

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención consiste en un tutorado ecológico alternativo (1) construido con envaraderas plásticas (2) obtenidas a partir del reciclado de envases plásticos que originalmente contuvieron sustancias agroquímicas, y una configuración particular de las envaraderas plásticas con incorporación de postes orilleros (3) preferiblemente en guadua y un enmallado (4) formado por cuerdas (4a) con cruces libres de envaradera (4b).

La presente invención también consiste en el proceso de fabricación del tutorado ecológico alternativo (1) desde la recolección de envases de herbicidas, plaguicidas, entre otros, hasta la conformación del tutorado ecológico alternativo (1) sobre el campo de cultivo agrícola.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Esta divulgación corresponde a la explicación detallada de algunas de las modalidades de la invención y no implica la limitación del alcance de la invención definida en las reivindicaciones.

Se hace referencia a la siguiente descripción de un modo ilustrativo y no limitativo de la misma, tomada en conjunto con los dibujos acompañantes en los cuales los números de referencia indican elementos idénticos o semejantes en los dibujos correspondientes.

En términos generales, la invención corresponde a un tutorado ecológico alternativo (1) construido con envaraderas plásticas (2) y al proceso de fabricación del mismo tomando como punto de partida la recolección de envases plásticos de plaguicidas, herbicidas, entre otros.

A continuación se realiza la descripción detallada de cada una de las invenciones y de los elementos esenciales que las conforman.

Tutorado ecológico

El tutorado ecológico alternativo (1) de la presente invención consiste en una configuración ordenada de envaraderas plásticas (2) y postes orilleros (3) en guadua entrelazados mediante un enmallado (4) de cuerdas (4a), dispuesto sobre el área de un cultivo particular que requiere de dicho tutorado para su sano crecimiento y el mejoramiento de su productividad. En las figuras 1 y 4 a 7 se puede observar modalidades del tutorado ecológico alternativo (1).

Las envaraderas plásticas (2) que forman parte del tutorado ecológico alternativo (1) de la presente invención son elementos individuales con forma de postes, estacas o palos elaborados a partir de plásticos reciclados, los cuales son muy resistentes, permiten direccionar el crecimiento eficaz de las plantas y sustituyen el empleo de postes de madera de árboles nativos.

Las figura 2 y 3 muestran una de las modalidades de envaraderas plásticas (2) preferidas para la configuración del tutorado ecológico alternativo (1). En estas figuras se puede apreciar que en la parte superior de la envaradera plástica (2) se identifica la cabeza de la envaradera (2a) y lo demás corresponde al cuerpo de envaradera (2b) cilíndrico y alargado. Ambas partes no son independientes sino que configuran la envaradera plástica (2) como un elemento monolítico.

La cabeza de la envaradera (2a) es un cuerpo sólido cilíndrico de menores dimensiones que el cuerpo de la envaradera (2b) y es útil para el armado del enmallado (4) con cuerdas (4a) que vinculan a las envaraderas plásticas (2) por medio de dicha cabeza de la envaradera (2a) tal como se puede observar en la figura 4.

El conjunto de envaraderas plásticas (2) de la invención es singularmente elaborado con materias primas obtenidas del proceso de post-consumo de envases que contuvieron plaguicidas, herbicidas, entre otros agroquímicos, lo cual las hace bastante particulares en vista del manejo cuidadoso que se le ha proporcionado a dichas materias primas para ser nuevamente utilizables.

La composición polimérica de la materia prima es esencial dado que influye directamente en las propiedades de rigidez, maleabilidad, estabilidad y dureza de las envaraderas plásticas (2) que forman parte de la invención.

Los envases son categorizados como rígidos y que conservan la forma original de la materia prima: polietileno de alta densidad (PEAD), polietilenos de roto-moldeo, polietileno de baja densidad (PEBD), mezcla de polipropileno y polietileno (COEX).

Los polietilenos de roto-moldeo son comúnmente materiales termoplásticos, sin embargo, también incluyen polímeros termoestables y látex. Los polímeros termoplásticos más comunes son polietileno (HDPE-LDPE), policloruro de vinilo (PVC), polipropileno (PP), Poliestireno (PS), acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), entre otros. En cuanto a los polímeros termoestables se encuentran el poliéster RFV, la resina de poliuretano (PU) y las resinas de poliéster y epoxi.

La composición polimérica más deseable de las envaraderas plásticas (2) que forman parte de la invención consiste entre 70 y 80% de polietileno de alta densidad (PEAD), entre 10 y 20% de polietilenos de roto-moldeo, de entre 10 y 20% de polietilenos de baja densidad (PEBD), entre 5 y 10% de mezcla de polipropileno y polietileno de alta inyección (COEX).

El producto de envaradera plástica (2) es un producto plástico inerte, tal como una matriz de una mezcla de diversos polímeros de polietileno transformados y extruidos a altas temperaturas de manera que se convierten en una matriz inerte de plásticos

con la forma de estacón o poste. Esto hace que no presente riesgo de intoxicación con la exposición.

Con relación a la configuración de cada envaradera plástica (2), en una modalidad de la invención, es un elemento tridimensional alargado de forma cilíndrica con sección transversal de diámetro entre 3 y 7 cm y una altura de entre 1 m y 3,5 m, preferiblemente una altura entre 2 y 3 m. En otra modalidad de la invención, cada envaradera plástica (2) es un elemento en forma de prisma cuadrangular alargado de base cuadrada de 5 cm x 5 cm y con 2,5 cm de altura.

En el caso particular de cultivos de fríjol, mora, habichuela, tomate y pimentones son preferibles envaraderas plásticas (2) de sección transversal redonda o cuadrada y de 2,5 m de altura. En el caso particular del cultivo de uchuva y semi-techos de tomate, son preferibles envaraderas plásticas (2) de sección transversal redonda con longitud de entre 2 y 3,5 m. En el caso de cultivos de uchuva, granadilla y semi-techos de tomate, son preferibles las envaraderas plásticas (2) de sección transversal redonda con longitud entre 2 y 3,5 m. En el caso de cultivos de hortensias son preferibles los tutores de sección transversal cuadrada con longitudes entre 1 y 2,5 m.

Establecimiento del tutorado ecológico alternativo

La invención no presenta alcance únicamente en la producción de envaraderas plásticas (2) sino también en la construcción del tutorado ecológico alternativo (1) como conjunto de envaraderas plásticas (2) ordenadas además de otros elementos que resuelven varios de los problemas técnicos anteriormente identificados. Una sola envaradera plástica no podría resolver los problemas técnicos, por ello, el alcance de la invención implica su disposición y arreglo dentro de los cultivos agrícolas.

En campos destinados a la agricultura, el tutorado ecológico alternativo (1) implica trazar el lote para la siembra del cultivo, distribuir postes orilleros (3) preferiblemente de guadua en zona perimetral y disponer envaraderas plásticas (2) a distancias específicas entre cada una con un número particular de plantas entre pares de envaraderas (2).

La implementación del tutorado ecológico alternativo (1) en campo incluye la conformación de un perímetro en postes de guadua llamados postes orilleros (3), de modo que el conjunto de envaraderas plásticas (2) del tutorado ecológico alternativo (1) se distribuye en el área interior del cultivo demarcada por dicho perímetro de postes orilleros (3).

En una modalidad de la invención, los postes orilleros (3) en guadua son clavados en el suelo unos 80 centímetros de profundidad de la longitud total del poste; distribuidos en el cultivo agrícola a unas distancias en el intervalo de 3 a 4,5 m entre poste orillero (3) y poste orillero (3) según la pendiente del terreno de cultivo, a lo largo en sentido del surco, y entre surco y surco a una distancia en el intervalo de 2,5 a 4 m entre poste orillero (3) y poste orillero (3).

Se cierra el perímetro del lote mediante cuerdas (4a) que pueden ser alambre calibre 12 o 14 a todos los postes orilleros (3). Según la pendiente, se deben poner vientos con alambre en algunos postes, para garantizar una mayor resistencia del tutorado ecológico alternativo (1).

En el interior del lote, se implementan las envaraderas plásticas (2) clavándolas unos 50 cm de profundidad en el suelo y distribuyéndolas a una distancia en el intervalo de 3 a 4 metros entre envaradera (2) y envaradera (2) (según la pendiente del terreno), a lo largo en sentido del surco, y entre surcos y surco en el intervalo de 2,4 a 3 m entre vara y vara. Es importante resaltar que al momento de distribuir las envaraderas (2), se debe distribuir de izquierda a derecha en sentido del surco y

siempre iniciar cada surco de ésta manera, para garantizar una correcta distribución de las envaraderas plásticas (2).

En una modalidad de la invención, un lote con un área de 450 m² requiere en promedio 100 envaraderas plásticas (2) enterradas a una distancia de 3 m entre cada una, cabiendo entre 7 y 8 plantas entre pares de envaraderas (2).

Las envaraderas plásticas (2) son amarradas entre sí mediante cuerdas (4), tales como alambre o hilo, para conformar un enmallado general sobre el área de cultivo. Se amarran desde la cima de la pendiente, las envaraderas distribuidas en el lote. La técnica de amarre consiste en enrollar con la cuerda la cabeza de cada envaradera, garantizando la rectitud de la pieza en el lote. Esta práctica aumenta la resistencia a la flexión del tutorado ecológico alternativo (1) distribuyendo las fuerzas de tensión en el perímetro de guaduas, ofreciendo un aporte de resistencia al tutorado ecológico alternativo (1).

Luego se amarra con cuerdas cada envaradera en sentido del surco, garantizando una mayor firmeza de la pieza. Al distribuir los amarres, se cruzan las cuerdas en algunos sitios donde no se implementa la envaradera tal como se puede observar en la figura 6. La presencia de los cruces libres de envaraderas (4b) proporciona una mejor distribución del peso del cultivo, en el tutorado ecológico alternativo (1).

En las alternativas de cultivo cuando los terrenos poseen una pendiente importante, se colocan líneas de fibra en el sentido de la pendiente para evitar el flexado de las envaraderas plásticas (2).

De acuerdo con el tipo de cultivo, los sistemas o estructuras de tutorado pueden adquirir diversas configuraciones apropiadas para favorecer el crecimiento y la productividad de las plantas.

Se emplea un tutorado ecológico alternativo (1) enmallado para diferentes cultivos transitorios tal como se aprecia en las figuras 4 a 6. También se emplean sistemas de tutorado en malla para cultivos de flores, como por ejemplo, el cultivo de hortensias, tal como se observa en la figura 7.

La implementación del tutorado enmallado requiere de un acompañamiento técnico personalizado para el agricultor, garantizando un correcto uso de la envaradera plástica.

Proceso de fabricación

El proceso de fabricación implica una etapa previa de preparación de la materia prima, la cual etapa es responsabilidad de los proveedores de materia prima:

Lavar y transportar los envases residuales

Los envases vacíos de pesticidas, que sirven como materia prima para la fabricación de las envaraderas plásticas, son sometidos a un triple lavado por parte de sus proveedores y luego transportados a la planta de producción de las envaraderas plásticas.

La materia prima que ingresa a la planta de producción debe cumplir con criterios de triple lavado para eliminar todos los residuos sólidos o líquidos asociados a los tales. Los envases son preferiblemente compactados y clasificados por tipo de envases de plaguicida.

Durante el primer lavado se debe adicionar agua hasta un cuarto del envase vacío, agitar el envase por 30 segundos y verter la mezcla residual dentro de una bomba de aspersión. Este proceso se repite de la misma manera por segunda y tercera vez sin generación de ningún tipo de lixiviado. Esta actividad es realizada en

campo, antes de recolectar y transportar los envases con destino a la planta de procesamiento.

Durante esta labor, los operarios deben utilizar guantes de nitrilo y careta aunque se garantice que los elementos no presentan riesgo alguno para la salud.

Ahora bien, el proceso de fabricación del tutorado ecológico alternativo (1) de la presente invención implica las etapas que a continuación se señalan:

Recibir la materia prima plástica en planta. Etapa A.

Luego del lavado y recolección de los envases plásticos, estos son transportados a la planta de producción de envaraderas plásticas.

La materia prima se separa por clase de material, que es por tipo de envase y de producto así: polietileno de alta densidad, polietilenos de roto-moldeo, polietilenos de baja densidad, polipropilenos y polietilenos.

Almacenar temporalmente la materia prima lavada y realizar la trazabilidad de residuos. Etapa A1.

Los envases residuales tratados mediante triple lavado son llevados a un almacenamiento temporal dentro de la planta de producción y luego sometidos a un análisis para trazabilidad de residuos en ellos con el fin de verificar su inocuidad dado que este factor resulta crítico por ser controlado en vista del origen de la materia prima y de que el producto final será manipulado por el ser humano.

Molienda de la materia plástica recolectada. Etapa B.

La operación de molienda se realiza en seco sin generar ningún tipo de lixiviado. Se muele por cada clase de material y se almacena por cada tipo.

Durante el proceso de molienda se lleva a cabo una receta por cada tipo de materiales para proporcionar la composición de resistencia y firmeza requerida para la aplicación de las envaraderas (2) en el sector agrícola.

Realizar la pre-mezcla de materiales. Etapa C.

Según la composición polimérica señalada previamente se procede a mezclar los tipos de materiales mediante temperatura y fricción.

Almacenar provisionalmente el material premezclado. Etapa C1.

Se procede a empacar la receta para almacenamiento temporal dentro de costales, en arrumes de cuatro y sobre estibas, vigilando que no esté en contacto con algún tipo de humedad.

Extruir los materiales premezclados hasta conformar las envaraderas plásticas. Etapa D.

Se procede a colocar en la tolva de la extrusora las mezclas poliméricas y se espera a que el material polimérico se pre-caliente con temperatura entre 80 y 100°C, luego se ingresa al tornillo de la primera cámara con una temperatura entre 230 y 260°C, se pasa a la segunda cámara con una temperatura entre 200 y 250°C, luego a la tercera cámara con una temperatura entre 190 y 240°C, luego en la tercera cámara con una temperatura de entre 160 y 200°C, luego a la segunda cámara con una temperatura de entre 150 y 180°C y por último, a la cámara con temperatura de entre 150 y 200°C.

Luego de este proceso de extrusión, el material es conducido a los moldes para generar la forma de la envaradera plástica (2). Una vez se llena el molde, se pasa

por choque término en una cubeta de agua a temperatura ambiente a menos de 17°C.

Los moldes son especiales por la forma de la cabeza de la envaradera (2a), la cual debe tener un resalto de entre 2 y 4 cm para el proceso de enmallado en sitio.

El motor de la extrusora debe estar trabajando a menos de 150 Amperios. El control de calidad implica la vigilancia continua para que el material no vaya a salir quemado, de color café oscuro o crudo de modo que se vean las partículas de material.

Almacenar y controlar el producto terminado. Etapa D1.

Una vez ocurre la extrusión, las envaraderas plásticas (2) se desmoldan y almacenan en forma vertical sobre una superficie plana. Se le adicionan esencias para mitigar los olores residuales.

Las envaraderas plásticas (2) terminadas se deben almacenar a la sombra, en un terreno plano y ventilado, para evitar el deterioro y la flexión de los mismos por los rayos del sol. Posteriormente, son transportados hacia el lote de cultivo agrícola donde serán instalados.

Enterrar los postes orilleros (3) en guadua en todo el perímetro de la zona de cultivo agrícola. Etapa E.

Para unir todos los postes orilleros (3) enterrados perimetralmente (preferiblemente, guadua calentana de 3 m de longitud), se requiere de alambre calibre 14.

Enterrar las envaraderas plásticas (2) terminadas en el área interna del cultivo agrícola rodeada por el perímetro de postes orilleros (3). Etapa F

Construir un enmallado (5) entre postes orilleros (3) y envaraderas plásticas (2).

Etapas G.

Para esta acción se emplea alambre calibre 16 para enmallado (5) en el caso de las cuerdas (4a) que se trazan en sentido de la pendiente del terreno y para el enmallado (5) ciclo corto, se emplea fibra sintética, para el trazado en sentido de las camas.

En caso de cultivo perenne se emplea alambre calibre 16 y en el caso de la guía de las plantas al sistema de tutorado enmallado se realiza en fibra biodegradable o sintética.

Se considera la incorporación de guaya para los orilleros y de vientos.

Efectos técnicos

La presente invención ha generado efectos técnicos inesperados y sorprendentes como los que a continuación se indican:

-Contribución a la mitigación de los impactos ambientales y del cambio climático, al disminuir la deforestación de los bosques y aumentar la gestión integral del uso y manejo responsable de agroquímicos, incluyendo la correcta disposición final de grandes cantidades de residuos sólidos plásticos, para su reciclaje y valoración, mejorando la rentabilidad de los productores agrícolas.

En el Cuadro 1 se presentan indicadores de deforestación del año 2017 en vista de la sustitución del uso de tutores de árboles nativos por las envaraderas plásticas (2) de la invención.

Cuadro 1. Indicadores de deforestación en el año 2017

Nombre del indicador	Magnitud
----------------------	----------

Árboles nativos jóvenes conservados entre 2017 y 2018 (número de árboles)	60934
Deforestación evitada de árboles jóvenes a 25 años (número de árboles)	761675
Área conservadas de bosque nativo (Ha)	61
Proyección de deforestación evitada de bosque a 25 años con la implementación de la invención (Ha)	762

-Las envaraderas plásticas (2) de la invención presentan una vida útil de 20 a 25 años en campo abierto, lo cual es notable en comparación con la reducida vida útil de 1 año de los tutores elaborados con madera de árboles nativos, lo cual obligaba a una reposición constante de las envaraderas y por consiguiente, a la tala permanente de árboles.

-Con la presente invención también se ha logrado reciclar los envases de pesticidas que se utilizan en el sector agrícola de la zona oriente Antioqueño y en otros departamentos de Colombia.

De otra parte, el Cuadro 2 presenta resultados medidos a partir de indicadores ambientales y de gestión de la implementación de la invención, con los cuales se observa el indudable impacto positivo.

Cuadro 2. Indicadores ambientales y de gestión de la implementación de la invención 2017-2018

Tema	Indicador	Unidad	Cantidad
Transformación y valoración de residuos sólidos plásticos, generados en la agricultura (Envases de agroquímicos)	Total de envases transformados en postes plásticos de uso agrícola	Kg	210.214
	Total de envases transformados (Peso promedio envase: 100 g)	Número de envases	2.102.140
Entrega de piezas	Total de postes plásticos entregados	Número de envaraderas plásticas	51.242
Deforestación evitada de los bosques naturales en estado de sucesión, a través los sistemas de tutorados alternativos en dos años que lleva el proyecto	Total de árboles nativos jóvenes conservados hasta el año 2018	Número de árboles nativos (1-3 años de edad)	122.674
	Deforestación evitada de árboles jóvenes a 15 años	Número de árboles nativos (1-3 años de edad)	768.630
	Área conservada de bosque nativo hasta el año 2018	Ha	123
	Proyección de deforestación evitada de área de bosque a 20 años	Ha	769
Productores y área en proceso de reconversión tecnológica, hacia las Buenas Prácticas Agrícolas y tecnologías apropiadas como el sistema de tutorado alternativo	Total de productores agrícolas en procesos de reconversión tecnológica con el tutorado alternativo	Número de productores	210
	Área total implementada con el sistema de tutorado alternativo, utilizando envaradera plástica	Ha	35
	Total de capacitaciones realizadas en el proceso de implementación de la experiencia	Número de talleres/capacitaciones	53

-La implementación de esta invención también permite una reducción considerable de costos por adquisición de las envaraderas y un aumento en la rentabilidad.

Es importante resaltar este beneficio económico que trae para el agricultor debido a que ya no debe reemplazar las envaraderas cada dos (2) ciclos de cosecha de cultivos transitorios, tiempo de duración que normalmente posee la envaradera de madera convencional.

Por ejemplo, considerando la comparación entre los costos de producción y rentabilidad del cultivo de una hectárea de fríjol mejorando la infraestructura agrícola en el tutorado mediante el reemplazo de la envaradera de madera natural por la envaradera plástica objeto de la invención, se encontró que el agricultor aumenta en 30% su rentabilidad en comparación con el tutorado tradicional. El Cuadro 3 permite observar este mejoramiento de la productividad en términos económicos.

Cuadro 3. Productividad comparada entre tutorado convencional y el de la invención

Rendimiento esperado 2,5 Ton/Ha	Mecanismo de tutorado en madera	Mecanismo de tutorado de la invención
Previo de venta (COP/kg)	6.800	6.800
Ganancia de venta(COP/kg)	806	2.037
Utilidad (COP)	2.015.000	5.091.500
Costo de producción (COP/1000 Kg)	5.994.000	4.763.400
Costo de producción (COP/kg)	5.994	4.763
Rentabilidad (%)	13	43
Participación mano de obra (%)	37	48

Participación de materiales (%)	40	24
Participación insumos (%)	13	17
Participación otros (%)	10	11

-Dadas las propiedades físicas y mecánicas de las envaraderas que forman parte del tutorado, estas presentan un desempeño adecuado pues soportan el peso de carga total del ciclo de cultivo con un mínimo grado de flexión.

Pruebas experimentales

Prueba piloto 1. Tutorado en cultivos de habichuela y frijol

La Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare (CORNARE) en convenio con la Asociación Santuariana de Productores de Hortaliza (ASPHORTA), la administración municipal de El Santuario y la Corporación Tierra de Color, llevaron a cabo una prueba piloto para cultivo de frijol y habichuela con implementación del sistema de tutorado de la invención.

La comunidad de agricultores de la zona fue la que realizó las observaciones del comportamiento de la invención y se realizó una validación de esta tecnología.

La prueba piloto se realizó sobre 1 Ha disponible para cultivo de frijol en la cual normalmente se requería un promedio de 3500 envaraderas de bosque natural. En lugar de estas, se dispusieron 2759 envaraderas plásticas de la invención distribuidas en seis predios de la zona.

Esta prueba evita la deforestación de 2700 árboles de bosque nativo de 1 a 3 años de edad.

Para la fabricación de las envaraderas plásticas (2) de la invención se recogieron 10000 kg (10 toneladas) de envases de agroquímicos durante cuatro meses con una programación de recolección de una sola vez por semana.

Para el caso del cultivo de fríjol y habichuela, se emplearon envaraderas plásticas (2) de sección transversal circular, con diámetro de 5 +/- 2 cm y 2,5 m +/- 5 cm de altura. Se establecieron en los cultivos a una distancia de 3 m entre cada envaradera, cabiendo entre 7 y 8 plantas entre tales tutores.

Se conformó un perímetro en guadua para el cultivo, de modo que la envaradera plástica en el centro se conserva sin flexión.

La implementación de la invención produjo la reducción del número de envaraderas plásticas requeridas por hectárea de cultivo en comparación con lo convencional. Además, las envaraderas plásticas aguantaron el peso oportuno de carga del total del ciclo de cultivo.

Prueba piloto 2. Tutorado en cultivos de uchuva y mora

La Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare (CORNARE) en convenio con la Asociación de Fruticultores de la vereda San Miguel Abajo y la administración municipal de la Unión, llevaron a cabo una prueba piloto para cultivo de mora y uchuva con implementación del mecanismo de tutorado de la invención.

La comunidad de agricultores de la zona fue la que realizó las observaciones del comportamiento de la invención y se realizó una validación de esta tecnología.

La prueba piloto se realizó sobre 26 predios de la zona, disponibles para cultivo de moras y uchucas. Se dispusieron 4452 envaraderas plásticas (2) de la invención.

Esta práctica evita la deforestación de más de 4400 árboles de bosque nativo.

Para el caso del cultivo de moras y uchucas, se emplearon envaraderas plásticas de sección transversal circular, con diámetro de 5 cm y 2,5 m de altura. Se establecieron en los cultivos a una distancia de 3 m entre cada envaradera, cabiendo entre 7 y 8 plantas entre tales tutores.

La envaradera plástica debe colocarse en una posición recta, derecha, bien clavada al piso. El hilo debe ir recto para que la envaradera no se flexione. Se conformó un perímetro en guadua para el cultivo, de modo que la envaradera plástica en el centro se conserva sin flexión.

Se transformaron 37000 kg (37 toneladas) de material plástico equivalentes a 353048 envases de agroquímicos para la fabricación de las envaraderas.

Los agricultores resaltan que el peso de la envaradera plástica (12 kg) es mucho menor en comparación con el de las envaraderas de madera tradicionales (30 a 40 kg). Notaron que no se pudre la raíz de la envaradera pues cuando es de madera, esta se parte al año de uso en el cultivo mientras que con la envaradera plástica es posible una duración mayor.

En el caso del tutorado de frutas pequeñas, se encontró que la implementación de la invención produjo una mejor sanidad en el cultivo al evitar la transmisión de problemas fitosanitarios por traslado de postes de un lote a otro y la conservación de los nacimientos de agua al evitar la extracción de madera natural.

Los agricultores señalan que con la envaradera de madera convencional se esparcen bacterias y hongos por el traslado de estas a lo largo y ancho de la zona de cultivo cuando resulta necesario cambiarlas de ubicación. No obstante, con la envaradera de plástico simplemente se hace un lavado previo y así se encuentra

disponible para uso en otros lugares donde sea requerido sin transmitir bacterias y hongos.

Prueba piloto 3. Tutorado en cultivos de hortensia

La Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare (CORNARE) en convenio con la Corporación Campo Limpio y la Asociación de Floricultores del corregimiento de San José (Municipio de la Ceja, Antioquia) ASOFLOCS, llevaron a cabo una prueba piloto para cultivo de hortensia (*Hydrangea macrophylla*) con implementación del mecanismo de tutorado de la invención.

La comunidad de agricultores de la zona fue la que realizó las observaciones del comportamiento de la invención y se realizó una validación de esta tecnología.

La prueba piloto se realizó sobre 2 Ha disponibles para cultivo de hortensia con 18 fincas productoras asociadas. La prueba fue comparativa con respecto a un lote testigo sin tuturar. Para el caso del cultivo de hortensia, se emplearon 3686 postes y 2038 travesaños.

Las envaraderas plásticas de sección transversal cuadrada, con lado de base de 53 mm x 55 mm x 1,6 m de altura, peso por unidad de 3,9 kg fueron un total de 2386. Las envaraderas plásticas de sección transversal cuadrada, con lado de base de 41 mm x 41 mm x 1,6 m de altura, peso por unidad de 1,8 kg fueron un total de 1300. Las envaraderas plásticas de sección transversal circular, con diámetro de 41 mm x 1,3 m de altura, peso por unidad de 1,6 kg fueron un total de 2038.

Adicional a ello se realizó un enmallado guía para las plantas mediante malla de polipropileno.

Los productores notaron que con la implementación de la invención se reduce la pérdida de flores pues los tallos se mantienen rectos durante su crecimiento, se reducen gastos, hay más facilidad de trabajo para el operario y la fumigación es más fácil de realizar.

En el caso del cultivo en el lote sin tutorado, se encontró que las plantas produjeron 8 tallos por planta mientras que en el caso del cultivo en el lote con el tutorado de la invención, las plantas produjeron 18 tallos por planta. Los tallos obtenidos en el cultivo desarrollado con el tutorado de la invención fueron muy rectos y con calidad exportación.

La implementación de la invención provocó el aumento de la producción del número de flores por planta y la disminución del consumo del agua y de los productos agroquímicos en vista de la facilidad de manejo del cultivo.

Prueba 3A. Toma de datos en los cultivos de Hortensia de los productores de ASOFLOCS, para la investigación descriptiva y estadística del tutorado en malla

Se realizaron visitas a siete lotes tutorados con envaradera plástica, del cultivo de Hortensia. En los 7 predios, se delimitaron 2 lotes: uno programado con tutorado plástico y otro manejado de manera continua sin tutorado. Se levantó la información evidenciada en campo, con respecto al comportamiento de las piezas, los tiempos en labores de aplicación y la productividad reflejada en tallos por planta. Al mismo tiempo, se entrevistó al líder de la familia, extrayendo una línea base en cada predio beneficiado del proyecto de envaradera. Durante las visitas, se observó un comportamiento positivo de los postes, al no presentar deformaciones de los mismo ni daños en el sistema de tutorado.

El objetivo de esta investigación fue evaluar las diferencias estadísticamente significativas entre un sistema de producción de hortensia programado con tutorado en madera plástica y un sistema de producción continua sin tutorar, por medio de

un análisis ANOVA utilizando el *software Statgraphics Centurion XVI*, tomando como unidad experimental de 500 a 1000 m² para el testigo absoluto y 500 a 1000 m² para el tratamiento.

Se inició con la delimitación y marcación de los lotes, de los cuales se extrajo la información vivencial de cada predio, utilizando los materiales que están disponibles en las fincas. Se marcaron los lotes de la siguiente manera:

To = Testigo absoluto = Sin tutorado.

Con 4 repeticiones:

ToR1, ToR2, ToR3, ToR4

T1 = Tratamiento 1 = Con tutorado hecho con envaradera plástica

Con 4 repeticiones:

T1R1, T1R2, T1R3, T1R4

Se ha observado en promedio en 1 (una) hectárea, 17000 plantas. El cultivo manejado de manera continua y sin tutorado, produce de 1 a 1,2 tallos/mes por planta.

Con esta investigación se buscó validar la siguiente información:

-Caracterizar las diferencias en productividad (Tallos/Planta) aptos para exportar, para los dos sistemas de producción.

-Identificar la efectividad de las labores para la sanidad del cultivo, por medio de la calibración de los equipos de fumigación, lo que implica una medición de los tiempos y cobertura de la aplicación, en los dos sistemas productivos.

-Comparar los jornales gastados para la realización de las labores culturales en los dos sistemas productivos.

-Observar de forma vivencial, las características de sistema de tutorado hecho con postes plásticos, para el cultivo de Hortensia.

Prueba 3B. Extracción de los datos estadísticos y documentación de la experiencia piloto de tutorado plástico, para el cultivo programado de hortensia.

Se realizaron unas visitas a los lotes experimentales de la prueba piloto en hortensia, para documentar y validar los resultados del proceso. Se observó un aumento de la productividad en los lotes programado con malla o cuerdas. En las 7 fincas visitadas se encontraron resultados similares en cuanto a la cantidad de tallos producidos por planta, aumentando de manera significativa, la productividad del lote programado con tutorado.

A continuación, se mostrará un ejemplo de la productividad de tallos por planta, de un lote programado tutorado (A) y otro sin tutorado (B):

Cuadro 4. Productividad de tallos productor por planta en lote con tutorado y en otro sin tutorado en la Finca Flores El Desvelo.

Tratamientos	Productividad (Tallos producidos/planta)
A	16,75
A	17,75
A	16,5

A	17,75
B	6,5
B	6,75
B	7,25
B	7,5

A= Lote tutorado

B= Lote sin tutorar

Se evidenciaron muchas diferencias físicas entre los tallos comparados, mostrando mejores condiciones para la comercialización con los tallos sacados de los lotes de hortensia programados con tutorado en malla. En el Cuadro 5, se describe un comparativo entre las características generales del tallo de la flor de Hortensia con tutorado y sin tutorado.

Cuadro 5. Comparativo entre las características generales de las Hortensias

PROGRAMADO CON TUTORADO	CONTINUO SIN TUTORADO
Los tallos de la flor de hortensia, son de una coloración más verde, menos lignificado, mejorando el aspecto físico de la flor. Son más apetecidos por el mercado internacional.	Los tallos son de un color marrón, leñosos, más lignificados. Menos apreciado a nivel comercial.
Los tallos de descarte, se descomponen más rápido. Son tallos menos leñosos y más tiernos.	Si no se utiliza la pica soca para ripiar el tallo, pueden demorarse más de 2 años en biodegradarse.
Los tallos crecen con rectitud, especialmente, 60 centímetros de tallo cerca de la cabeza de la flor.	Los tallos se curvan, dejando este tallo para el descarte. El mercado internacional recomienda 40-60 cm de tallo recto.
Lotes de corte más homogéneos, con un número de tallos aptos para comercializar en una menor área sembrada.	Se encuentran flores de hortensia en diferentes estados de crecimiento. Mayor mano de obra en labores de cosecha,

	menor número de tallos producidos por área.
Las hojas del tallo son de mejor apariencia, expresando una coloración verde. Generalmente, al maquillar la flor se dejan unas 4-6 hojas por tallo.	Las hojas del tallo son cloróticas, con decoloraciones y presentan síntomas fitosanitarios.

Se realizaron dos ejercicios prácticos de calibración de equipos de fumigación, por medio de los cuales se llegó a conclusiones muy importantes para el manejo de la sanidad del cultivo. A continuación se detallan los datos del ejercicio.

Cuadro 6. Datos en la Finca Santa Martha

	Características de la máquina	Paso del operario	Descarga de la máquina	Gasto de agua en 1ha
LOTE TUTORADO Sistema de tutorado dos hilos sencillos unidos	Bomba estacionaria a presión 25 psi. Lanza de 2 salidas y boquilla D 5 con una sola salida en abanico	En 1,40 min recorre 50 m ²	En 1 min descarga 2,5 litros	700 litros/ha
LOTE SIN TUTORAR	Bomba estacionaria a presión 25 psi. Lanza de 2 salidas y boquilla D 5 con una sola salida en abanico	En 1,50 min recorre 40 m ²	En 1 min descarga 2,5 litros	937 litros/ha

En el ejercicio de calibración realizado en ésta finca, se logra ver claramente que se está gastando mayor cantidad de agua y producto por hectárea en el lote sin tutorar, debido a que es más difícil para el operario movilizarse entre las calles porque encuentra tallos caídos o atravesados que le dificultan el recorrido. Se evidenció que la cobertura de la aplicación fue similar en ambos sistemas o tratamientos.

Cuadro 7. Datos en la Finca Arrayancitos

	Características de la máquina	Paso del operario	Descarga de la máquina (l/min)	Gasto de agua en 1 ha
LOTE TUTORADO Sistema de tutorado en hilo doble	Bomba estacionaria a presión 25 psi. Lanza de 2 salidas y boquilla PL-D con una sola salida en abanico	En 1,10 min recorre 69 m ²	En 1 min descarga 4 litros	640 litros/ha
LOTE SIN TUTORAR	Bomba estacionaria a presión 25 psi. Lanza de 2 salidas y boquilla PL-D con una sola salida en abanico	En 1,50 min recorre 90 m ²	En 1 min descarga 4 litros	666 litros/ha

En el ejercicio de calibración en la finca Arrayancitos se encontró que se gastó mayor cantidad de agua en el lote sin tutorar, debido a la dificultad del operario para trasladarse entre el lote por los tallos que se encontraban interfiriendo el paso, caídos en las calles.

Respecto a las labores culturales como podas, desmalece, subida de mallas etc., no se encuentran diferencias en los lotes tutorados y en los lotes sin tutorar.

Durante el ciclo productivo del cultivo de hortensia programado en un lote de 200 m² se utilizan 2 jornales para desmalece y 2 jornales para podas o raleos aproximadamente, la única diferencia es la subida de malla para el sistema de tutorado que gastaría de 1 a 2 jornales de más por el ciclo productivo, pero esto se ve compensado por el precio de los tallos de hortensia que se logran sacar de más mediante éste sistema de tutorado con envaradera plástica.

Prueba 4. Recolección y transporte de envases y empaques en el corregimiento de San José, por parte de la corporación Campo Limpio.

La corporación Campo limpio, comprometida con el manejo integral de los residuos sólidos generados en la agricultura, se vincula en la ejecución del proyecto con actividades de recolección y transporte de envases de plaguicidas en la zona donde fluctúa la asociación, como es el caso del corregimiento de San José, municipio de La Ceja. Esta actividad realizó de manera programada durante cada mes. A continuación se detallan las cantidades recolectadas por Campo Limpio.

Cuadro 8. Cantidad de envases de agroquímicos recolectados en el corregimiento de San José

Mes	Cantidad (kg)
Enero	277
Febrero	400
Marzo	328
Abril	305
Mayo	350
Junio	451
Julio	130
Agosto	308
Septiembre	250
Octubre	400
Total	3199

La Corporación Campo Limpio, realizó la compra de tres (3) bombas de fumigación de agroquímicos, para el cumplimiento del 100% de las actividades aportadas por la corporación.

La Bomba Aspersora de Espalda: Marca Royal Cóndor referencia integra de 20 litros, características principales: Boquilla ajustable de cono hueco, porta boquilla

universal, lanza rígida fibra de vidrio, manguera en caucho reforzado probado a 300 psi, correas acolchadas y ajustables para mayor comodidad; tapa con selle hermético y diafragma de ventilación, boca amplia para un llenado fácil y seguro, chasis anatómico tubular inoxidable con agarraderas, bomba tipo pistón en plástico de alta ingeniería con sistema de válvulas dividido, con aerosello flotante y sistema de émbolo autolubricado, llave de paso con filtro en malla de acero inoxidable, tanque fabricado en polietileno de alta densidad con mirilla indicadora de nivel, resistente al impacto y protegido contra luz ultra violeta, salida de campo para la elaboración de un material de video, con los resultados demostrados por la comunidad, de la prueba piloto de tutorado para el cultivo de hortensia.

Resultados

El sistema de tutorado con envaradera plástica en el cultivo de hortensia, logra aumentar hasta en un 45% la productividad de las plantas y así mismo los ingresos y las ganancias por ciclo productivo para el agricultor. Esto aumenta la productividad de tallos en un área determinada, disminuyendo los costos de producción y optimizando el consumo de insumos químicos.

Mediante el uso del tutorado plástico se disminuye el uso del agua para la fumigación del cultivo, sin afectar la productividad y calidad de las flores para exportación.

El comportamiento de los postes plásticos en el cultivo de hortensia, presentó unos resultados positivos al no deteriorarse con el manejo y las condiciones climáticas. En algunos cultivos, los postes de los extremos de las camas, al final del ciclo de corte de la flor, presentaron un grado de flexión mínimo. Una vez iniciada la programación de ese lote, los postes recuperan su postura recta sin ningún tipo de inconveniente.

La cantidad de postes requeridos para una hectárea varía según las distancias de siembra, la pendiente del lote, el tipo de siembra (hilo sencillo – hilo doble) y el manejo del agricultor. En promedio, los postes son implementados a una distancia de 8 metros entre postes.

El poste con mejor comportamiento en el lote en cuanto a resistencia y durabilidad, es el poste con sección transversal cuadrada de 5,3 cm x 5,3 cm de diámetro, por una altura de 1,6 metros de largo. Este poste es ideal para los extremos de la cama.

El poste de sección transversal cuadrada de 4,1 cm x 4,1 cm de diámetro, es el recomendado para colocar en los centros de la cama. Esto es debido a que los postes a mayor trabajo realizan son los postes de los extremos.

Los productores de hortensia del corregimiento de San José, recomendaron continuar implementando sistemas de tutorado con envaradera plástica, con la comunidad productora de esta región. Actualmente, solo en el corregimiento hay alrededor de 420 hectáreas, convirtiendo en economía familiar.

Casi un 90 % de estos productores no trabajan sus cultivos de manera programada, utilizando postes plásticos. Pero a medida que los campesinos conocen la experiencia y el aumento de la productividad de un cultivo programado, son más los interesados en querer trabajar de esta manera.

Duración de más de 15 años en lote tutorado.

Debido a que la envaradera alternativa es fabricada con materia prima proveniente de los envases plásticos de plaguicidas, se genera un ligero olor a producto químico que desaparece gradualmente con el tiempo. Por tal motivo, es importante utilizar guantes y tapabocas al momento de manipular la envaradera plástica. Los inventores garantizan que la pieza no posee residualidad nociva de productos plaguicidas y esta afirmación es sustentada con exámenes de trazabilidad

realizados por laboratorios certificados como se puede observar en las pruebas 4 y 5.

Existen pruebas de calidad a las cuales se someten las envaraderas plásticas tales como prueba de organoclorados y fosforados para evidenciar la presencia o ausencia de trazas. De otra parte, pruebas de resistencia se realizan en campo en huertas piloto.

A continuación, se describen las pruebas realizadas para detección de organoclorados y organofosforados.

Prueba 5. Análisis de residuos de plaguicidas organoclorados

La prueba fue realizada en el Laboratorio de Estudios Ambientales de la Universidad de Antioquia y los resultados fueron entregados en el informe INF-14-200.

La muestra sometida a análisis consistió en un residuo sólido de material reciclado extraído de un tutor ecológico terminado.

Los métodos analíticos para esta prueba fueron: Método interno. IE-3414-054 *“Método normalizado y validado para análisis multiresiduos de plaguicidas (Clorpirifos, Clorotalonil, Organoclorados y Organofosforados) en muestras sólidas”*

El análisis cromatográfico se realizó por medio de cromatografía de gases con detector ECD para análisis de organoclorados.

El Cuadro 9 presenta los resultados obtenidos de las pruebas.

Cuadro 9. Resultados de prueba de Organoclorados

Plaguicida	Valor obtenido (µg/g) n=2	*LDM mg/L	Plaguicida	Valor obtenido (µg/g) n=2	*LDM mg/L
α-BCH	< LDM	0,0005	4-4' DDE	< LDM	0,0006
β-BCH Y γ-BCH (Lindano)	< LDM	0,0005	Endrín	< LDM	0,0005
δ-BCH	< LDM	0,0004	B-Endosulfan	< LDM	0,0005
Heptacloro	< LDM	0,0004	4-4' DDD	< LDM	0,0005
Aldrín	< LDM	0,0005	Endrín Aldehído	< LDM	0,0005
Heptacloro Epoxi	< LDM	0,0006	Endosulfan Sulfato	< LDM	0,0005
α-Endosulfan	< LDM	0,0005	4-4' DDT	< LDM	0,0004
Dieldrín	< LDM	0,0005	Metoxicloro	< LDM	0,0004

Prueba 6. Análisis de residuos de plaguicidas organofosforados

La prueba también fue realizada en el Laboratorio de Estudios Ambientales de la Universidad de Antioquia y los resultados fueron entregados en el informe INF-14-200.

La muestra sometida a análisis consistió en un residuo sólido de material reciclado extraído de un tutor ecológico terminado.

Los métodos analíticos para esta prueba fueron: Método interno. IE-3414-054 “Método normalizado y validado para análisis multiresiduos de plaguicidas (Clorpirifos, Clorotalonil, Organoclorados y Organofosforados) en muestras sólidas”

El análisis cromatográfico se realizó por medio de cromatografía de gases con detector NPD para análisis de organofosforados.

El Cuadro 10 presenta los resultados obtenidos de las pruebas.

Cuadro 10. Resultados de prueba de Organofosforados

Plaguicida	Valor obtenido (µg/g) n=2	*LDM (mg/L)
Diazinón	< LDM	0,0003
Malatión	< LDM	0,0020
Etil Paratión	< LDM	0,0006
Metil Paratión	< LDM	0,0003
Ethión	< LDM	0,0002
Clorpirifos	< LDM	0,0005

*LDM: Límite de Detección del Método. LDM en el extracto líquido. Cuando no se detecta la presencia de los compuestos analizados; no se reporte ND (No se Detecta) ni cero, sino < LDM (menor del Límite de Detección del Método).

Aunque la presente invención que ha sido descrita se ha explicado con referencia a unas modalidades preferidas, será apreciable que diversas modificaciones o variaciones son posibles sin alejarse del espíritu o alcance definido en las reivindicaciones.

* * * * *