

**Diseño de vivero para plantulación de hortalizas, aromáticas y frutales en
el municipio de Jardín Antioquia**

Olga Nelly Pareja Gómez

Asesor

Diego Mauricio Hernández Fernández

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Agronomía

2025

Dedicatoria

Dedico este proyecto a mi familia, a Wilson que, con su dedicación, esfuerzo y total apoyo, ha logrado motivarme en los momentos difíciles y ser un gran compañero de equipo, mis hijos Verónica y José por estar siempre pendientes aportando para que pueda sacar este proceso adelante. Gracias por su apoyo incondicional en cada paso de este camino, por ser mi refugio y mi fuerza.

A Luz Andrea Vargas Ramos, por compartir conmigo todo su conocimiento, sus experiencias de vida y su amistad.

A todos quienes creen en el poder transformador del trabajo colectivo y la sostenibilidad como base para un futuro mejor, a todas las mujeres, que, con su fe, pasión y esperanza, nos inspiran a construir comunidades más justas, solidarias y resilientes.

A los docentes, por aportar cada uno su granito de arena en la construcción de conocimientos sólidos para nuestro vivir diario.

A mi asesor Diego Mauricio Hernández, por su empeño, dedicación, colaboración y apoyo incondicional durante todo el proceso.

¡A TODOS GRACIAS!

Agradecimientos

Expreso mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de este proyecto.

A las comunidades participantes, por su confianza, compromiso y valiosa colaboración, especialmente a las mujeres, quienes con su dedicación dieron sentido social a esta iniciativa.

A los técnicos, profesionales y colaboradores del equipo, por su entrega, conocimientos y acompañamiento constante, fundamentales para alcanzar los objetivos propuestos.

A las entidades financiadoras y aliadas institucionales, por creer en el potencial del desarrollo rural y apoyar propuestas orientadas a la sostenibilidad y la equidad.

¡Y a mi familia por su paciencia, apoyo incondicional y motivación permanente!

A todos, gracias por ser parte de este camino.

Resumen

En la actualidad, la propagación de plantas es ampliamente reconocida como una práctica fundamental que ha ido en crecimiento en Colombia, se está posicionando en los mercados cada vez más y debido a las exigentes demandas de los productores en algunas regiones del país, exige al mercado disponibilidad de mayor volumen y calidad.

Uno de los principales objetivos es generar efectos multiplicadores mediante diversas técnicas de propagación de plantas, que nos ayude a aumentar la disponibilidad de material vegetal para suplir las falencias y necesidades que tienen los productores de la región en la implementación de sus cultivos.

La metodología que se va a utilizar consiste en multiplicar las especies según las vías de reproducción natural de las mismas (sexual o asexual) y en desarrollar una serie de actividades técnicas que, juntas, nos permitan llevar a cabo dicha reproducción (Hartmann & Kester, 1997).

Se espera diseñar, un medio óptimo para clasificar, producir y propagar material vegetativo de excelente calidad e inocuidad que ayude a los cultivadores de la región, a mejorar sus sistemas de producción en busca de una mejora continua en sus procesos, dentro de los cuales se incluya la calidad genética y agronómica del material, y que, esta se vea reflejada en un aumento significativo de su producción.

Se quiere entonces, implementar planes y procesos en las unidades productivas del municipio que estén enfocados a las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), para garantizar la eficiencia sanitaria y de calidad en los procesos de producción y comercialización.

Palabras claves: Semilla, germinación, plántulas.

Abstract

Currently, plant propagation is widely recognized as a fundamental practice that has been growing in Colombia. It is gaining ground in the markets and, due to the demanding needs of producers in some regions of the country, it requires the market to have a greater volume and quality of plants available.

One of the main objectives is to generate multiplier effects through various plant propagation techniques, which will help increase the availability of plant material to address the needs of producers in the region when implementing their crops.

The methodology implemented consists of multiplying species according to their natural reproduction methods (sexual or asexual) and developing a series of technical activities that, together, will allow us to carry out the reproduction (Hartmann & Kester, 1997).

The goal is to design an optimal medium to classify, produce, and propagate vegetative material of excellent quality and safety, which will assist regional growers in improving their production systems in pursuit of continuous improvement in their processes, including the genetic and agronomic quality of the material, with the aim of achieving a significant increase in their production.

Therefore, the intention is to implement plans and processes in the town's production units that focus on Good Agricultural Practices (GAP) to ensure sanitary and quality efficiency in production and marketing processes.

Keywords: Seed, germination, seedlings.

Tabla de contenido

Introducción	9
Justificación	10
Objetivos	11
Objetivo General.....	11
Objetivos Específicos.....	11
Marco Teórico y Conceptual.....	12
Impacto de un Vivero en la Propagación y Comercialización de Plántulas de Hortalizas, Aromáticas y Frutales en Población Rural Vulnerable.	13
Localización.....	15
Diseño de Invernadero 100m ²	16
Bandejas para Plantulación.....	18
Desinfección de Bandejas.....	19
Sustratos que se Utilizan en la Plantulación	20
Llenado y Siembra.....	20
Distribución del Área en un Vivero	21
Área para Siembra.....	21
Área para Germinación.....	21
Factores que Inhabilitan la Germinación.	21
Área de Crecimiento	22
Área para el Descarte.....	22
Área para Desinfección.....	23
Riego.....	23
Fertilización.....	24
Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades.....	27
Análisis Económico	31
Venta y Comercialización.....	32
Resultados Obtenidos.....	33
Gestión de Recursos.....	34
Glosario.....	39
Conclusiones.....	41
Referencias bibliográficas.....	42

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Mezclas de sustratos</i>	27
Tabla 2. <i>Manejo de plagas</i>	29
Tabla 3. <i>Manejo de enfermedades</i>	30
Tabla 4. <i>Insumos y herramientas por beneficiaria</i>	35

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Diseño de invernadero de 100 m²</i>	17
Figura 2. <i>Cotización de materiales para invernadero</i>	18
Figura 3. <i>Área para germinación</i>	21
Figura 4. <i>Plan de fertilización de hortalizas</i>	25
Figura 5. <i>Invernaderos construidos</i>	38

Introducción

El municipio de Jardín, ubicado en el suroeste antioqueño, cuenta con una marcada tradición cafetera que ha definido históricamente su economía y sus prácticas agrícolas. A pesar de la riqueza natural y el potencial agroclimático del territorio, no existen actualmente instalaciones dedicadas a la producción, siembra y comercialización de plántulas de hortalizas, aromáticas y frutales, lo que representa una limitante importante para la diversificación productiva en la región.

En las últimas décadas, fenómenos como la globalización, los cambios sociales, el relevo generacional en el campo y la necesidad de mejorar los ingresos familiares han impulsado a los agricultores a buscar alternativas rentables y sostenibles. Entre estas, la horticultura se presenta como una opción viable tanto para el autoconsumo como para la comercialización, especialmente en mercados diferenciados que valoran la producción local, limpia y con valor agregado.

Con el respaldo de la Administración Municipal, la Gobernación de Antioquia y diversas entidades del sector público y privado, surge la iniciativa de establecer un vivero con capacidad para producir 125.000 plántulas mensuales, orientado principalmente al fortalecimiento de la economía de pequeños productores rurales, en especial mujeres cabeza de hogar y adultos mayores. Este proyecto busca no solo suplir la demanda de material vegetal en la zona, sino también generar empleo, autonomía alimentaria y dinamismo económico local.

El presente documento expone el diseño técnico y financiero de esta propuesta, así como su enfoque social, ambiental y productivo, con miras a contribuir al desarrollo integral del territorio y a la consolidación de un modelo agrícola más diverso, resiliente e inclusivo.

Justificación

En el municipio de Jardín, actualmente no existen instalaciones destinadas al establecimiento de viveros ni a la siembra y comercialización de plántulas de hortalizas, aromáticas o frutales. Esta ausencia de infraestructura limita la capacidad de respuesta frente a la creciente demanda regional por este tipo de material vegetal.

Históricamente, la economía de Jardín ha estado orientada principalmente a la producción cafetera, consolidándose como el eje agrícola del municipio, el plátano y banano han complementado la actividad económica rural, reduciendo así el espacio para otros sistemas productivos.

Sin embargo, en los últimos años, factores como la apertura económica, la globalización y, especialmente, la necesidad de diversificación de ingresos, han transformado las prácticas de los agricultores. Hoy se evidencia una transición hacia modelos productivos más sostenibles y rentables, orientados a ofrecer valor agregado a los productos agrícolas y a mejorar la economía familiar campesina.

Con el objetivo de incentivar esta transición, se han desarrollado campañas para promover la instalación de huertas caseras para autoconsumo y el establecimiento de cultivos bajo cubierta (invernaderos) en fincas rurales. No obstante, esta nueva dinámica agrícola ha generado una alta demanda de plántulas, tanto en calidad como en cantidad, que actualmente no puede ser satisfecha por el municipio ni por las localidades cercanas.

Ante este panorama, surge la necesidad de implementar un proyecto que fortalezca la producción local de plántulas, brinde oportunidades de empleo e inclusión a población rural especialmente mujeres, y contribuya a una agricultura más diversificada

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el impacto de la implementación de un vivero de 100 m² en la producción y comercialización de plántulas hortalizas, aromáticas y frutales para población rural del municipio.

Objetivos Específicos

Establecer un vivero bajo condiciones protegidas en el municipio de Jardín.

Definir procedimientos para plantulación de hortalizas, aromáticas y frutales.

Determinar costos y punto de equilibrio de la producción de plántulas

Marco Teórico y Conceptual

Actualmente, la agricultura es el primer rubro de la economía del municipio y se caracteriza porque depende de pequeños productores que cultivan café, plátano, banano, aguacate, gulupa, tomate, entre otras especies hortícolas y semi perennes. Ahora el turismo se ha ido posicionando como el segundo renglón de la economía municipal; en nuestros días es uno de los motores que dinamizan la actividad económica de Jardín, principalmente en la cabecera municipal. Esto ha generado la consolidación de una oferta hotelera, gastronómica y de servicios turísticos que permite potenciar los atributos del Municipio.

El municipio de Jardín, con respecto a su economía, ha tenido importantes cambios en el transcurrir de la historia, su hidrografía, diversidad de pisos térmicos, los sistemas de uso de la tierra, ecología; le han proporcionado una amplia gama de alternativas para la producción agrícola y pecuaria.

Sin embargo, la mayoría de productores agrícolas del municipio para la implementación de sus cultivos, deben adquirir las plántulas en la subregión del Oriente Antioqueño, lo que incrementa los costos de producción, al incurrir en mayores gastos en el transporte del material vegetal, en algunos casos en condiciones desfavorables, afectando la calidad de la plántula para la siembra, la uniformidad en la cosecha y repercutiendo en los rendimientos finales del cultivo, además de pérdidas económicas por las complicadas logísticas y utilización de mayores cantidades de insumos y mano de obra.

La demanda de plántulas en el municipio de Jardín es totalmente insatisfecha, los agricultores se quejan de falencias que se presentan a la hora de adquirir el producto, como los altos costos, escasez de algunas especies, mala presentación de la raíz, bajo vigor, calidad

deficiente, plantas que presentan poca uniformidad y mayor incidencia de plagas y enfermedades.

Todo lo anterior, afecta la producción agrícola del municipio, que cada vez demanda mayor y mejores productos, específicamente para atender la población local y turística que visita el municipio, teniendo en cuenta que, los establecimientos comerciales que se dedican a la venta de hortalizas y aromáticas y frutales, normalmente, adquieren los productos agrícolas por fuera del municipio e incluso de la subregión.

Dicho esto, una de las principales debilidades de la zona es la nula oferta de viveros que se dediquen al servicio de plantulación, que garantice la disponibilidad necesaria para la región, y que, produzcan material vegetal de siembra de alta calidad para el establecimiento de nuevas áreas; es decir, plántulas que tengan excelentes condiciones de genética y sanidad para ser competitivas en el mercado y con ello se pueda tener una oferta permanente a un menor costo.

En este sentido, se presenta como una necesidad la implementación de un vivero de plántulas que garantice la demanda de los productores agrícolas y pueda suplir las necesidades de aquellos proyectos que se promueven por parte de diferentes entidades públicas y privadas. Además, es necesario que se fomente la producción agrícola del Municipio, con el fin de integrar la producción local con los hoteles, restaurantes y cafeterías, fortaleciendo la economía local y la sostenibilidad de las unidades productivas familiares.

Impacto de un Vivero en la Propagación y Comercialización de Plántulas de Hortalizas, Aromáticas y Frutales en Población Rural Vulnerable

La implementación de un vivero incrementará significativamente la producción y comercialización de plántulas por parte de población vulnerable del municipio.

Para el caso de nuestro vivero, contamos con tres variables importantes:

Variable independiente: Implementación del vivero.

VARIABLES DEPENDIENTES: volumen de plántulas producidas, variedad de plántulas cultivadas, nivel de comercialización (ventas, clientes).

VARIABLES DE CONTROL: condiciones climáticas, experiencia agrícola previa, acceso a recursos técnicos.

Localización

El municipio de Jardín está localizado en la Sub Región Suroeste del Departamento de Antioquia, en límites con el departamento de Caldas, su geografía es de territorio quebrado, montañas y cañones marcados, quebradas y valles pequeños. Limita por el Occidente con el municipio de Andes, al norte con el Municipio de Jericó, en el oriente con Támesis y por el sur con Riosucio, perteneciente al Departamento de Caldas. La extensión del municipio de Jardín es de 227 km². Jardín se encuentra a una distancia de 138 Kilómetros de la ciudad de Medellín, capital del departamento de Antioquia, Está ubicado a 1.750 metros de a.s.n.m. Su temperatura promedio es de 19 grados centígrados. El Municipio está dividido en 21 veredas y cuenta con la presencia de un resguardo indígena, “Cristianía”.

En el Municipio habita una población total de 14.518 habitantes, de la cual 7.651 pertenecen al área urbana y 6.867 se encuentra en el área rural (DANE 2018).

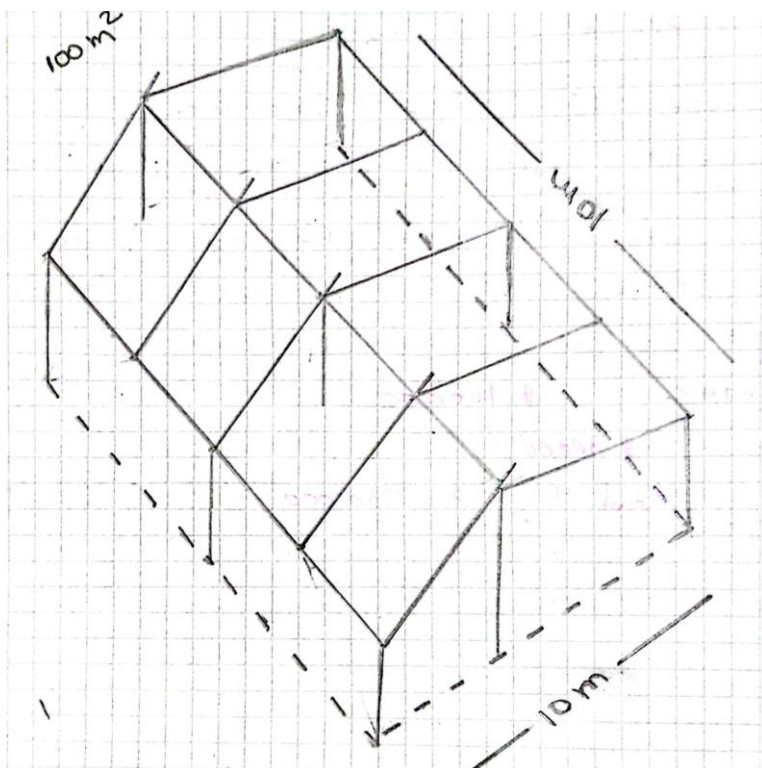
Diseño de Invernadero 100m²

El invernadero proyectado está diseñado para albergar una producción mensual de 125.000 plántulas, distribuidas en un promedio inicial de 30 especies. De esta variedad, aproximadamente un 80 % corresponde a hortalizas, un 15 % a especies aromáticas y el 5 % restante a frutales, de acuerdo con las necesidades del mercado local y las condiciones agroecológicas del municipio de Jardín.

Esta distribución responde a un análisis de la demanda regional, que evidencia una alta rotación de hortalizas en sistemas de autoconsumo y comercialización a pequeña escala, especialmente en mercados urbanos y restaurantes gourmet. Las aromáticas y frutales, si bien representan una proporción menor en esta primera etapa, serán objeto de expansión progresiva conforme se consoliden los procesos de producción y comercialización.

Figura 1

Diseño de vivero de 100 m²



Nota: Breve bosquejo del área del vivero

A continuación, se detallan las cotizaciones correspondientes a los materiales requeridos para la construcción y dotación del invernadero proyectado, con una capacidad instalada para producir 125.000 plántulas mensuales. Los valores fueron obtenidos mediante consulta a proveedores locales y regionales, considerando materiales de calidad, resistentes a las condiciones climáticas del municipio de Jardín y adecuados para uso agrícola.

Figura 2*Cotización de materiales para construcción de vivero*

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Guadua poste lateral de 4,5 m	Metro	5	20.700	103.500
Guadua poste central de 3,5 m	Metro	10	20.700	207.000
Alfarda (Guadua) de 5,5 m	Metro	18	20.700	372.600
Amarre (Guadua) de 6 m	Metro	10	20.700	207.000
Guaya Super GX de 1/8	Metro	250	1.380	345.000
Angulo de acero 1 1/2 x 3/16	Metro	8	23.046	184.368
Plástico calibre 7 X 6,5 metros	Metro	35	22.356	782.460
Plástico calibre 4 X 1,5 metros	Metro	50	4.416	220.800
Espárragos 3/8	Unidad	20	4.968	99.360
Tuercas de 3/8	Unidad	200	345	69.000
Arandelas de 3/8	Unidad	200	345	69.000
Grapas	Libra	1	20.700	20.700
Grapa industrial 5019	Caja	1	20.700	20.700
Varilla de madera 2x4 cm	Unidad	20	9.660	193.200
Listón 4 x 4"	Unidad	4	30.000	120.000
Bisagra de 3"	Unidad	2	13.800	27.600
Tensor ojo gancho # 12	Unidad	4	50.000	200.000
Clavo de 3"	Libra	3	7.728	23.184
Soga pisadora	Metro	120	552	66.240
Mano de obra instalación	Global	1	3.500.000	3.500.000
Fortage 100 ml	Unidad	1	180.000	180.000
Discos de pulidora	Unidad	3	9.000	27.000
Sistema de riego				
Tanque de 2000 litros	Unidad	1	856.900	856.900
Manguera bicolor 100 psi 50 m	Unidad	1	122.000	122.000
Poma de 1.000 huecos	Unidad	1	25.000	25.000
Tubo PVC presión 1 1/2 " X 6 m	Unidad	3	96.600	289.800
Válvula de PVC lisa 1 1/2"	Unidad	1	24.840	24.840
Codo 1 1/2"	Unidad	4	16.560	66.240
Adaptador hembra de 1 1/2"	Unidad	2	15.180	30.360
Adaptador macho de 1 1/2"	Unidad	1	8.280	8.280
Tapón roscado de 1 1/2"	Unidad	1	9.660	9.660
Semicodo 1 1/2"	Unidad	1	12.420	12.420
Pega PVC 1/4	Unidad	1	27.600	27.600
Limpiador 1/4	Unidad	1	27.600	27.600
Transporte	Viajes	2	400.000	800.000
TOTAL				9.339.412

Nota: Se incluyen materiales para sistema de riego.

Bandejas para Plantulación

Las bandejas de semilleros son recipientes que ofrecen un entorno protegido en el que podemos sembrar una cantidad variada de semillas, con el objetivo de conseguir un porcentaje óptimo de germinación gracias a su diseño. Es común el uso de bandejas de polipropileno y poliestireno adecuadas para plantulación de hortalizas, aromáticas, frutales y forestales.

El número de alvéolos varía dependiendo la especie que se desea germinar, pueden ser de 50, 72, 128, 162 y 200, siendo las más utilizadas para plantar hortalizas las de 128 y 200 alvéolos. Las principales ventajas de utilizar bandejas de germinación son:

No requieren inversiones costosas.

Uso eficiente del espacio, una gran cantidad de plántulas confinadas en un espacio reducido.

Crean un entorno óptimo para la formación, permiten obtener mayor porcentaje de germinación, por ende, plántulas de mejor calidad.

Tiene perforaciones con óptimo tamaño para buen drenaje y aireamiento radicular.

Facilitan las labores de siembra, riego, fertilización, permite una óptima selección de plántulas, se puede descartar fácilmente material contaminado.

Diseñadas para garantizar un buen desarrollo de las raíces y facilitan su extracción evitando que se deterioren durante el transporte; además de su fácil traslado.

Desinfección de Bandejas

En los semilleros es muy frecuente el ataque de hongos que se transmiten a través de las bandejas, principalmente *Rhizoctonia solani* y *Thielaviopsis basicola*, (pudrición negra de la raíz), es importante entonces, lavar y desinfectar la bandeja, al igual que el material de siembra (sustrato) que se va a utilizar en la germinación; para esto, después de lavadas las bandejas se deben sumergir en una solución de hipoclorito de sodio o yodo agrícola, en la concentración recomendada en la etiqueta del producto o por el ingeniero agrónomo.

Sustratos que se Utilizan en la Plantulación

Los sustratos son materiales sólidos, diferentes al suelo natural que se utilizan para cultivar plantas, lo cual les aporta un medio óptimo para su desarrollo; las principales características que debe cumplir son:

Poroso, baja densidad aparente, que tenga una alta capacidad para retener agua y un buen nivel de relación agua/aire en los poros, propiciando una excelente oxigenación del sistema radicular.

Baja concentración de sales.

Liviano, fácil de manejar y económico.

Inerte, que no tenga incidencia en los procesos físicos y químicos radiculares de la planta.

Los materiales orgánicos deben estar completamente compostados, para evitar ataques de plagas y enfermedades

Llenado y Siembra

Para el llenado de bandejas, debe estar definido el tipo de sustrato a utilizar y la calidad de bandeja necesaria, se procede a llenar las bandejas con el sustrato húmedo de manera que, al empuñar, este se sostenga, pero no escurra. Luego de esto, se procede a la siembra de la semilla seleccionada, teniendo precaución de no profundizar más de 0.5 cm, se deposita una semilla por alvéolo y se cubre con una fina capa de sustrato.

Se lleva a un cuarto oscuro o área de germinación por un lapso de 2 a 3 días hasta que comience a germinar, cuando la plúmula empiece a emerger, se lleva a un lugar iluminado para estimular su crecimiento y desarrollo.

Distribución del Área en un Vivero

Área para Siembra

Lugar donde se propagan todas las semillas y/o materiales que se desean reproducir, en esta área se hacen las mezclas de los sustratos con los que se va a trabajar, para luego hacer el llenado de las bandejas, hacer el proceso de siembra y posteriormente tapar los orificios con una pequeña cantidad del mismo material si apretar el sustrato.

Área para Germinación

Luego de la siembra, las bandejas son llevadas al área de germinación, la cual se caracteriza por ser un sitio oscuro y cerrado completamente, pero con algún sistema de ventilación y que permita controlar la temperatura, debido a que cada tipo de material tiene unas necesidades específicas en cuanto a estos dos componentes.

Figura 3

Bandejas de germinación



Nota: Se describe como se rotulan las bandejas.

Factores que Inhabilitan la Germinación.

Existen dos tipos de factores que impiden la germinación de las semillas:

Los factores endógenos se desarrollan internamente como problemas en la semilla, que no logra alcanzar el grado de madurez necesario y morfológicamente no es viable; las testas

duras o impermeables que recubren el embrión y no les permite que absorban gases o agua y, la presencia de hormonas que impiden la germinación.

Los factores exógenos como la humedad y la luz pueden impedir la rotura de la testa y la forma que emerge la plúmula, esto depende también de la especie que se desea germinar.

Área de Crecimiento

Cuando las plántulas germinan son llevadas a un área bajo condiciones protegidas, dado que aquí se desarrolla el proceso de endurecimiento de las mismas para su adaptación en el campo. Es aquí donde las raíces primarias y secundarias alcanzan un óptimo desarrollo y emergen de 3-4 hojas. En este estadio las plantas son vigorosas y menos propensas a los ataques de fitopatógenos. En esta área permanecen la mayor parte del tiempo las bandejas con sus plántulas.

Están normalmente levantadas entre 1 a 1.20 m del piso buscando mayor ergonomía en el momento de la manipulación y además buscando evitar ataques de plagas y enfermedades. Aquí se almacenan las bandejas que están con plántulas listas para llevar a siembra en campo, es decir, para la venta. Si no es posible conseguir comercializarlas, deben ser llevadas a un área que se tiene específicamente para el descarte de este tipo de material. Es importante, además tener en cuenta que en ambas partes del proceso debe haber dispuesto áreas para desinfección de calzado, ropa y manos con el fin de evitar contaminación cruzada.

Área para el Descarte.

Este es el lugar donde se disponen los materiales que ya no están en condiciones de siembra en el lote, es decir, los que han pasado el límite máximo de tiempo de trasplante, los que deben ser desechados por afecciones de alguna enfermedad o plaga presente en la plantuladora y que deben ser compostados para su posterior utilización en otros cultivos como abono orgánico.

Área para Desinfección.

La desinfección de las bandejas, es parte fundamental del proceso en una plantuladora, de la asepsia en el proceso depende que se pueda evitar la propagación de enfermedades y plagas presentes en el vivero. La desinfección debe hacerse por fuera de la plantuladora.

Al igual que los demás sitios descritos para la plantuladora, es muy importante también mencionar que se debe tener previsto un sitio disponible para almacenar los agroquímicos y productos biológicos que se van a utilizar en el proceso productivo, este debe tener cerramiento y muro anti derrames para evitar accidentes e intoxicaciones por contacto con los insumos.

El acceso a la bodega debe ser restringido a personal capacitado para el manejo de los productos, con estantería que permita el almacenamiento según la clase de químico, de igual forma debe tener buena ventilación para evitar la concentración de gases.

Riego

El almacenamiento de agua es parte fundamental para el buen rendimiento de la plantuladora, es aquí donde se mezclan los fertilizantes para el sistema, que tiene incidencia en todo el proceso de siembra, germinación y crecimiento de la plántula hasta que emite sus primeras hojas verdaderas, las hortalizas forman raíces superficiales en los primeros estadios lo cual requiere un abastecimiento permanente del líquido, para que el desarrollo de la planta sea óptimo. La periodicidad del riego se define de acuerdo al tipo de sustrato, semilla y tipo de siembra y las condiciones climáticas de la región.

Existen diversos tipos de riego, por lo cual es fundamental definir cuál se adapta mejor a las necesidades específicas del sistema de producción. Generalmente, se emplea una poma de 1.000 huecos, ya que permite realizar un riego más homogéneo. Además, debido al tamaño de la

gota que emite, este tipo de poma no causa daños a las plántulas ni altera negativamente la estructura del suelo.

Fertilización

La producción de plántulas en bandejas requiere un manejo riguroso del sistema de riego y de la aplicación de fertilizantes, especialmente durante el primer mes de desarrollo, cuando las demandas nutricionales son críticas en cada uno de los estadios de crecimiento.

Durante las primeras semanas, se consideraron los siguientes aspectos nutricionales fundamentales:

Las plántulas, en sus primeros estadios, presentan requerimientos específicos. El nitrógeno es esencial durante la fase de crecimiento, ya que favorece la fotosíntesis y el desarrollo de tejidos vegetativos. El fósforo es necesario para estimular el desarrollo radicular, promover la floración y facilitar la fijación de nitrógeno. Por su parte, el potasio desempeña un papel clave en el movimiento del agua dentro de la planta, la elongación celular y el crecimiento de las raíces.

Además de estos macronutrientes, se requiere la incorporación de elementos menores (micronutrientes), en cantidades muy pequeñas, para asegurar un desarrollo equilibrado y saludable. A partir de estas consideraciones, se definió el siguiente plan nutricional, adaptado a la mezcla de sustrato utilizada en el proceso de plantulación:

A continuación, se describe una tabla o lista detallada del plan nutricional (por ejemplo, concentraciones de N-P-K, tipo de fertilizantes usados, dosis, frecuencia, etc.).

Figura 4

Plan de fertilización para hortalizas

PLAN FERTILIZACIÓN HORTALIZAS					
SUSTRATO ORGÁNICO					
FASE BANDEJAS de 200 alvéolos el gasto de agua es de 450 ml de agua					
PRODUCTO		Primera Semana			Segunda Semana (cuando presente hojas verdaderas)
Alternativa 1	IRRICOL INICIO 1-3-1 mas microelementos	dosis	3.6 gramos de Irricol/ litro de agua	5.0 gramos de Irricol / Litro de agua	
Alternativa 2	15-15-15	dosis	2.5 gramos T 15/litro de agua	5.0 gramos de T-15 / Litro de agua	
Alternativa 3	20-20-20	dosis	2.5 gramos /litro de agua	5.0 gramos / litro de agua	
SUSTRATO INORGÁNICO					
Solución Tipo A: Para 1 litro de agua a.Fosfato de Potasio o Monopotasio: 45-49 gramos b.Nitrato de Potasio: 116 gramos c.Sulfato de Magnesio: 107 gramos					
Solución Tipo B: Para 1 litro de agua: a. Oligomix: 6 gramos b. Ácido Bórico: 2 gramos					
Solución Tipo C para 1 litro de agua: Nitrato de Calcio 150-170 gramos					
Preparación					
Tomar 2,5 ml de A+ 2,5 ml de B +2, 5 ml de C EN 1 LITRO DE AGUA					
		Primera Semana			Segunda Semana (cuando presente hojas verdaderas)
Alternativas del Oligomix: Fertilom combi, o Nutrex 5 gramos por litro		DOSIS	0,7 litros de solución diluida por bandeja	1 a 1,2 litros de solución diluida por bandeja	
MEZCLA (orgánico + inorgánico)					
		Primera Semana			Segunda Semana (cuando presente hojas verdaderas)
DOSIS	0,7 litros de solución diluida (A+B+C) por bandeja		5.0 gramos de Irricol / Litro de agua	ALTERNATIVA 1	
			5.0 gramos de Triple-15 / Litro de agua	ALTERNATIVA 2	
			5.0 gramos / litro de agua	ALTERNATIVA 3	

Nota: Se describe el paso a paso del plan de fertilización.

Las mezclas de sustrato empleadas en los distintos ensayos realizados evidenciaron algunas limitaciones en el proceso de germinación y desarrollo inicial de las plántulas durante su permanencia en la plantuladora. Estas dificultades se relacionan con aspectos como la retención de humedad, la aireación del sistema radicular, la disponibilidad de nutrientes y la textura del sustrato, factores determinantes en esta fase crítica del cultivo.

Para este caso, se evaluaron diferentes formulaciones de sustrato con el objetivo de identificar la combinación más adecuada. Algunos de los ensayos realizados incluyeron:

Tabla 1*Mezclas de sustratos*

Ensayo	Sustratos	Resultado	Foto
Muestra 1	80% Tierra negra 10% Cascarilla de arroz 5% Sustrato de coco 5% Materia orgánica	El sustrato se compactó, las raíces se desarrollan poco y los tallos sufren elongación.	 Fuente: Olga Pareja, 2024
Muestra 2	70% Tierra negra 20% Cascarilla de arroz 5% Materia orgánica 5% Tierra de diatomeas	La mezcla del sustrato se nota más permeable, las raíces se desarrollan en un 60%, pero el cepellón se desintegra fácilmente.	 Fuente: Olga Pareja, 2024
Muestra 3	80% Sustrato de coco 10% Tierra negra 10% Materia orgánica	Excelente para germinación, pero se desintegra en un 80% al retirar de la bandeja.	 Fuente: Olga Pareja, 2024
Muestra 4	50% Tierra negra 40% Sustrato de coco 5% Materia orgánica 5% Tierra de diatomeas	Buena germinación, porosidad y desarrollo de raíz. El cepellón es compacto y manejable. Mezcla recomendada.	 Fuente: Olga Pareja, 2024

Nota: Evidencia los procesos de germinación.

El plan de fertilización es uno de los elementos más importantes en el proceso de plantulación de hortalizas y plantas aromáticas. Junto con el manejo adecuado de plagas y enfermedades, constituye un conjunto de factores clave que determinan en gran medida el éxito del vivero. Estos elementos deben funcionar de manera coordinada para garantizar un desarrollo saludable y productivo de las plantas.

Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades

Para cualquier cultivo, es fundamental implementar un manejo integrado de plagas y enfermedades de forma adecuada y oportuna, especialmente en viveros, donde las condiciones favorecen la rápida propagación de patógenos como hongos, virus y bacterias, así como de plagas como insectos chupadores, comedores de hojas y tallos, y minadores.

Entre los problemas más comunes que afectan los invernaderos de plántulas se encuentran:

Tabla 2.*Manejo integrado plagas*







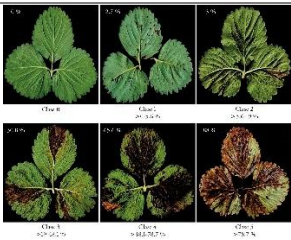


Nombre común	Nombre científico	Daño	Foto
Minador de la hoja	<i>Liriomyza huidobrensis</i> Blanchard. <i>Liriomyza trifolii</i> (Burgess)	Las larvas de las moscas adultas se alimentan, haciendo galerías dentro del tejido de las hojas.	 Minador de la hoja. Fuente: Inia, 2011
Mosca blanca	<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius <i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westwood	Deformación de las hojas y clorosis del tallo y pecíolos. Las ninfas excretan melaza también llamada hollín.	 Mosca blanca. Fuente: Hortoinfo, 2022
Ácaros	<i>Acari o acarina</i>	Manchas amarillas que se ven en el haz, y en el envés son decoloraciones, producen decoloraciones y defoliación.	 Ácaros. Fuente: Biokrone, 2009
Áfidos y pulgones	<i>Aphis gossypii</i> <i>Myzus persicae</i>	Transmisores de virus, chupadores de savia.	 Áfidos. Fuente: Npic, 2014
Trips	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Transmisores de virus, produce defoliación y deforma las hojas.	

Tabla 3.*Manejo de enfermedades*

Nombre común	Nombre científico	Daño	Foto
Gota o tizón tardío	<i>Phytophthora infestans</i>	Apariencia húmeda, manchas grandes café o castaño, ceniza en el centro de la lesión que puede cubrir todo el tejido y causar la muerte.	 <p>Gota o tizón tardío. Fuente: Invesa.</p>
Damping-off	<i>Pythium aphanidermatum</i>	Consistencia acuosa y pastosa en la base del tallo, lesiones rojizas o marrón. Estrangulamiento del tallo y marchitez.	 <p>Damping-off. Fuente: La huertina de Toni.</p>
Mancha en hojas	<i>Pseudomonas cichorii</i> <i>Xanthomonas fragariae</i>	Manchas acuosas bordeadas de un halo amarillo, aparecen en las hojas inferiores y se extienden al resto de la planta.	 <p>Xantomonas. Fuente: Scielo, 2016</p>
Alternaria	<i>Alternaria porri</i> (Ellis)	Mancha púrpura en cebolla, y se notan anillos centrados.	 <p>Alternaria. Fuente: Alamy, 2007</p>

Hernia de las crucíferas	<i>Plasmodiophora brassicae.</i>	Abultamiento en la parte del tallo que está dentro de la tierra, hernias o agallas en la raíz, lo que produce podredumbre y muerte de la planta.	 <p data-bbox="1110 491 1344 525">Hernia de crucífera.</p> <p data-bbox="1110 541 1377 573">Fuente: deRiego, 2023</p>
--------------------------	----------------------------------	--	--

Nota: Descripción de manejo adecuado de enfermedades

Análisis Económico

Para establecer los precios de venta de las plántulas, se implementó un análisis de costos basado en un modelo de producción con una capacidad instalada de 125.000 unidades mensuales. Este modelo incorpora tanto los costos directos —como semillas, fertilizantes y sustratos— como los costos indirectos, entre ellos la mano de obra, el consumo de energía y otros gastos operativos.

A los costos totales de producción se aplicó un margen de ganancia del 50 %, con el propósito de garantizar la sostenibilidad financiera del proyecto a largo plazo. Este margen no solo permite cubrir los gastos generales, sino también reinvertir en mejoras tecnológicas y mantener la competitividad en el mercado local y regional.

Los precios resultantes fueron comparados con los valores promedio del sector, lo que evidenció una alta competitividad: en varios casos, los precios calculados resultaron inferiores a los del mercado, lo que posiciona a las plántulas como una opción atractiva para los clientes.

Esta metodología, basada en un análisis detallado de costos y una comparación de mercado, permite establecer precios justos, que reflejan el valor real del producto, y facilita la toma de decisiones estratégicas respecto a futuras inversiones y ajustes en la política comercial.

Venta y Comercialización

La estrategia de venta y comercialización de plántulas producidas en el vivero se diseñó considerando tanto la oferta productiva como la demanda local y regional. Se identificaron dos canales principales de comercialización:

Venta directa a productores rurales, especialmente mujeres cabeza de hogar y adultos mayores, quienes representan una parte significativa de la economía agrícola del municipio.

Comercialización a restaurantes gourmet y establecimientos especializados en productos frescos y orgánicos en la zona urbana, interesados en especies aromáticas y hortalizas diferenciadas.

Para facilitar la distribución, se implementaron mecanismos de entrega programada según ciclos de producción, así como estrategias de venta bajo pedido. Esto permitió ajustar la producción a la demanda real y reducir pérdidas por excedente.

Resultados Obtenidos

La implementación del vivero bajo condiciones protegidas permitió alcanzar una capacidad calculada de producción mensual estimada de 125.000 plántulas, distribuidas entre hortalizas, aromáticas y frutales, con un promedio de 30 a 50 variedades. Durante el primer ciclo de evaluación, se logró una tasa de germinación superior al 90 %, gracias a un manejo eficiente del sustrato, el riego con poma de 1.000 huecos, y un plan nutricional adaptado a los requerimientos específicos de cada cultivo.

En cuanto al análisis de costos, se determinaron los costos directos (semillas, sustratos, fertilizantes) y costos indirectos (mano de obra, energía eléctrica y mantenimiento), lo que permitió calcular un costo unitario promedio por plántula. A este se le aplicó un margen de ganancia del 50 %, obteniendo precios de venta que resultaron competitivos frente al mercado local.

La comparación de precios mostró que las plántulas ofrecidas por el vivero eran entre un 5 % y un 15 % más económicas que las disponibles en viveros comerciales de la región, sin comprometer la calidad. Esta ventaja generó una alta aceptación entre los clientes potenciales, especialmente restaurantes gourmet y pequeños productores rurales.

Asimismo, se identificó que más del 70 % de las plántulas producidas durante el primer trimestre fueron adquiridas por mujeres cabeza de hogar y adultos mayores, confirmando que el enfoque social del proyecto está siendo efectivo. Esto también permitió fortalecer capacidades locales, aumentar ingresos familiares y fomentar el cultivo diversificado a pequeña escala.

Gestión de Recursos

Con el propósito de hacer realidad la ejecución del proyecto productivo orientado a la producción de plántulas, se propuso inicialmente la adquisición e instalación de una plantuladora automatizada, en la cual las mujeres del municipio de Jardín serían el eje central del proceso productivo. Esta decisión se basó en la existencia de un grupo organizado de mujeres interesadas en participar activamente en el desarrollo agrícola local, promoviendo así el empoderamiento económico femenino y la inclusión social en zonas rurales del municipio.

Para lograr este objetivo, se inició una etapa de gestión de recursos que comenzó con la presentación de la iniciativa ante la Alcaldía Municipal de Jardín. La propuesta recibió el respaldo incondicional de la alcaldesa, quien acompañó y apoyó la búsqueda de financiación a través de distintas entidades públicas y privadas. Se presentaron solicitudes de apoyo ante la Gobernación de Antioquia, el IDEA, la Fundación Central Mayorista, la Reforestadora Industrial de Antioquia (RIA), la Fundación Sura, Nespresso, la Fundación Éxito, entre otras instituciones.

Gracias a esta gestión, se logró una financiación significativa:

Gobernación de Antioquia: \$403.257.713

Alcaldía de Jardín: \$88.315.000

Total aportado: \$491.572.713

Sin embargo, durante la etapa de formulación, surgió una limitante técnica y logística: los fondos estaban condicionados a que la infraestructura se estableciera sobre un predio público, ya sea de la alcaldía o del colegio rural Miguel Valencia. Esta opción resultó inviable debido a la lejanía de los terrenos respecto a los hogares de las beneficiarias, lo cual dificultaría su acceso cotidiano y participación activa en las labores de producción.

Ante esta situación, se planteó una reorientación estratégica del proyecto. La nueva propuesta consistió en destinar los recursos obtenidos para la instalación de un invernadero de 70 m² y un deshidratador de aromáticas en el domicilio de cada una de las mujeres beneficiarias inscritas. Esta propuesta fue aceptada por las entidades financiadoras y redefinida con el siguiente objeto:

“Aunar esfuerzos para el fortalecimiento de capacidades productivas y empresariales de mujeres del municipio de Jardín”

El proyecto fue ejecutado con una duración de 2 meses y 20 días, a partir de la fecha de inicio de ejecución. El proyecto cuenta con un componente de insumos y herramientas, los cuales describo a continuación:

Tabla 4.*Insumos y herramientas por beneficiaria*

Materiales	Unidad	Cantidad
Semilla de Cilantro Magnum	Sobre x 10 Gr	5
Semilla de Tomate chonto	Sobre x 10 Gr	2
Semilla de repollo verde	Sobre x 10 Gr	4
Semilla de cebolla de huevo blanca	Sobre x 2 Gr	2
Semilla de cebolla de rama	Sobre x 2 Gr	2
Semilla de pimentón	Sobre x 2 Gr	2
Semilla de zanahoria	Sobre x 10 Gr	4
Semilla de Remolacha Crosby Egyptan	Sobre x 10 Gr	1
Semilla de Lechuga Batavia	Sobre x 10 Gr	2
Semilla de habichuela Blue Lake	Sobre x 10 Gr	2
Semilla de pepino cohombro	Sobre x 10 Gr	1
Semilla de Arveja Santa Isabel	Sobre x 10 Gr	2
Semillas de orégano	Sobre x 0,3 Gr	2
Semillas de ruda	Sobre x 0,3 Gr	2
Semillas de perejil liso	Sobre x 3 Gr	1
Semillas de albahaca Genovesa	Sobre x 0,5 Gr	1
Semillas de hierbabuena	Sobre x 0,1 Gr	3
Semillas de menta	Sobre x 0,1 Gr	1
Semillas de tomillo	Sobre x 0,3 Gr	1
Semillas de apio	Sobre x 2 Gr	1
Semillas de caléndula	Sobre x 1 Gr	1
Semillas de manzanilla	Sobre x 0,3 Gr	1
Bandeja Germinadora	Unidad	10
Paca de cascarilla de arroz	Paca	2
Fertilizante Orgánico Compostado	Bulto x 50 kg	8
Cal Enmienda	Bulto x 50 kg	2
Safersoil	Bolsa x 500gr	2
Safermix	Bolsa x 500gr	2
Equipo de jardinería (palín, pala, rastrillo)	Global	2
Traje de protección tela antilíquido.	Traje	2

Guante de Nitrilo	Unidad	2
Bomba de espalda de 10 L	Unidad	1
Regadera manual	Unidad	1
Jabón potásico de 100ml	Unidad	3
Fertilizante 10-30-10 bulto x 50 kilos	Bulto	1
Micorrizas x 50 kilos	Bulto	1
Guadaña FS 55R	Unidad	1
CaBoMag-K fertilizante para sistemas de riego x Litro	Litro	1

Nota: Descripción de aportes entregados a cada beneficiaria

La implementación del vivero bajo condiciones protegidas ha mostrado resultados técnicos, económicos y sociales altamente positivos. No obstante, es importante destacar que este avance ha sido posible en el marco del convenio interadministrativo entre la Gobernación de Antioquia y la Alcaldía de Jardín, vigente entre el 24 de septiembre y el 15 de diciembre de 2024. Aunque los invernaderos ya están construidos, el proyecto continúa en fase de fortalecimiento, orientado a la instalación y puesta en marcha de una fábrica de plántulas automatizada. Este componente será clave para garantizar un suministro constante y de calidad a las unidades productivas, consolidando el modelo de producción agrícola sostenible y mejorando el impacto económico en la región. El compromiso por conseguir los recursos necesarios refleja la voluntad institucional de dar continuidad y sostenibilidad a esta iniciativa, con miras a ampliar su alcance y beneficios a largo plazo.

Figura 5.

Invernaderos construidos



Nota: Describe invernadero en producción

Glosario

Bandeja de germinación: Recipiente con sustrato en el que las semillas se siembran todas juntas.

Buenas Prácticas Agrícolas: Es un conjunto de normas técnicas y recomendaciones que se aplican en los procesos de producción, las cuales están direccionadas al cuidado de la salud.

Coliformes: Bacterias que pueden tener presencia en el agua, principalmente de origen fecal, las cuales ocasionan enfermedades graves al organismo.

Compostar: Técnica que se emplea para controlar los procesos para degradar la materia orgánica, la cual se realiza por medio la actividad de microorganismos que se multiplican en residuos orgánicos en descomposición.

Germinación: Es el proceso donde la semilla absorbe agua (imbibición) para activar los procesos metabólicos, donde el embrión inicia su crecimiento hasta formar una nueva planta.

Invernadero: Construcción cerrada hecha generalmente en plástico, donde se pueden controlar la temperatura, la humedad y algunos factores ambientales que permiten proteger las plantas de condiciones climáticas adversas.

Dormición, reposo, latencia o letargo: Etapa importante para la supervivencia de las semillas, dado que las conserva hasta que las condiciones ambientales sean favorables para la germinación de una nueva planta.

Plántula: Se le llama plántula al primer estadio de la semilla cuando rompe su latencia y germina, hasta que emerge su primer par de hojas verdaderas. Después de ahí, se denomina planta en estado vegetativo de crecimiento.

Semilla: Grano que en su embrión aloja una futura planta, la cual está protegida por una testa que, cuando es plantada, se convierte en una nueva planta de la misma especie.

Sustrato: Se llama sustrato a cualquier material físico sobre el cual se pueda soportar la semilla para su favorable germinación, este puede ser orgánico, inorgánico o una mezcla de los dos.

Conclusiones

La implementación del vivero bajo condiciones protegidas demostró ser una estrategia altamente efectiva tanto desde el punto de vista técnico como económico y social. La capacidad de producción alcanzada, con una germinación superior al 90 %, refleja un manejo agronómico eficiente y adaptado a las necesidades específicas de cada cultivo. El análisis detallado de costos permitió establecer un esquema de precios competitivo, posicionando al vivero como una alternativa viable frente a la oferta comercial regional.

El enfoque social del proyecto también mostró resultados positivos, al beneficiar mayoritariamente a mujeres cabeza de hogar y adultos mayores, promoviendo la inclusión y el fortalecimiento de capacidades productivas locales. En conjunto, el proyecto no solo mejoró el acceso a plántulas de calidad a precios accesibles, sino que también contribuyó al desarrollo económico y social de comunidades vulnerables, consolidándose como un modelo sostenible y replicable.

Referencias bibliográficas

Anuario estadístico de frutas y hortalizas 2004-2008. Ministerio de Agricultura y Desarrollo

Rural (MADR)

Jaramillo, J., Díaz, R., Arias, H. (1995) *Producción de hortalizas en el departamento de*

Antioquia. CORPOICA

Oferta agropecuaria ENA-CIFRAS. Corporación Colombia Internacional y Ministerio de

Agricultura y Desarrollo Rural, 2008.

Hartmann, H., Kester, D., (1998) *Propagación de plantas*. Compañía Editorial Continental