vegetal con potencial de uso. | **Imagen:** 222116\_i46 |
| **Paso 2** | **Determinación de plantas donantes del material biológico**  La determinación de las plantas donantes del material biológico de inicio se enfoca en la necesidad de identificar ejemplares con un comportamiento demostrado de rendimiento apropiado para las expectativas productivas; es decir, se procederá a identificar en cultivo establecido, aquellos individuos que presentan comportamientos destacados en cuanto a sanidad, rendimientos productivos, variabilidad climática, entre otros. | **Imagen:** 222116\_i47 |
| **Paso 3** | **Selección de estructuras vegetativas**  Posterior a la determinación de los individuos donantes, se procederá a realizar la selección de las estructuras vegetativas para realizar la propagación de las Plantas Madre; en este punto, se ha de generar la respectiva toma del material vegetal necesario para el desarrollo del cultivo, guardando las debidas medidas de control fitosanitario; posterior a la propagación del material vegetal, se procede a cultivar las plantas obtenidas, seleccionando aquellas que presentan un perfil de desarrollo vigoroso y libre de enfermedades u otras anomalías, determinando de esta manera, las plantas donantes de material vegetal objeto de micropropagación (Suárez. 2020). | **Imagen:** 222116\_i48 |
| **Paso 4** | **Sostenimiento del Banco de Plantas Madre**  El sostenimiento del Banco de Plantas Madre debe asegurarse durante periodos de tiempo prudenciales que oscilan entre semanas y meses bajo condiciones controladas de sanidad vegetal, nutrición e irrigación, garantizando una consolidación apropiada de los ejemplares donantes. | https://inta.gob.ar/sites/default/files/styles/imagen_nodo_grande/adaptive-image/public/tubos_2.jpg?itok=Gf__uQ0M  **Imagen:** 222116\_i49 |

**3.3. Descripción del estado sanitario y nutricional de la especie o planta madre**

| **Tipo de recurso** | Slider Imagen | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | La micropropagación permite perpetuar un tipo de genética específica, mediante la clonación de Plantas Madre, para obtener ejemplares de las mismas características durante importantes periodos de tiempo que pueden llegar a ser años, dadas las condiciones diferenciales que muestran así como el mantenimiento del buen estado sanitario y nutricional de las mismas. | |
| Al seleccionar las Plantas Madre desde clones, debe realizar la alimentación solamente con agua hasta que se observen nuevos brotes, evitando posibles estados de estrés mientras se establece cada ejemplar. En la medida que, se logra el establecimiento, se inicia la adición de nutrientes requeridos, en un proceso de adaptación que empieza con proporciones parciales del total demandado (entre 1/4 y 1/2) durante las primeras semanas (Sharry. *et al*. 2015). | | Biotecnologia: 2.3.2. Selección de Plantas Madres  **Imagen:** 222116\_i50 |
| Regularmente, los medios de cultivo usados son suficientes para mantener saludables a las Plantas Madre; sin embargo, es posible adicionar coayudantes como micorrizas y estimuladores de enraizamiento al sustrato, para mejorar el perfil de complementariedad del sustrato mediante la flora microbiana. | | **Imagen:** 222116\_i51 |
| Es fundamental la realización de un seguimiento al proceso de consolidación de las Plantas Madre, debido a que los indicativos del crecimiento y desarrollo son reconocibles únicamente desde la observación sistemática del cultivo; por lo que el levantamiento de un registro claro y permanente de las características de los ejemplares es el mecanismo para la identificación de posibles anomalías y la preservación de las memorias de la metodología utilizada para futuras ocasiones. | | **Imagen:** 222116\_i52 |

**4. Selección de explantes para utilización de técnica *In-Vitro***

| Cuadro de texto con imagen |
| --- |
| La generación del Banco de Plantas Madre permite contar con una reserva de material vegetal que, desde sus características biológicas, responde apropiadamente a la intencionalidad productiva que motiva su propagación; a diferencia de las plantas cultivadas desde semillas, que presentan fenotipos diferenciados, incluso si presentan genotipos iguales, las plantas producto del proceso de clonación presentan un conjunto de condiciones uniformes. Este apartado abarca aspectos como la descripción del fenotipo y tejidos vegetales a utilizar, además de la obtención y desinfección apropiada de explantes. Siendo este el punto de origen o puesta en marcha de cada ensayo de propagación vegetativa.  Explantes.jpg  **Imagen:** 222116\_i53 |

**4.1. Descripción de fenotipo**

| **Tipo de recurso** | Slider pasos slider de imagenes | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | A partir de la consolidación del Banco de Material Vegetal, se debe proceder a generar una descripción específica de las condiciones fenotípicas del material parental disponible, estableciendo el conjunto de características básicas que se han de esperar como resultante del proceso de propagación, estableciendo algunos rasgos de control que permitan realizar un seguimiento apropiado a los explantes generados y al proceso en general. | |
| **Slide 1** | El seguimiento se realiza desde el levantamiento de registro de variables cualitativas y variables cuantitativas a partir de la identificación de condiciones observables de la planta; entre las primeras, destacan color, tipo de estructura (árbol, arbusto, etc.), forma de copa, entre otras, para el caso de las segunda, destacan la arquitectura del ejemplar (área foliar, ángulo foliar, ángulo de ramas, interceptación solar), crecimiento del ejemplar (número de cruces, altura, diámetro, número de nudos); para los estadios de madurez, una interpretación de este tipo de condiciones también incluye las características de los frutos (longitud, ancho, espesor y peso) y pedúnculos (longitud). | **Imagen:** 222116\_i54 |
| **Slide 2** | La determinación de las condiciones observables se establece como un punto de partida referente, tanto para la toma de decisiones de selección del material vegetal a utilizar en la micropropagación in vitro, como para establecer procesos comparativos de contrates de los nuevos ejemplares obtenidos, facilitando el control de crecimiento y desarrollo. | Genotipo vs Fenotipo: Ejemplos y Definiciones | Redes de Tecnología  **Imagen:** 222116\_i55 |

**4.2. Descripción y determinación de tejidos vegetales a utilizar**

| **Tipo de recurso** | Rutas / Pasos. Verticales 1 |
| --- | --- |
| **Introducción** | Dando continuidad a la selección de explantes para utilización de técnica In-Vitro, se presenta la puesta en marcha del proceso de micropropagación masiva de material vegetal, |
| https://4.bp.blogspot.com/-3SxTRdEQ-zE/ULV84QNJzVI/AAAAAAAAAE4/I3vCLYv6eTw/s1600/cultivo+de+meristemos.jpg  **Imagen:** 222116\_i56 | |
| **Botón 1** | **Selección de órganos**  La puesta en marcha del proceso de micropropagación masiva de material vegetal, específicamente inicia con la selección de órganos o pequeñas muestras de tejido (explantes). Los explantes, entendidos como secciones de las plantas madre, proporcionan la información genética que, bajo las condiciones de laboratorio apropiadas, permiten la generación de callos, órganos, embriones somáticos, entre los cuales puede originarse una planta completa (Perea. 2009). |
| **Botón 2** | **Medio aséptico**  El cultivo de las Plantas Madre en un medio aséptico permite una reducción considerable de las posibilidades de agentes contaminantes, como es el caso de hongos que pueden llegar a encontrar un medio propicio para reproducirse en laboratorio aprovechando condiciones ofrecidas por el medio de cultivo y el microclima generado en el mismo. |
| **Botón 3** | **Diagnóstico y tratamiento**  Gran parte del riesgo de contaminación con potencial de afectación sanitaria al cultivo *in vitro* proviene de las Plantas Madre, por este motivo, es fundamental lograr un diagnóstico oportuno de la condición de salud de las plantas donantes y, en consecuencia, la realización de un tratamiento acorde con la situación. |

**4.3. Separación de explantes como yemas o meristemos axilares**

| Cuadro de texto con imagen |
| --- |
| El cultivo in vitro, tal como se ha reseñado con anterioridad, puede emprenderse desde diferentes tejidos y órganos vegetales, resultado determinante aspectos como tamaño, tipo y época de recolección de la muestra, teniendo mayor capacidad de respuesta positiva en términos de desarrollo los explantes tomados de plantas jóvenes y zonas de crecimiento activas de las mismas, esto se debe al grado prematuro de diferenciación celular de sus tejidos (Sharry. et al. 2015); si bien también es posible generar el cultivo desde plantas adultas y yemas en reposo, el potencial de respuesta positiva es comparativamente menor que en las fuentes donantes referenciadas en primera instancia. |

| **Tipo de recurso** | Slider Presentación | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | El tamaño del explante, es una condición que también presenta relevancia dentro del proceso de establecimiento del cultivo in vitro | |
| Por una parte, mientras es más pequeña la muestra de tejido obtenido, menor es su capacidad de supervivencia, esto debido a que es un menor número de células las que terminan soportando el proceso de crecimiento y correspondiente estrés asociado en la diferenciación; en cuanto al cultivo de meristemos, orientado hacia la propagación de material vegetal libre de virus, puede presentarse una condición contradictoria a este principio, puesto que la probabilidad de propagación de plantas sanas es inversamente proporcional al tamaño del explante; es decir, a menor tamaño de la muestra de tejido utilizado, disminuye el riesgo de obtener plantas con agentes patógenos (Suárez 2020). | | **Imagen:** 222116\_i57 |
| En este escenario, los meristemos representan un papel importante dentro del proceso de reproducción in vitro; estos son grupos de células en estado juvenil que cuentan con una capacidad notable de división constante, siendo su principal funcionalidad, la reproducción de plantas libres de agentes patógenos; dicha funcionalidad sucede a causa de la ausencia de canales conductores de organismos como virus, por ejemplo, permitiendo una disminución del riesgo a contaminación del material vegetal resultante. | | **Imagen:** 222116\_i58 |
| El explante más utilizado, son las yemas apicales del vástago, estacas uninodales portadoras de yemas axilares, discos de hoja, secciones de raíz y meristemos (Sharry. et al. 2015). El proceso de remoción y manipulación de cada tejido debe conservar protocolos de asepsia específicos, así como establecer la metodología más apropiada en concordancia con la morfología vegetal y las características concretas de las respectivas especies vegetales a propagar. | | **Imagen:** 222116\_i59 |

**4.4. Limpieza de explantes**

| Cuadro de texto |
| --- |
| El desarrollo de un proceso exitoso de micropropagación vegetal, depende en una proporción dominante de la conservación de la asepsia del material vegetal; además de las precauciones a ser llevadas a cabo en la selección y recolección de la muestra biológica, se debe garantizar una desinfección apropiada de los explantes cultivados, de manera que se eliminen las posibilidades de contaminación microbiana y su correspondiente afectación al ensayo. |

| **Tipo de recurso** | Rutas /Pasos Horizontal | |
| --- | --- | --- |
| **Introducción** | El profundizar en este campo, expone aspectos que en apariencia no ejercerían incidencia sobre las condiciones de sanidad de las plantas; pero que, ciertamente, pueden llegar a afectar gravemente el recurso biológico manipulado; entre estos aspectos se reconoce la arquitectura de los espacios de trabajo, edad y procedencia del material vegetal, condiciones culturales de los operarios traducida en prácticas de higiene y hasta la habilidad o destreza en el ejercicio, pudiendo llegar a generar presuntas afectaciones (Sharry. 2015). | |
| **Paso 1** | **Riesgo de contaminación al material vegetal**  Entre los organismos que pueden representar riesgo de contaminación al material vegetal, se encuentran hongos, bacterias y levaduras, muchos de los cuales, en espacios de producción (cultivo en campo), no representan una amenaza manifiesta a las plantas consolidadas; sin embargo, en el cultivo in vitro, si ocasionan afectaciones directas y/o indirectas sobre el desarrollo de los tejidos propagados, en la búsqueda de diferenciación celular y generación de órganos especializados. | **Imagen:** 222116\_i60 |
| **Paso 2** | **Desarrollo de actividades mecánicas superficiales**  Bajo estas consideraciones, debe realizarse desinfección del explante, previa a su utilización, de manera que se eliminen organismos patógenos que pueda traer consigo; para el desarrollo de esto, se reseña lo postulado por Sharry. et al. (2015), cuando expresa que se deben utilizar sustancias químicas que proporcionen la posibilidad de eliminar los microorganismos indeseados, sin afectar el material vegetal para la propagación. Este procedimiento consiste en el desarrollo de actividades mecánicas superficiales tipo lavado llevado a cabo con agua y sustancias desinfectantes, dentro de las cuales, se destacan hipoclorito de sodio (NaCIO), hipoclorito de calcio (CaCIO), peróxido de hidrógeno (H2 O2), etanol y bicloruro de mercurio (HgCl2); los tres primeros en concentraciones de 1%-3% en tiempos de contacto de 10-20 minutos; para el caso del bicloruro de mercurio, como elemento de mayor toxicidad, se emplea en concentraciones de 0,1% en tiempos de contacto de 1-3 minutos. | **Imagen:** 222116\_i61 |
| **Paso 3** | **Triple enjuague**  Se realiza triple enjuague con agua esterilizada en volúmenes de entre 10-20 veces superior al realizado inicialmente, siendo llevado a cabo en cámara de transferencia que permita la eliminación de posibles restos de agentes químicos. | **Imagen:** 222116\_i62 |

**SÍNTESIS**

| **Tipo de recurso** | Síntesis |
| --- | --- |
| Propagación masiva de material vegetal.  Síntesis: Propagación vegetal *in-vitro.* | |
| **Introducción** | El proceso de propagación in vitro de material vegetal, si bien reviste complejidad, la comprensión de sus elementos fundamentales permite adquirir las herramientas básicas para desarrollar el proceso; el siguiente esquema, ilustra algunos de los aspectos centrales que permiten acceder a dicha comprensión desde un abordaje técnico.  Nota: para ampliar la información del presente documento, remitir a documento anexo. |
| **Imagen:** 222116\_i63 | |

| Cuadro de texto INCLUIR AL FINAL DEL COMPONENTE |
| --- |
| 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 | |
| --- | --- | --- |
| Apreciado aprendiz, a continuación encontrará una serie de preguntas que deberá resolver, con el objetivo de evaluar la aprehensión de los conocimientos expuestos en este componente formativo. | | **Imagen:** 222116\_i64 |
| 1. Las raíces de las plantas se clasifican según origen y morfología. | | **Imagen:** 222116\_i65 |
| **Verdadero (correcto)** | | **Falso** |
| 2. El sistema caulinar está integrado por hojas, ramas, tallo y raíces. | | **Imagen:** 222116\_i66 |
| **Verdadero** | | **Falso (correcto)** |
| 3. La fotosíntesis es un proceso físico-químico a través del cual, plantas, algas y algunas bacterias sintetizan compuestos orgánicos desde la energía solar. | | **Imagen:** 222116\_i67 |
| **Verdadero (correcto)** | | **Falso** |
| 4. En la fotosíntesis solamente es importante la fase luminosa. | | **Imagen:** 222116\_i68 |
| **Verdadero** | | **Falso (correcto)** |
| 5. En el sistema vascular, el xilema es el tejido de mayor importancia para la conducción de nutrientes. | | **Imagen:** 222116\_i69 |
| **Verdadero** | | **Falso (correcto)** |
| 6. La propagación vegetativa es un tipo de reproducción sexual de las plantas. | | **Imagen:** 222116\_i70 |
| **Verdadero** | | **Falso (correcto)** |
| 7. Los tubérculos son estructuras reproductivas vegetativas. | | **Imagen:** 222116\_i71 |
| **Verdadero (correcto)** | | **Falso** |
| 8. El concepto de Planta Madre, corresponde a organismos que únicamente se tienen como punto de referencia para comparar el desarrollo de los explantes. | | **Imagen:** 222116\_i72 |
| **Verdadero** | | **Falso (correcto)** |
| 9. El desarrollo del proceso de propagación in vitro depende de las condiciones de asepsia. | | **Imagen:** 222116\_i73 |
| **Verdadero (correcto)** | | **Falso** |
| 10. El desarrollo de un proceso exitoso de micropropagación vegetal, depende en una proporción dominante de la conservación de la asepsia del material vegetal | | **Imagen:** 222116\_i74 |
| **Verdadero (correcto)** | | **Falso** |

**Retroalimentación de actividad:**

Indicar en cada caso si la afirmación es falsa o verdadera:

1. Verdadera: las raíces de las plantas se clasifican según origen y morfología.

2. Falsa: no hace parte del sistema caulinar las raíces, hacen parte del sistema radicular.

3. Verdadero: la fotosíntesis es un proceso físico-químico a través del cual, plantas, algas y algunas bacterias sintetizan compuestos orgánicos desde la energía solar.

4. Falso: la fase oscura es fundamental para la fijación del carbono.

5. Falso: es el floema el tejido de mayor importancia para la conducción de nutrientes en el sistema vascular.

6. Falso: la propagación vegetativa no implica órganos sexuales para suceder.

7. Verdaderos: los tubérculos permiten un proceso de regeneración natural.

8. Falso: el concepto de Planta Madre además de servir como punto de referencia para comparar el desarrollo de los explantes, también son las plantas donantes del material vegetal requerido para propagar.

9. Verdadero: un proceso de propagación *in-vitro* que no garantice un nivel de asepsia apropiado, facilita la contaminación microbiana del material y puede ocasionar el fracaso del ensayo.

10. Verdadero: además de las precauciones a ser llevadas a cabo en la selección y recolección de la muestra biológica, se debe garantizar una desinfección apropiada de los explantes cultivados, de manera que se eliminen las posibilidades de contaminación microbiana y su correspondiente afectación al ensayo.

**Retroalimentación para respuestas incorrectas (para cada pregunta):** ¡Incorrecto! Es necesario revisar nuevamente el tema.

**MATERIAL COMPLEMENTARIO**

| Tipo de recurso | Material complementario | | |
| --- | --- | --- | --- |
| Tema | Referencia APA del material | tipo | Enlace |
| Fotosíntesis | Monza, J. & Signorelli, S (2017). Manual de nivelación de bioquímica. ISNB-978-9974-0-1526-5. Disponible en: | Capítulo de libro | <https://docplayer.es/9280819-Fotosintesis-material-elaborado-por-j-monza-s-signorelli-o-borsani-y-m-sainz.html> |
| Medios de cultivo | Preparación de medios de cultivo para el cultivo in vitro de plantas o de material vegetal. Universidad Politécnica de Valencia. | Tutorial en video | <https://www.youtube.com/watch?v=pdSrwfWfPCw> |
| Reproducción vegetativa | Reyes, J (2015). Guía técnica, métodos y procedimientos de reproducción asexual o vegetativa de las plantas. | Libro | <https://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Gu%C3%ADa-de-t%C3%A9cnicas-m%C3%A9todos-y-procedimientos-de-reproducci%C3%B3n-asexual-o-vegetativa-de-las-plantas.pdf> |
| Importancia del cultivo de tejidos en agricultura | Roca, W. & Mroginski, L (1993). Cultivo de tejidos en la agricultura. ISNB-958-9183-15-8. | Libro | <http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/Cultivo_de_tejidos_en_la_agricultura.pdf> |
| Elaboración de medios de cultivo | Ruiz, J (2017). Medios de cultivo. | Manual | <https://issuu.com/jazinaruizhernandez/docs/unidad2.mediosdecultivo> |

**GLOSARIO**

| **Tipo de recurso** | Glosario |
| --- | --- |
| Adventicio | Dicho de un órgano, especialmente de la raíz, que se desarrolla a partir de un tejido adulto. |
| Angiospermas | Plantas provistas de flores. |
| Axénica | Dicho de un cultivo u organismo que se desarrolla en un ambiente donde no hay otro organismo vivo. |
| Caulinar | Relativo al tallo de las plantas. |
| Ciclo de Krebs | Ruta metabólica celular. |
| Colénquima | Tejido de sostén presente en plantas jóvenes y herbáceas. |
| Destilación | Proceso en el que una sustancia volátil presente en una mezcla, es separada de otra que no lo es, mediante evaporación y posterior condensación de la misma. |
| Desionización | Eliminación total de los sólidos disueltos en el agua mediante el intercambio iónico. |
| Embriogénesis somática | Desarrollo de embriones a partir de células que no son producto de una fusión de gametos durante la fecundación. |
| Escapo | Tallo herbáceo, florífero, sin hojas. |
| Esclerénquima | Tejido vegetal formado por células muertas con las paredes engrosadas y lignificadas. |
| Estípite | Estructura de soporte que puede comportarse como un tallo en diferentes partes de la planta. |
| Estroma | Células y tejidos que sostienen y dan estructura a los órganos, glándulas y otros tejidos. |
| Explante | Conjunto de células somáticas que integran un tejido, para cultivo en medios artificiales. |
| Fenotipo | Es la expresión de los genes en los seres vivos, a través de características físicas observables. |
| Fúlcreas | Tipo de raíces adventicias. |
| Genotipo | Constitución genética completa de un individuo. |
| Gimnospermas | Plantas que no poseen flores. |
| Haustorios | Extremo de hifas de un hongo parásito, simbionte o de la raíz modificada de una planta parásita. |
| *In-vitro* | Hace referencia a ¨en vidrio¨ utilizados en técnicas de propagación. |
| Meristemo | Tejidos responsables del crecimiento vegetal. |
| Mesófilo | Estructura en la que el clorénquima en empalizada está hacia el haz de la hoja y el clorénquima esponjoso hacia el envés. |
| Morfogénesis | Proceso de desarrollo de la forma de un organismo. |
| NADP+ | Coenzima esencial que reduce el NADPH. |
| NADPH | Complejo multiproteico encargado de producir especies reactivas de oxígeno en diferentes células y tejidos. |
| Organogénesis | Conjunto de cambios que permiten que las capas embrionarias se transformen en los diferentes órganos que conforman un organismo. |
| Ósmosis inversa | Aplicación de una presión externa superior a la presión osmótica para impedir e invertir el proceso natural de la ósmosis. |
| Parénquima cortical | Masas continúas de células en la corteza y en la médula de los tallos y raíces, en el mesófilo de la hoja, en la pulpa de los frutos y en el endospermo de las semillas. |
| Plúmula | Yema ubicada en el lado opuesto de la radícula. |
| Totipotencia | Potencia celular máxima, que le confiere a la célula la capacidad de dirigir el desarrollo total del organismo. |

**REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS**

| **Tipo de recurso** | Bibliografía |
| --- | --- |
| Chuncho, G. Chuncho, C. & Aguirre, Z (2019). Anatomía y morfología vegetal. ISNB-978-9978-355-57-2. Disponible en: <https://unl.edu.ec/sites/default/files/archivo/2019-12/ANATOMI%CC%81A%20Y%20MORFOLOGI%CC%81A%20VEGETAL.pdf> | |
| Osuna-Fernández, HR. Osuna-Fernández, AM. & Fierro-Álvarez, A. (2017). Manual de propagación de plantas superiores. ISNB-978-607-28-1054-9. Disponible en; <https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual_plantas.pdf> | |
| Perea, M (2009). Cultivo de tejidos vegetales in vitro. ISNB-958-701-372-7. Disponible en: <http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/Facultad_de_Ciencias/Publicaciones/Imagenes/Portadas_Libros/Biologia/Cultivo_de_Tejidos_Vegetales_In_Vitro/Cultivo_de_Tejidos_Vegetales_In_Vitro.pdf?fbclid=IwAR2xLhdtU-7yKztpAvuWQjdZYh-ltzpcYT6PnzpAErkw__ZozfqclxwYy-Y> | |
| Pérez-Urria, E (2009). Fotosíntesis: aspectos básicos. En: Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal, 2 (3): 1-47. Disponible en: <http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/793#:~:text=P%C3%A9rez%2DUrria%20Carril-,Resumen,solar%20para%20sintetizar%20compuestos%20org%C3%A1nicos>. | |
| Ramos, A. Cano, J. López, G. & Varguéz, A (2021). Alcances y perspectivas del área de biotecnología vegetal del CIATEJ en el Sureste de México. ISNB-978-607-8734-24-5. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/354659004_Alcances_y_perspectivas_del_area_de_Biotecnologia_Vegetal_del_CIATEJ_en_el_Sureste_de_Mexico> | |
| Sharry, S. Adema, M. & Abedini, W (2015). Manual para la propagación de plantas por cultivo de tejidos in vitro. ISNB-978-950-34-1254-1. Disponible en: <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/book/407> | |
| Suárez, I (2020). Cultivo de tejidos vegetales. ISNB-978-958-5104-09-9. Disponible en: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/2553#:~:text=El%20cultivo%20de%20tejidos%20vegetales,agr%C3%ADcola%20y%20la%20investigaci%C3%B3n%20vegetal>. | |