

“Evaluación del impacto en la producción y análisis de adopción tecnológica de la tecnología de Cámara térmica”

**Tatiana Rivera, Juan M. Pardo, Juan C. Montoya, Ricardo A. Labarta,
Wilmer J. Cuellar**

“Desarrollo de tecnologías innovadoras para el manejo integrado de plagas y enfermedades limitantes de plátano y banano en el Valle del Cauca”

Objetivo 1

Diagnosticar enfermedades y plagas limitantes en la producción de plátano y/o banano y evaluar su impacto en el Valle del Cauca

Objetivo 2

Fomentar la tecnología de cámaras térmicas para la propagación masiva y a bajo costo de semilla de plátano y/o banano con calidad genética y fitosanitaria

Actividad MGA

Evaluación del impacto en la producción
Análisis de adopción tecnológica

Producto en MGA

Impacto determinado

Centro Internacional de Agricultura Tropical
Grupo de Protección de Cultivos, AgBio
Laboratorio de Economía Aplicada, DAPA
Palmira, Colombia
2019

Agradecimientos

Al Fondo nacional de Regalías y al departamento del Valle del Cauca por aportar los recursos necesarios para realizar esta investigación.

Al Centro Internacional de agricultura Tropical (CIAT) por aportar apoyo y conocimientos al desarrollo de la tecnología.

Al Programa de Investigación del CGIAR en Raíces, Tubérculos y Banana (RTB)

A la asociación de productores de plátano de Caicedonia ASOMUSACEAS por su colaboración, apoyo y disponibilidad en el desarrollo de ésta investigación.

Contenido

1. Resumen.....	5
2. Introducción	6
3. Revisión de literatura	9
3.1 Semilla tradicional	9
3.2 Cámara térmica.....	11
3.3 Análisis de impacto económico.....	16
4. Materiales y métodos	17
4.1 Método de presupuestos parciales.....	18
4.2 Método de excedentes económicos	19
5. Resultados.....	22
5.1 Rendimientos	22
5.2 Presupuestos parciales.....	23
5.3 Excedentes Económicos.....	25
6. Conclusiones y Recomendaciones.....	26
7. Bibliografía.....	28
8. Anexos	32
1. Anexo: Cuestionario.....	32
2. Anexo 2. Lista de agricultores entrevistados.....	41
3. Anexo 3. Costos	42
4. Anexo 4. Análisis de sensibilidad.....	46
4.1 Sin presencia de enfermedades	46
4.2 Con presencia de enfermedades	47
4.3 Anexo 5. Inventario de Material de siembra producido	48

Índice de tablas

Tabla 1. Parámetros utilizados en el modelo de análisis.	21
Tabla 2. Rendimiento promedio (ton/ha) estimado en el municipio de Caicedonia	23
Tabla 3. Resultados presupuestos parciales en ausencia de enfermedades.....	24
Tabla 4. Resultados presupuestos parciales con presencia de enfermedades	24
Tabla 5. Resultados del modelo de excedentes económicos.....	26

Índice de Figuras

Figura 1. Cámara térmica produciendo plantas de plátano en la asociación ASOMUSACEAS.A. Vista externa de la cámara térmica. B. Vivero de endurecimiento de colinos provenientes de cámara térmica. C. Semillas provenientes de cámara térmica.	14
Figura 2. Plano de cámara térmica y descripción de partes que la componen.....	15
Figura 3. Promedios de brotes contados por cormo a 200 una muestra de cormos sembrados en cámara térmica en CIAT-Palmira y Asomucaceas-Caicedonia. CIAT 1 y Asomusaceas 1 se refieren al primer conteo realizado luego de 40 días. CIAT 2 y Asomusaceas 2 se refiere al segundo conteo realizado 20 días después del primer conteo.	16
Figura 4. Modelo económico ex-ante.....	20

1. Resumen

Este reporte presenta los resultados de la evaluación *ex ante* del impacto económico asociado a la instalación de una cámara térmica para la multiplicación de cormos de plátano de alta calidad en el municipio de Caicedonia, Valle del Cauca. Utilizando los métodos de análisis de presupuestos parciales y el del modelo de excedentes económicos, los resultados indican que la adopción de los cormos obtenida por multiplicación en cámara térmica en sustitución de los cormos tradicionales para la siembra de plátano, sería rentable para los productores de la región. Estos resultados son consistentes en varios escenarios del análisis de sensibilidad. El análisis económico también indica que la tecnología será rentable para la sociedad, siempre y cuando se alcancen rendimientos superiores a 16,2 ton/ha/año.

Palabras claves: semillas de plátano, cámara térmica, adopción de tecnología, evaluación de impacto (ex-ante).

2. Introducción

El plátano es una fruta tropical perteneciente a la familia Musaceae, y es un alimento básico en países en vía de desarrollo, donde genera aportes energéticos y nutricionales principalmente en los pequeños y medianos agricultores, para los que también representa una importante fuente de ingresos.

De acuerdo a cifras de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2018), a nivel mundial Colombia ha sido el cuarto país en área cosechada y producción de plátano durante el período 2008-2016. En el 2016, Colombia participó con el 10.09% de la producción global, siendo superado por Camerún, Ghana y Uganda quienes participaron con el 12.31%, 11.27% y el 10.58%, respectivamente. Además, al 2013 ocupaba el 10.93% de las exportaciones y el 1.61% de las importaciones mundiales; destacando que en el mercado mundial se comercia solo el 4.61% de la producción, proporción que se ha ido incrementando a lo largo del tiempo. En relación al rendimiento, para 2016 Colombia ocupaba la posición número 27 a nivel mundial con un valor de 8.75 t/ha, muy por debajo de Surinam que ocupó el primer lugar con un rendimiento de 31 t/ha. Con ello, se evidencia el potencial de producción de este mercado, si se implementan mejoras en la productividad.

A nivel nacional, el plátano es un producto alimenticio muy importante ocupando el segundo lugar en la producción agrícola con una participación del 7.6 % y el quinto lugar en el área cosechada durante el periodo 2015-2016 (MINAGRICULTURA, 2017). Además de ser un producto relevante de la canasta alimenticia de los colombianos; con un peso del 33% en el grupo de tubérculos y plátanos del IPC de alimentos (SIPSA, 2014), se estima que este cultivo genera alrededor de 164,246 empleos directos y cerca de 2'594,350 empleos transitorios y permanentes al año; lo que corresponde

aproximadamente al 8% del empleo total del sector agrícola (MINAGRICULTURA, 2014). Para el 2016, Arauca fue el departamento con mayor producción, seguido de Antioquia y Valle del Cauca cada uno con participaciones de 13.86%, 11.69% y 8.27%, respectivamente. Las exportaciones están concentradas en los departamentos de Caldas, Chocó y Antioquia el cuál es el principal exportador con una participación de 49.29% de las exportaciones. Sin embargo, estas representan sólo el 5.8% de la producción total. En lo que respecta al rendimiento Arauca ocupó el primer lugar con 19.35 t/ha. Por otra parte, debe mencionarse que la producción de plátano está compuesta en su mayoría por pequeños productores, es así que el 85% de los mismos tienen un área sembrada entre 1 y 5 hectáreas.

No obstante, la importancia de este mercado, los bajos niveles de rendimiento observados en comparación con los alcanzados por productores en otros países, hacen menos competitivos a los productores nacionales. Lo anterior, sumado a los problemas fitosanitarios y la carencia de material de siembra para propagación disminuyen la productividad y limitan el crecimiento en área de cultivo. La carencia de material de siembra de calidad fitosanitaria a su vez amplifica el ciclo de diseminación de problemas de plagas y enfermedades, debido a que los agricultores obtienen sus semillas de predios afectados (MINAGRICULTURA, 2014).

Dentro de las enfermedades que afectan este cultivo en la región destacan el moko o madurabiche, bacteriosis, el mal de Panamá, sigatoka y elefantiasis. Mientras que la plaga más común son los picudos. Las anteriores, además de disminuir la productividad, disminuyen la calidad e incrementan los costos de producción (Alvarez et al., 2013).

El departamento del Valle del Cauca, ha incrementado su papel en este mercado pasando de ser el octavo productor de plátano en el 2007 con una producción de 152.991 toneladas a ser el tercero en el 2016 produciendo 323,298 toneladas. Con un terreno de 29,879 hectáreas sembradas y un rendimiento promedio de 10.55 t/ha con el que ocupa el séptimo lugar a nivel nacional (MINAGRICULTURA, 2014). Sin embargo, la presencia de plagas y enfermedades se ha mantenido durante este periodo. En el 2012, fue parte

de un grupo de 16 departamentos intervenidos por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) por presencia de moko, siendo además catalogado junto con el Eje Cafetero como la zona con mayor incidencia de picudos (ICA, 2012). Aproximadamente 2.75 hectáreas fueron erradicadas en los municipios de Jamundí, Cali, La Cumbre, Sevilla, Alcalá, Ulloa y Caicedonia (Gomez, 2013).

Considerando esta situación y con el fin de brindar alternativas para enfrentar esta limitante en el 2014 el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en conjunto con la Universidad Nacional (UNAL) y la Universidad del Valle iniciaron el proyecto **“Desarrollo de tecnologías innovadoras para el manejo integrado de plagas y enfermedades limitantes de plátano y banano en el Valle del Cauca”**. Este proyecto buscaba desarrollar una innovación tecnológica que permita producir material de siembra de alta calidad de plátano y banano, de una manera más rápida y a un costo razonable. La tecnología propuesta fue la de cámara térmica automatizada que tenía como objetivo poner a disposición de los agricultores de la región (Caicedonia, Valle del Cauca) material de siembra y cormos de calidad fitosanitaria registrada, que contribuyan a reducir la diseminación de enfermedades, incrementar los rendimientos, disminuir los costos de producción y los efectos ambientales resultado del uso de agroquímicos para el tratamiento de plagas y enfermedades.

La experiencia piloto se ha desarrollado entre septiembre del 2016 y septiembre del 2019 y ha involucrado la participación de la asociación de productores de ASOMUSACEAS. Este estudio busca desarrollar una evaluación económica *ex ante* del impacto asociado a la instalación de esta tecnología que brinde información acerca de la disposición por parte de los agricultores del Valle del Cauca a adoptarla y de la rentabilidad que puede tener esta nueva tecnología de ser implementada.

3. Revisión de literatura

3.1 Semilla tradicional

El plátano en América Latina y el Caribe se cultiva bajo diferentes sistemas de producción, y se podría afirmar que el sistema de asocio con diferentes especies (café, cacao, maíz, frijol, otros) es el predominante. Sin embargo, los mayores beneficios se obtienen bajo el sistema de monocultivo en altas densidades, que demandan mayor número de semillas (ICA, 2012).

El material de siembra del cual se dispone en campo para siembra de plátano y banano se divide en yemas, agujas, colino y cepa. Las yemas son las partes de la planta que más tarde se convertirán en colinos, se encuentran en la base de los entrenudos; las agujas son hijuelos provenientes del cormo madre que por la forma que tiene son denominados espadas y normalmente tienen un tamaño entre 50 y 150 cm de altura; el colino de plátano es la parte que va a llegar hasta floración y luego producción de racimo luego de la planta madre. La cepa es colino de mayor tamaño que normalmente es utilizado para reemplazar las plantaciones de plátano y banano. Existen además los llamados colinos de agua (water suckers) los cuales provienen de brotes laterales y tienen un cormo pequeño, hojas anchas y estructuralmente es muy débil, éste tipo de colino no es recomendable para ser utilizado como material de siembra, ni para reemplazar la planta madre de la cual se originó (ProMusa, 2019).

Tradicionalmente en las fincas que producen musáceas en el eje cafetero se ha utilizado la propagación de semilla convencional en especial colinos y cepas, lo que les ha permitido mantener sus variedades y plantaciones en los mismo predios, esta técnica, parte del manejo tradicional del cultivo en el cual se dejan los retornos (hijuelos o colinos) que brotan de la planta principal y se utilizan como material para el siguiente ciclo de cultivo, esto presenta ventajas como lo son: la facilidad de transportar la semilla en los lotes, labores de siembra más rápidas gracias a que se extrae el material de siembra y va directamente al sitio de siembra, rápido crecimiento y menores costos; también

existen desventajas en esta técnica convencional, la más importante, consiste en la mayor probabilidad de diseminación de plagas y enfermedades, baja tasa de multiplicación, la cual sin establecer ninguna medida de inducción de colinos se encuentra entre 3.5 y 7.8 colinos por planta (Bhende et al., 2015); riesgo de mezclar variedades, y variabilidad en tamaño y peso del colino, lo que genera un crecimiento no uniforme en campo (Njukwe et al., 2013).

El tallo verdadero de la planta de banano o plátano es técnicamente la parte del cormo que está bajo tierra y es conocido también como “rizoma tuberoso”. El cormo no presenta un crecimiento horizontal como la mayoría de los cultivos con rizomas, sin embargo, los colinos se originan del cormo y realizan inicialmente un crecimiento horizontal y posteriormente vertical. El rizoma tiene entrenudos extremadamente cortos cubiertos externamente por cicatrices foliares muy compactas. Internamente se diferencia en cilindro central y la corteza, mientras que el tejido que está en el suelo es un parénquima almidonado, siendo una fuente de nutrientes para el crecimiento de la planta y los colinos (Bhende et al., 2015).

Existen 12 factores que influyen sobre el número de colinos producidos. 1. Ploidía, que puede ser: diploide ($2n$), triploide ($3n$), y tetraploide ($4n$), Blomme et al. (2000) reporta que todos los bananos diploides tienen un comportamiento no regulado de producción de colinos, creciendo todos de manera vigorosa, mientras que los triploides y tetraploides tienen un comportamiento regulado, 2 o 3 colinos crecen de manera vigorosa. 2. Temporada de siembra (Ghose and Hossain, 1992), 3. Distancias de siembra, 4. Profundidad de la siembra, 5. Técnicas de activación de colinos que pueden ser físicas, culturales y hormonales 6. Decapitación a nivel del suelo y eliminación de meristemo central que está demostrado puede producir de 6 a 8 colinos en un periodo de 6 meses, 7. Falsa decapitación consiste en realizar un orificio en la base del pseudotallo para destruir el meristemo central en plantas de seis meses, esta práctica puede generar hasta 15 colinos en solo dos meses en los cultivares ‘Ebanga’, ‘Ngumba’ y ‘Nyale’. 8. Método de Ascenso, fue desarrollado en 1967 para la multiplicación de banano ‘Gros Michel’ al cual se realiza una aplicación anual por planta de 720 g de sulfato de amonio,

con este método se logra una alta tasa de multiplicación (15.5 colinos) en nueve meses.

9. Uso de abonos orgánicos y biofertilizantes, incrementa la disponibilidad de nutrientes para un mejor incremento del número de colinos producidos por cormo. La utilización de micorrizas de la especie *Glomus fasciculatum*, suplementos de nitrógeno, fosforo, y potasio, *Trichoderma harzianum* y compost de estiércol de gallina está demostrado que incrementan la tasa de producción de colinos en campo (Sabarad et al., 2004; Kumar et al., 2013; Chaichuay et al., 2013).

10. Combinación de métodos físicos y culturales. La aplicación de dosis de hasta 240 g de nitrógeno y 2.2 g de boro por planta combinado con decapitación y eliminación del meristemo central demostraron un incremento del número de colinos en 'Pacovan' (Nobrega et al., 2010).

11. Métodos hormonales, el número de colinos está directamente relacionado con los niveles de ácido giberélico (Ortiz & Vuylsteke, 1994).

12. Fragmentación del cormo, escarificación de yemas, corte y extracción de yemas también están reportados como técnicas para la macropropagación de plátano y banano (Bhende et al., 2015).

3.2 Cámara térmica

La tecnología de cámara térmica para la propagación de plátano con el actual modelo desarrollado por CIAT fue referenciada por primera vez en el 2010 (Fontagro, 2010), posteriormente en el 2013 el prototipo es mejorado, al igual que la metodología para realizar la siembra de los cormos (Alvarez et al., 2013). La cámara térmica consta de un techo alveolar traslucido de policarbonato, con vigas y parales metálicos en tubería estructural calibre 16, con terminado en pintucoat color gris sobre zapatas en concreto de 50 cm de profundidad, las dimensiones son 15 m de largo por 4.5 m de ancho, con 4 compuertas superiores controladas automáticamente que se abren cuando la temperatura supera los 60°C y permanecen cerradas a temperatura inferior de 60°C, la estructura está recubierta con plástico tipo invernadero calibre No 7, cuenta con sistema automatizado de riego el cual se programa con el objetivo de mantener siempre el sustrato húmedo y una humedad interna superior del 90%

La cámara térmica es una alternativa para acelerar la producción material de siembra de calidad (libre de plagas y enfermedades). La metodología está basada en 3 procesos. 1) La convección, que es un fenómeno físico en el cual ocurre transferencia de calor por medio de movimiento de fluido (Bahrehmand & Ameri, 2015) en la cámara térmica al ser una estructura cerrada el aire al interior se calienta por efecto de la luz solar, cuando la temperatura se eleva a un valor deseado, las compuertas en la parte superior se abren permitiendo que exista una transferencia de calor, el aire caliente del interior se eleva y sale por las compuertas y el aire de menor temperatura del exterior entra a la cámara térmica manteniendo la temperatura en valores constantes permisibles que eviten la muerte de las plantas al interior.

2) Exponer las plantas (específicamente los puntos de crecimiento o meristemos) a temperaturas relativamente altas (34-42°C), por un tiempo determinado, disminuye significativamente el porcentaje de infección y la concentración de microorganismos fitopatógenos, ya que estas condiciones afectan su capacidad de reproducción, mientras que estimulan la proliferación de brotes y yemas (meristemos) de la planta hospedera. Conocida como termoterapia, esta es una técnica que ha venido empleándose desde el siglo pasado para el tratamiento de enfermedades infecciosas y con la cual ha sido posible controlar fitoplasmas, virus, bacterias, hongos y nematodos (Martínez & Cervantes de Kacán, 2018); por ejemplo, el tratamiento de termoterapia fue utilizado para producir plantas sanas provenientes de plantas afectadas por las enfermedades de escoba de bruja de la papa, y amarillamiento del aster (aster yellows), enfermedades causadas por fitoplasma (Kunkel, 1943). Kassanis (1950) aplicó termoterapia en tubérculos de papa y obtuvo plantas libres de virus. El tratamiento térmico de la caña de azúcar todavía sigue siendo un componente eficaz de la propagación y se ha usado para prevenir numerosas enfermedades, incluyendo la enfermedad del retraso del crecimiento retoño causada por *Leifsonia xyli* subsp. *xyli* y *Clavibacter* subsp. *Xyli*. (Hoy & Flynn, 2001) y *Candidatus* Fitoplasma (Viswanathan, R. 2001). La termoterapia también se encontró que era muy eficaz para la inactivación de virus de la tristeza de los cítricos (Wang et al., 2018), y HLB de los cítricos causado por '*Candidatus* Liberibacter asiaticus' (Doud et al., 2017). El proceso de termoterapia en colinos de banano fue realizado por

primera vez por Colbran (1967), los colinos fueron sometidos a 52°C con agua caliente por 20 minutos, posteriormente se realizó una adaptación para realizar el proceso utilizando una caneca con agua calentada con leña, los colinos se dejaban durante 30 segundos con agua a temperatura de ebullición (Tenkouano et al.,2006).

3) Luego de romper la dominancia apical, las condiciones de alta humedad y temperatura favorecen la proliferación de brotes o yemas laterales incrementándose la producción en un factor de 2-10. Sistemas similares a la cámara térmica llamados cámaras de humidificación son utilizados en Camerún para la multiplicación masiva de semilla de plátano y banano. En experimentos realizados en Camerún colocando cormos en agua caliente se observó que el calor incrementa la tasa de producción de brotes en un 30%, al igual que incrementa el rendimiento (t/ha) en un 10 % en comparación con la producción de las plantas provenientes de cormos no tratados con agua caliente (Tenkouano et al., 2006),

Para este proyecto, los cormos que ingresan a la cámara térmica tienen un peso de aproximadamente 2 kilos, y provienen de huertos madre básicos, registrados ante el ICA mediante la resolución 00021049 de 23 -02 – 2018 ubicados en la carrera 16 N. 16 # 1-15 y en la finca 'La Daniela', vereda Alto Barragan, municipio de Caicedonia Valle; huertos madre tienen un manejo especial, debido a que ahí se producen plantas élite que van a proporcionar los cormos para la cámara térmica. La aplicación de microorganismos benéficos periódicamente, elaborados a base de la mezcla de los hongos (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii*, *Trichoderma sp.*, *Paecilomyces sp.*, y la bacteria *Bacillus thuringiensis*) en dosis de 1 gr por litro de agua, y las fertilizaciones permanentes con base en análisis de suelos, buscan también incrementar la eficiencia en enraizamiento, anclaje para un mejor desarrollo de planta madre y mayor número de colinos por sitio (González et al., 2018).

Algunas de las ventajas de esta tecnología (prototipo CIAT) Figura 1 y 2 incluyen el mantenimiento del estado fitosanitario del material de siembra, uniforme en tamaño plántula con 2-3 pares de hojas y peso, lo que facilita la certificación del mismo, reduce

los costos de transporte. También se puede obtener reducción en el tiempo de cosecha en el primer ciclo del cultivo hasta 2 meses, según el piso térmico. El uso de la cámara térmica también permite una disminución de los volúmenes requeridos de material de siembra y una aceleración en su multiplicación ya que de un cormo se pueden obtener en promedio 4.5 a 5.5 brotes en 60 días (Figura 3), mientras que en sistema tradicional se empiezan a colectar brotes después de la floración i.e. aproximadamente 8 meses después de la siembra.



Figura 1. Cámara térmica produciendo plantas de plátano en la asociación ASOMUSACEAS. A) Vista externa de la cámara térmica. B) Vivero de endurecimiento de colinos provenientes de cámara térmica. C) Semillas provenientes de cámara térmica.

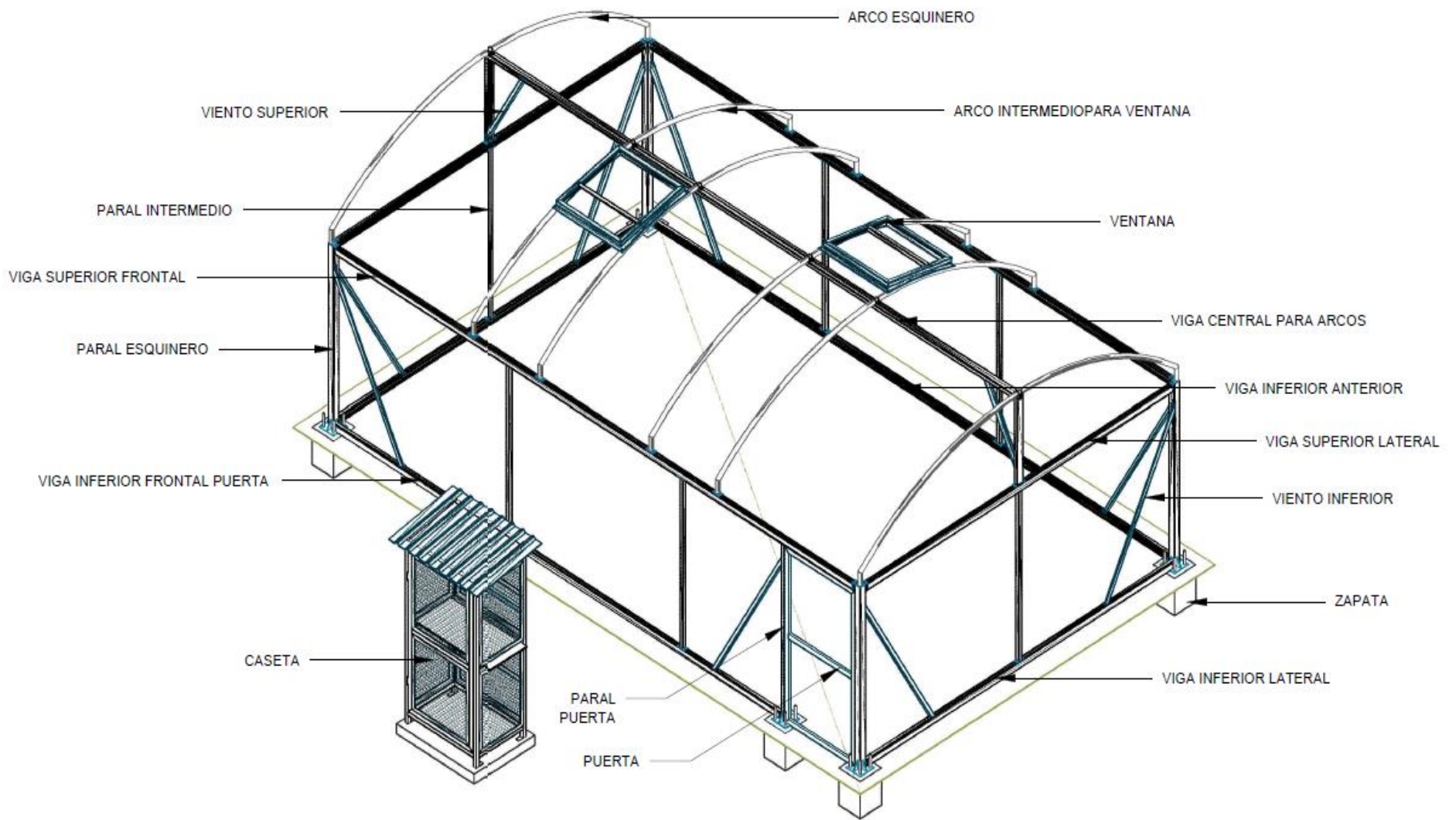


Figura 2. Plano de cámara térmica y descripción de partes que la componen

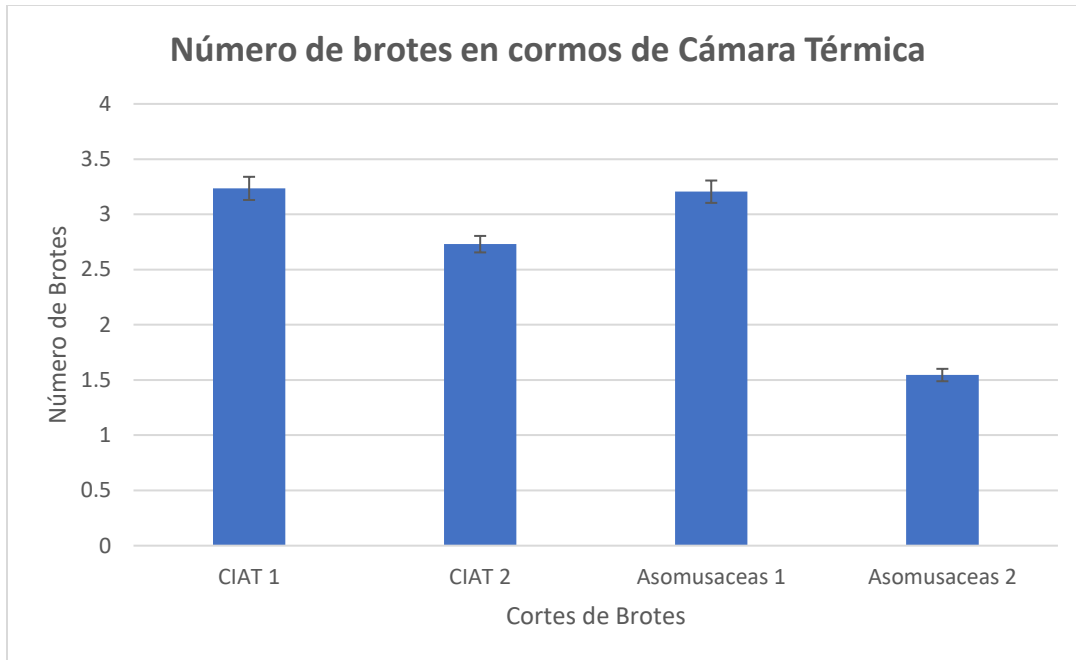


Figura 3. Promedios de brotes contados por cormo sembrado en cámara térmica en CIAT-Palmira y Asomusáceas-Caicedonia, se hicieron 200 mediciones en cada cámara, en total. CIAT 1 y Asomusáceas 1 se refieren al primer conteo realizado luego de 40 días en cámara térmica. CIAT 2 y Asomusáceas 2 se refiere al segundo conteo realizado 20 días después del primer conteo.

La diferencia en los tiempos de evaluación para el conteo de los brotes, se debe a que el segundo brote ocurre en un menor tiempo y los brotes alcanzan más rápidamente el tamaño necesario para ser cortados (30 cm de altura). La cámara térmica de la Figura 1 (Asomusáceas) tiene una capacidad de 2000 cormos, que cada 60 días producen en promedio 9000 brotes.

3.3 Análisis de impacto económico

La evaluación *ex-ante* de impacto económico, se refiere a la estimación en base a resultados proyectados, simulando el comportamiento en términos de rentabilidad de diferentes escenarios. Este tipo de evaluación es utilizado para estimar los beneficios potenciales que una nueva tecnología (variedades mejoradas, nuevas prácticas agronómicas, entre otras) puede generar, siendo un insumo para la toma de decisiones, en lo que respecta a la introducción y adopción de la tecnología (Ashok et al., 2017).

El método de presupuestos parciales y el método de excedentes económicos son aplicaciones de este tipo de evaluación. El primero permite analizar los beneficios potenciales a nivel del productor y el segundo a nivel social, considerando los cambios producidos en el mercado con la introducción de la nueva tecnología (ver metodología). En yuca se han realizado análisis *ex-ante* para estimar impacto de la introducción de yuca resistente a herbicidas en el departamento del Cauca. Se estimó el margen neto de ganancia para el primer año de adopción de la tecnología, empleándose un enfoque de presupuestos parciales. Para calcular los beneficios sociales y distribución de éstos entre los productores y consumidores se utilizó un modelo de excedentes económicos (Lopera, 2011). De igual forma Rudi et al., (2010) utilizó el análisis *ex-ante* para estimar el beneficio de mejoramiento de yuca asistido por marcadores moleculares en comparación con el mejoramiento tradicional en Nigeria, Uganda y Ghana. Ashok et al., (2017) utiliza el modelo *ex-ante* y las metodologías de presupuestos parciales y excedentes económicos para estimar la adopción de variedades resistentes a la enfermedad del mosaico de la yuca en África.

4. Materiales y métodos

Con el fin de estimar los potenciales impactos que la adopción de material de siembra obtenido por multiplicación de cámara térmica puede tener sobre el bienestar de los productores de plátano en el departamento del Valle del Cauca, se aplicaron dos metodologías de evaluación *ex-ante*: presupuestos parciales y excedentes económicos.

Cómo fuente de información se entrevistaron 34 agricultores de la asociación ASOMUSACEAS en el municipio de Caicedonia en marzo de 2018; se recolectó datos sobre sus principales prácticas agrícolas y su disposición a adoptar la nueva tecnología (ver anexo 1). Durante el periodo marzo-agosto de 2019 se recolectó información de cuatro fincas adicionales que habían adoptado la nueva tecnología, distinguiendo la producción de semilla tradicional de la de semilla de cámara térmica, la calidad del producto (primera o segunda) y evaluando la presencia de enfermedades. Por último, se recolectó información adicional de costos y cambios esperados en productividad, que fue suministrada por ASOMUSACEAS y Silverio González (FEDEPLATANO), productor de La Tebaida, Quindío, quien desde 2010 ha adoptado esta tecnología.

4.1 Método de presupuestos parciales

Este método pretende facilitar la elección entre alternativas productivas que presenten diferencias en los niveles de costos y productividad asociados a las mismas, por medio de la comparación del cambio en el ingreso neto estimado de una alternativa en relación a la otra. Se resalta el hecho de que solo serán incluidos aquellos costos que difieren entre las prácticas evaluadas, razón por la cual se le denomina análisis de presupuesto parcial (CIMMYT, 1988).

Bajo el supuesto de que el objetivo principal del productor es maximizar su ingreso neto y que la elección entre una u otra opción se verá influenciada por el cambio en dicho ingreso; el análisis inicia con la determinación de los costos variables e ingresos totales de cada alternativa. Seguido por la estimación del cambio en el ingreso neto a partir de las variaciones entre estos dos rubros. En casos donde la tecnología alternativa sea más costosa que la tradicional es necesario calcular además la tasa de retorno, que es una medida del incremento en el ingreso obtenido de cada unidad adicional de costos (Horton, 1982).

$$IN = IT - (CF + CV) \quad (1)$$

$$\Delta IN = \Delta IT - (\Delta CF + \Delta CV) \quad (2)$$

$$\Delta IN = \Delta IT - \Delta CV \quad (3)$$

$$TR = \frac{\Delta IN}{\Delta CV} \quad (4)$$

IN corresponde al ingreso neto, *IT* corresponde a los ingresos variables, *CF* y *CV* corresponden a los costos fijos y variables respectivamente, *TR* corresponde a tasa de retorno y Δ equivale a cambio en.

Este análisis incluye dos escenarios. En el primero, se consideran cambios tanto en costos (reducción) como en rendimientos (incremento) resultado de la adopción de la tecnología. En el segundo, se incluyen además incrementos del precio de venta, resultado de la mayor calidad esperada del producto. En cada caso, el análisis se extiende a 7 años considerando el carácter permanente del cultivo, para lo cual se estima el cambio en el ingreso neto año a año y se obtiene el valor presente. Además, se consideran 2 alternativas (presencia y ausencia de enfermedades) y 3 alternativas de

restablecimiento del cultivo (renovación anual, renovación trienal y sin renovación). Lo anterior, teniendo en cuenta el tiempo de restablecimiento del cultivo presentado por los agricultores encuestados (tradicional) y el recomendado; y considerando que la presencia de enfermedades puede generar rendimientos menores en el método tradicional.

Los costos de producción fueron proporcionados por ASOMUSACEAS y se verificaron con la información obtenida en las encuestas de productores, distinguiendo entre costos de establecimiento para el primer año y costos de mantenimiento (ver anexo 2). Por otra parte, el rendimiento del cultivo usando material de siembra tradicional fue calculado como el promedio de los rendimientos observados por los agricultores encuestados en 2018 y las cosechas realizadas en 2019. Mientras el rendimiento del cultivo usando material de siembra proveniente de cámara térmica se basa en los cambios obtenidos por los productores de plátano que fueron visitados en 2019, de aquellos que adoptaron esta tecnología en el municipio de la Tebaida, Quindío e información de expertos. En ambos casos, distinguiendo entre producción de primera y producción de segunda calidad. Para el escenario con presencia de enfermedades, se utilizó el supuesto de que cada planta infectada (por Moko) se pierde en su totalidad y que la enfermedad se disemina año a año, usando como referencia la curva de incidencia estimada por Tapiero, Morales y Rodríguez (2007). Adicionalmente se realiza un análisis de sensibilidad para predecir cambios en los impactos potenciales en escenarios más o menos favorables.

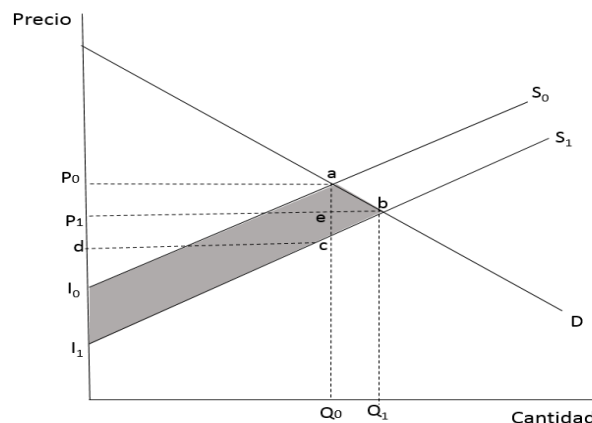
4.2 Método de excedentes económicos

Esta herramienta facilita la evaluación de tecnologías, mediante la estimación de los beneficios sociales generados producto de su adopción, de la distribución de dichos beneficios entre productores y consumidores, y de indicadores de rentabilidad social como la razón costo beneficio. El modelo plantea que, al introducir una nueva tecnología en un mercado, se genera un desplazamiento de la curva de oferta debido a la variación

en el rendimiento. Por tanto, se alcanzan mayores niveles de producción, una disminución del precio y se determina un nuevo punto de equilibrio.

La Figura 4, refleja una adaptación de este modelo, planteado por Alston et al. (1995) donde D representa la demanda del bien mientras que S_0 representa la oferta del bien previo a la tecnología y S_1 posterior a su introducción. P_0 y P_1 representan los precios de equilibrio mientras que Q_0 y Q_1 representan las cantidades de equilibrio antes y después de la innovación, respectivamente.

El cambio en el excedente del consumidor corresponde al área P_0abP_1 y el cambio en el excedente del productor corresponde a la diferencia entre las áreas P_1bl_1 y P_0al_0 . El beneficio total, por su parte está asociado al área sombreada bajo la curva de demanda y entre las dos curvas de oferta (área l_0abl_1) aunque también equivale a la suma de los cambios en los excedentes de consumidores y productores.



Fuente: Adaptado de Alston et al. (1995:209)

Figura 4. Modelo económico ex-ante.

Debe decirse que este modelo se construye a partir de varios supuestos. Primero, curvas de oferta y demanda lineales. Segundo, una economía cerrada, de manera que en este caso los cambios en el mercado colombiano no afecten los mercados internacionales y viceversa. Tercero, mercados competitivos por lo que es posible alcanzar el punto de equilibrio en el que la oferta es igual a la demanda del bien.

Implementamos el análisis para el departamento del Valle del Cauca, bajo tres escenarios en los que varían la productividad y la probabilidad de éxito. En el primero se asumen los valores más probables según la información recolectada. En el segundo y tercero se asumen valores de los parámetros mayores e inferiores, respectivamente. Así se pretende identificar la sensibilidad de los beneficios esperados, considerando que el éxito del proceso de difusión es incierto y el rendimiento puede diferir de los valores esperados. La tabla 1 resume los valores de los parámetros empleados en cada caso.

Tabla 1. Parámetros utilizados en el modelo de análisis.

Concepto	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Fuente
Tipo de Economía	Cerrada	Cerrada	Cerrada	
Año inicial de introducción	2018	2018	2018	
Elasticidad precio de la oferta	0.71	0.71	0.71	Gómez, et al. (2004)
Elasticidad precio de la demanda	0.56	0.56	0.56	Gómez, et al. (2004)
Productividad – t/ha (sin tecnología)	11.9	11.9	11.9	Encuestas productores de Caicedonia
Productividad – t/ha (con tecnología)	16.2	26.7	12,1	
Costo de producción (sin cambio tecnológico)	\$10,049,862	\$ 10,049,862	\$ 10,049,862	Asociación de Productores de Caicedonia (ASOMUSACEAS)
Costo de producción (con cambio tecnológico)	\$ 9,071,853	\$ 9,071,853	\$ 9,071,853	Cálculos propios a partir de información de expertos
Probabilidad de éxito	0.8	1	0.3	
Tasa de adopción inicial	0.000017	0.000017	0.000017	Encuestas productores de Caicedonia
Precio de equilibrio (sin cambio tecnológico)	\$ 614,000	\$ 614,000	\$ 614,000	Encuestas productores de Caicedonia
Producción inicial (sin cambio tecnológico)	353,905	353,905	353,905	Cálculos propios a partir de Información de Agronet
Inversión en I&D (2008-2010)	\$876,414,020	\$ 876,414,020	\$ 876,414,020	Presupuesto del proyecto
Tasa de descuento	0.12	0.12	0.12	Departamento Nacional de Planeación

Nota: Los parámetros variables son la productividad con tecnología y la probabilidad de éxito.

El año de introducción fijado fue 2018, ya que, si bien la cámara fue entregada a la asociación a finales de 2016, en el primer año el material de siembra distribuido a los productores de la zona fue casi nula. El rendimiento por hectárea se calculó a partir del promedio observado en las encuestas y las cosechas realizadas, fijando una densidad de siembra aproximada de 1666 sitios/ha que corresponde a una distancia de 2 metros entre plantas y 3 entre calles en monocultivo.

La adopción por otra parte, para el año inicial se fija a partir del número de cormos que han sido distribuidos por la asociación y sembradas por los agricultores. Para los años posteriores se asume que toda la producción de la cámara térmica será cultivada y el área sembrada se irá incrementando en esa proporción año a año. Este supuesto es plausible considerando que, a la fecha, la producción de lo que resta del año y parte del siguiente se encuentra vendida. Además, los productores muestran interés en la adquisición y multiplicación del material de siembra limpio.

El precio de equilibrio del plátano producido, corresponde al precio promedio pagado al productor obtenido en las encuestas y las cantidades fueron proyectadas hasta el año 2030 considerando el periodo de duración estimado de la cámara (12 años) a partir de información de Agronet.

5. Resultados

5.1 Rendimientos

La información de cosecha recolectada en 4 fincas del departamento indica que a pesar de que la diferencia es mínima en cuanto al peso promedio de los racimos 11.1kg en el caso de semilla de tradicional y 12.1kg con semilla de cámara térmica; se observan cambios en la calidad de la producción obtenida. Al usar la nueva tecnología se estaría obteniendo en promedio 4.3 toneladas más de producción de semilla de primera calidad, en comparación con la producción por el método tradicional.

Tabla 2. Rendimiento promedio (ton/ha) de semilla de primera y de segunda calidad en el municipio de Caicedonia.

Tipo de semilla	Producción	
	Primera	Segunda
Semilla tradicional	11.9	6.4
Semilla de cámara térmica	16.2	3.8

Nota: Cálculos realizados a partir de peso promedio y densidad promedio para monocultivo.

5.2 Presupuestos parciales

La Tabla 3 presenta los resultados del modelo de presupuestos parciales en ausencia de enfermedades. En ambos escenarios se observa que económicamente sería rentable adoptar el material de siembra limpio y certificado producido en cámara térmica, en comparación con el material de siembra empleado comúnmente, que en su mayoría son obtenidas de cultivos previos. En el escenario 1 gracias a mayores rendimientos y reducción de costos en un periodo de análisis de 7 años se podrían obtener beneficios entre \$5 y \$8 millones de pesos por hectárea. En el escenario 2 con el incremento en precios por mayor calidad, estos se incrementarían alcanzando valores entre \$6.8 y \$11.4 millones de pesos por hectárea.

Los resultados del modelo de presupuestos parciales en presencia de enfermedades (ver tabla 4), son consistentes con los observados en la tabla 2. La diferencia es que aumenta el cambio en el valor presente del beneficio, debido a la disminución de rendimiento generado por las enfermedades en la práctica tradicional. En el escenario 1, los beneficios pasan a ubicarse entre \$19.7 y \$22.7 millones de pesos por hectárea. Mientras en el escenario 2 varían entre \$21.5 y \$26.0 millones de pesos por hectárea.

En lo que respecta, a las alternativas de restablecimiento del cultivo, la alternativa con la mayor relación costo/beneficio en el período evaluado es la renovación trienal del cultivo. Una posible explicación a este escenario es que el incremento estimado de los costos para renovar la plantación anualmente, con el fin de mantener rendimientos altos, no sería compensado por el incremento en beneficios. De tal manera que, por cada peso

invertido en la siembra de una hectárea de plátano, si no se renueva la plantación se obtendrían 1.43 pesos, 1.46 pesos si se renueva cada tres años y 1.22 pesos si se renueva anualmente, en el primer escenario. Para el segundo escenario los valores serían 1.48, 1.56, 1.27 pesos, respectivamente y con el material de siembra tradicional, se estima que por cada peso invertido se obtienen 1.24 pesos en ausencia de enfermedades y 0.88 en presencias de enfermedades.

Tabla 3. Resultados presupuestos parciales en ausencia de enfermedades

Alternativas de restablecimiento del cultivo	Sin Renovación	Renovación trienal	Renovación anual
Escenario 1			
Cambio en el valor presente del beneficio neto (COP). Total 7 años	\$5,075,065.55	\$8,042,903.68	\$6,397,342.53
Relación beneficio/costo	1.43	1.46	1.22
Escenario 2			
Cambio en el valor presente del beneficio neto (COP). Total 7 años	\$6,814,561.05	\$11,380,347.91	\$8,307,820.85
Relación beneficio/costo	1.48	1.56	1.27

Tabla 4. Resultados presupuestos parciales con presencia de enfermedades

Con Presencia de Enfermedades			
Alternativas de restablecimiento del cultivo	Sin Renovación	Renovación trienal	Renovación anual
Escenario 1			
Cambio en el valor presente del beneficio neto (COP). Total 7 años	\$19,741,160.31	\$22,708,998.44	\$21,063,437.28
Relación beneficio/costo	1.43	1.46	1.22
Escenario 2			
Cambio en el valor presente del beneficio neto (COP). Total 7 años	\$21,480,655.80	\$26,046,442.66	\$22,973,915.60
Relación beneficio/costo	1.48	1.56	1.27

Por otra parte, el análisis de sensibilidad (ver anexo 4) muestra que al simular un cambio en el rendimiento que pueden alcanzar los productores entre 12 y 16 kg/sitio, el material de siembra de la cámara térmica seguiría siendo la mejor opción independientemente del escenario. La excepción es el caso cuando el rendimiento promedio observado se igualaría a 12 kg/sitio. En esta situación, la alternativa de renovación anual no sería rentable y ofrecería una relación costo/beneficio inferior a la obtenida con el material de siembra tradicional. Así mismo, en ambos escenarios la alternativa de renovación trienal, seguiría siendo más rentable que la no renovación y la renovación anual del cultivo.

5.3 Excedentes Económicos

Los resultados del modelo de excedentes económicos son presentados en la tabla 5. Para el primer escenario con una probabilidad de éxito de 80% y un rendimiento promedio de 12 kg/sitio, se estima que con la adopción de los cormos producidos en cámara térmica se pueden generar beneficios de 771 COP millones. En el segundo escenario, con una probabilidad de éxito de 100% y un rendimiento promedio por sitio de 16 kg/sitio se pueden generar beneficios de 3,698 COP millones. En ambos casos se observa que tanto la TIR como la relación costo/beneficio indican que los efectos potenciales de la introducción de esta tecnología serían positivos para la sociedad.

Por otra parte, el escenario 3 que representa un escenario pesimista con una probabilidad de éxito del 30% y un rendimiento promedio de 8 kg/sitio indica que bajo estas condiciones no sería rentable, ya que presenta un valor presente neto negativo, una relación costo/beneficio inferior a 1 y la TIR de 6.85%, muy por debajo de la tasa de descuento social del país establecida por el Departamento Nacional de Planeación. En este sentido, es importante garantizar un buen proceso de difusión y verificar que los rendimientos de la tecnología estén acordes con los esperados.

Tabla 5. Resultados del modelo de excedentes económicos

Escenario 1	
VPN	\$771
TIR	24.17%
Beneficio/Costo	2.16
Escenario 2	
VPN	\$3,698
TIR	50.21%
Beneficio/Costo	6.56
Escenario 3	
VPN	(\$202)
TIR	6.85%
Beneficio/Costo	0.70

Nota: valores de VPN expresados en millones de pesos colombianos.

6. Conclusiones y Recomendaciones

El análisis de evaluación ex – ante muestra el impacto económico potencial del uso de material de siembra obtenido por medio de multiplicación en cámara térmica, que generaría mayores beneficios económicos a los productores de plátano del departamento del Valle del Cauca, permitiendo una trazabilidad del material de siembra necesaria para procesos de exportación, adicionalmente la producción de material de siembra se puede programar de acuerdo a la demanda existente de fruta para exportación. Adicionalmente la tecnología permite un incremento en la productividad, la reducción de costos y la no propagación de enfermedades.

Bajo los distintos escenarios considerados en el análisis de presupuestos parciales, el uso de esta tecnología ha demostrado mayores niveles en el indicador de relación costo/beneficio, alcanzando entre 0.03 pesos (peor escenario) y 0.24 pesos (mejor escenario) de beneficio más por cada peso invertido en la producción de una hectárea de plátano sin presencia de enfermedades, y entre 0.3 y 0.6 pesos con presencia de

enfermedades. No obstante, los beneficios obtenidos por los productores dependerán de los niveles de rendimiento observados, por lo que será fundamental capacitarlos en el manejo adecuado del material de siembra y del cultivo. En este punto, es necesario evaluar la recomendación de renovación anual del cultivo, ya que si bien esta alternativa muestra ventajas frente a la práctica tradicional, presenta beneficios inferiores a las alternativas de no renovación y renovación trienal también consideradas.

Otro aspecto a tener en cuenta, que no ha sido incorporado en este análisis son los casos en que el plátano se encuentra como cultivo asociado con el café. La interacción entre los dos cultivos se puede reflejar en cambios de costos y productividad, y por ende de los beneficios.

Además, es importante mencionar que, durante el primer año de funcionamiento de la cámara, las actividades estuvieron enfocadas en la producción de material de siembra (colinos). Este proceso estuvo caracterizado por una etapa de aprendizaje, donde a partir del ensayo y error se fue perfeccionando la transformación de las yemas obtenidas de la cámara térmica. Así mismo, la cámara estuvo en un periodo de ampliación por lo que la distribución de semilla ha tomado tiempo. De tal manera, que hay pocas cosechas disponibles. Es por ello, que el análisis está basado en rendimientos observados en pocas fincas y se recomienda hacer seguimiento de los cambios observados por los agricultores, así como complementar el análisis de evaluación ex – ante considerando las anteriores observaciones.

No obstante, los primeros resultados evidencian una mayor producción de primera para quienes adoptan la nueva semilla en comparación de quienes utilizan la semilla tradicional. En las fincas visitadas esta diferencia fue de 16 puntos porcentuales, con semilla de cámara térmica en promedio el 81% de la producción fue de primera, mientras que con semilla tradicional la proporción fue del 65%.

Por otra parte, los resultados del modelo de excedentes económicos son favorables, aunque en este caso se requieren rendimientos superiores a 16,2 ton/ha/año. A pesar

de ello, debe destacarse que los niveles de adopción que consideramos para el análisis son conservadores, ya que la oferta de material de siembra que inicialmente se puede poner a disposición de los agricultores con una sola cámara térmica en funcionamiento, no cubriría la demanda de todo el departamento. En la medida, que la oferta pueda incrementarse así mismo los potenciales beneficios serán mayores.

En relación a la demanda, las encuestas sugieren una buena aceptación de la tecnología, tan sólo 3 de los encuestados manifiestan no estar interesados en emplearla. El 31.3% estaría interesado en reemplazar el 50% del área sembrada, el 23.5% y el 5.8% de ellos reemplazarían el 75% y el 100% del área sembrada respectivamente. De tal manera, que a pesar de que es muy pronto para hablar de adopción, el panorama es positivo. La producción de la cámara para el presente año ya se encuentra vendida, y siguen llegando encargos de agricultores.

Finalmente, se destaca que el material de cámara térmica tiene calidad fitosanitaria de exportación, y si bien este no fue un objetivo inicial del proyecto es un beneficio adicional para los agricultores que podrán acceder a nuevos mercados.

7. Bibliografía

Alston, J. M., Norton, G. W., & Pardey, P. G. 1995. *Science Under Scarcity: Principles and Practice for Agricultural Research Evaluation and Priority Setting*. Cornell University Press.

Alvarez, E., Ceballos, C., Gañan, L., Rodriguez, D., Gonzales, S., Pantoja, A. 2013. Producción de material de 'siembra' limpio en el manejo de las enfermedades limitantes del plátano.

Ashok, K. R., Giuliani, A., Thilagavathi, M., Raj, S. V., Ramamoorthy, R., Devi, M., & Sanjeevikumar, A. 2017. Trait Valuation in Genetically Modified Crops: An ex-ante Analysis of GM Cassava 223 against Cassava Mosaic Disease. *Agricultural Economics Research Review*, 30(347-2018-2892), 223-234.

Bahremand, D., & Ameri, M. 2015. Energy and exergy analysis of different solar air collector systems with natural convection. *Renewable Energy*, 74, 357-368.

Blomme, G., Swennen, R., Tenkouano, A. 2000. Assessment of variability in the root system characteristics of banana (*Musa spp.*) according to genome group and ploidy level.

Infomusa, 9(2): 4- 7

Bhende, S. S., & Kurien, S. 2016. Sucker production in banana. *Journal of Tropical Agriculture*, 53(2), 97-106.

Chaichuay, C., Chaichuay, R., Makornpas, C. and Wiangsamut, B. 2013. Effect of organic fertilizer and organic fertilizer plus chemical fertilizer on growth and yield quality of Kamphaeng Phet emperor banana. *Int. J. Agric. Technol.*, 9 (5): 1297-1308.

CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México: CIMMYT.

Colbran, R.C. 1967. Hot water tank for treatment of banana planting material. Queensland Department of Primary Industries, Division of Plant Industry, Brisbane, Australia, Advisory Leaflet 924

Doud, M. M., Wang, Y., Hoffman, M. T., Latza, C. L., Luo, W., Armstrong, C. M., Duan, Y. 2017. Solar thermotherapy reduces the titer of *Candidatus Liberibacter asiaticus* and enhances canopy growth by altering gene expression profiles in HLB-affected citrus plants. *Horticulture Research*, 4, 17054.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. En FAOSTAT: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>. Consulta: Marzo 22 de 2018

Fontagro (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria). 2010. Informe de seguimiento técnico anual del proyecto "Fortalecimiento de cadenas de valor de plátano: Innovaciones tecnológicas para reducir agroquímicos". Período 2009–2010. 16 p.

Ghose, G. H. & Hossain, A. K. 1992. Effect of time of planting on growth and yield of two commercial banana varieties. *Acta Hortic.*, 321: 463-471.

Gomez, L. 2013. Hongos en banano y plátano afectan el bolsillo de 12.500 productores. Recuperado Abril 10, 2018, de <http://www.contextoganadero.com/agricultura/hongos-en-banano-y-platano-afectan-el-bolsillo-de-12500-productores>

González, D. N., Chávez, M. A. Á., Gutiérrez, R. L., Cupul, W. C., Ochoa, J. M., & Velasco, E. G. 2018. Suitability of *Cordyceps bassiana* and *Metarhizium anisopliae* for biological control of *Cosmopolites sordidus* (Germar)(Coleoptera: Curculionidae) in an organic Mexican banana plantation: laboratory and field trials. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 125(1), 73-81

Hauser, S. 2007. Plantain (*Musa* spp. AAB) bunch yield and root health response to combinations of physical, thermal and chemical sucker sanitation measures. *Afr. Plant Prot.* 13:1-15.

Hoffman, M.T., Doud, M.S., Williams, L., Zhang, M., Ding, F., Stover, E., Hall, D., Shang, S., Jones, L., Gooch, M., Fleites, L., Dixon, W., Gabriel, D., Duan, Y. 2013. Heat treatment eliminates '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' from infected citrus trees under controlled conditions. *Bacteriology* 103(1): 15–22.

Horton, D. 1982. Análisis de presupuesto parcial para investigación en papa al nivel de finca. CIP.

Hoy, J. W., and Flynn, J. L. 2001. Control of ratoon stunting disease of sugarcane in Louisiana with seedcane produced through micropropagation and resistant cultivars. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol. 24:417- 421.

<https://www.ica.gov.co/eventos-memorias/institucionales/2012/documentos/conferencia-dr--sylvio-belalcazar-carvajal.aspx>

ICA. 2012. ICA intervino 16 departamentos del país afectados por Moko del Plátano. Recuperado Abril 10, 2018, de <https://www.ica.gov.co/getattachment/38069774-6d62-4828-ae15-26826f14997b/ICA-intervino-16-departamentos-del-pais-afectados-.aspx>

Kassanis, B. 1957. Effects of changing temperature on plant virus diseases. Adv. Virus Res. 4, 221–241.

Kunkel, L.O. 1943. Potato witches'-broom transmission by dodder and cure by heat. Proc. Am. Phil. Soc. 86, 470–475.

Kumar, S., Pathak, K. A., Kishore, K., Shukla, R., Solankey, S. S. and Singh, D. K. 2013 Effect of biofertilizers on biological nitrogen fixation of banana cv. Giant Cavendish. Asian J. Hortic., 8(2): 436-439.

Lopera, Villamarín. Dina Carolina. 2011. Evaluación ex-ante del impacto socioeconómico de la potencial introducción de yuca genéticamente modificada en el departamento del Cauca (Colombia). Tesis de grado. Universidad del Valle.

Martinez, A. 1998. El cultivo de plátano (Musa AAB Simmonds): ecofisiología y manejo cultural sostenible. Manual instruccional N.1. CORPOICA, regional 8. Editorial siglo XX. 33-40 p.

Martinez, G., Cervantes de Kegan, V. E.2018. Desarrollo y adaptación de las técnicas de termoterapia y el cultivo de tejidos meristemáticos para la obtención de plantas de papa libres de virus.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2014. Cadena de Plátano. Sistema de Información de Gestión Y Desempeño de Organizaciones de Cadenas, (571), 28.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2017. Anuario Estadístico del Sector Agropecuario 2016.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2018. En Agronet: <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>. Consulta: Marzo 8 de 2018

Njukwe, E., Ouma, E., van Asten, P. J. A., Muchunguzi, P., & Amah, D. 2013. 8 Challenges and Opportunities for Macropropagation Technology for Musa spp. among Smallholder Farmers and Small-and Medium-scale Enterprises. Banana Systems in the Humid Highlands of Sub-Saharan Africa, 66.

Nóbrega, J. P., Walter, E. P., Thiago, J. D., Roberto, W. C., Raunira,. Da. C. and De. Francisco, A. O. 2010. Pseudostem pruning and doses of nitrogen and boron on the production of suckers of 'Pacovan' banana tree. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, 31(1): 1205-1218

- Ortiz R. & Vuylsteke D. R. 1994. Genetics of Apical Dominance in Plantain (*Musa* spp., AAB Group) and Improvement of Suckering Behavior. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 119(5):1050–1053.
- Rojas, H. M., & Colonia, C. L. 2011. Guía técnica, Curso-taller: Manejo Integrado del Cultivo del Plátano. UNALM-AGROBANCO. La Merced, Chanchamayo.
- Rudi, N., Norton, G. W., Alwang, J. R., & Asumugha, G. N. 2010. Economic impact analysis of marker-assisted breeding for resistance to pests and post harvest deterioration in cassava. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 4(311-2016-5542), 110-122.
- Rosales, F.E., Alvares, J.M., Vargar, A. 2011. Guía practica para la producción de plátano con altas densidades. Experiencias en America Latina. Bioersity Internacional. 5 p.
- Sabarad, A. I., Swamy, G. S. K., Patil, C. P., Patil, P. B. and Athani, S. I. 2004. Influence of VAM, vermicompost and *Trichoderma harzianum* on growth of banana, cv. Rajapuri (*Musa* AAB). *Karnataka J. of Agric. Sci.*, 17 (3): 515-518.
- Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario (SIPSA). 2014. El cultivo del plátano (*Musa paradisiaca*), un importante alimento para el mundo. Boletín mensual: Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria
- Sucker. En ProMusa: <http://www.promusa.org/Banana+sucker>. Consulta: Diciembre 02 de 2019
- Tapiero, A. L., Morales, A., & Rodríguez, S. M. 2007. Dispersión de *Ralstonia solanacearum* en suelos cultivados con plátano en el Piedemonte Llanero. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 8(1), 52-60.
- Tenkouano, A., Hauser, S., Coyne, D., & Coulibaly, O. 2006. Clean planting materials and management practices for sustained production of banana and plantain in Africa. *Chronica Horticulturae*, 46(2), 14-18.
- Viswanathan, R. 2001. Different aerated steam therapy (AST) regimes on the development of grassy shoot disease symptoms in sugarcane. *SugarTechnol.* 3:83-91.
- Wang, M. R., Cui, Z. H., Li, J. W., Hao, X. Y., Zhao, L., Wang, Q. C. 2018. In vitro thermotherapy-based methods for plant virus eradication. *Plant Methods*, 14(1), 87.

8. Anexos

1. Anexo: Cuestionario



Buenos días/tardes. Mi nombre es _____ y estamos haciendo una encuesta el *CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL* de la ciudad de Cali. El objetivo es conocer las prácticas agrícolas asociadas a la producción de plátano en el Valle del Cauca y determinar la disposición por parte de los productores a adoptar nuevas tecnologías. Usted ha sido seleccionado al azar. La entrevista tendrá una duración aproximada de 30 minutos y es importante aclarar que sus datos personales no serán públicos. Además, toda la información suministrada será utilizada para fines científicos y su respuesta no afectará ningún beneficio o subsidio que reciba o pueda recibir. ¿Da usted su consentimiento para ser parte de este estudio? Sí__ No__

Fecha de la encuesta (DD/MM/AAAA): _____

Código de la Encuesta

--	--	--

Nombre del (la) encuestador(a): _____

1. ¿Usted es la persona encargada del manejo de los lotes actualmente en producción? a. Sí _____ b. No _____
(Si la respuesta es "NO" continúe con la siguiente pregunta, en caso contrario pasé a la 3)
2. ¿Tiene conocimiento sobre el manejo de los lotes en producción? a. Sí _____ b. No _____
(Si la respuesta es "SÍ" continúe con la siguiente pregunta, en caso contrario de por terminada la encuesta)
3. ¿Tienen plátano en la finca (lotes) actualmente? a. Sí _____ b. No _____

A. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTOR

4. Nombre del(la) Encuestado(a): _____ 4.1 Sexo: a. Mujer _____ b. Hombre _____
5. Teléfono/Celular: _____

B. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

6. Departamento _____ 6.1. Municipio: _____ 6.1.1. Vereda: _____

C. CARACTERIZACIÓN DE LA FINCA (lotes)

7. ¿Cuál es el área total (propia o alquilada) de la finca (incluya además los lotes dedicados a la producción de plátano que se encuentren por fuera de la misma)? a. _____ b. Unidad _____ (Si el productor “No Sabe” o “No responde” a la pregunta, escriba NS o NR según corresponda)
8. Cuánto del área total de la finca (lotes) utilizada (propia, comunal, alquilada o prestada) destinó el último año a: (Si el productor “No Sabe” o “No responde” a la pregunta, escriba NS o NR según corresponda)

8.1.		8.2.		8.3.		8.4.		8.5.	
Área en cultivos anuales o temporales		Área en cultivos perennes (permanentes)		Área en pastos / pastoreos		Área en descanso (más de un año)		Área no cultivable (ej. Ríos, quebradas)	
Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad

D. CULTIVO DE PLATANO

9. ¿Bajo qué tipo de cultivo tiene usted el área destinada a la producción de plátano? a. Monocultivo _____ b. Asociado _____ c. Ambos _____
10. ¿Cuántos lotes tiene con producción de plátano? _____

a) VARIEDADES ACTUALMENTE EN USO Y COMERCIALIZACIÓN

11. A continuación le preguntaré por el manejo de sus lotes en los que cultivó plátano. *Si No Sabe o No Responde alguna pregunta, registre NS o NR respectivamente.*

Lotes	Nombre de la variedad sembrada	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	11.10		11.11		De lo que produjo, ¿cuánto destinó a [...]?		Si vendió, entonces preguntar:		
											Cantidad	Unidad Código 1	Auto consumo	Venta	11.12	11.13	11.14	11.15	
																			¿Cuál fue el peso promedio por racimo cosechado?
		MM/AAAA	Cantidad	1. Plazas 2. Hectáreas	1. Sí 2. No	Código 3	Metros	Metros	Número de cosechas	MM/AAAA	Cantidad	Unidad Código 1	Cantidad	Unidad Código 1	Cantidad	Unidad Código 1	COP	Código 2	
L1																			

L2																			
L3																			
L4																			
Código 1: 1. Toneladas 2. Kilogramos 3. Libras 4. Racimos 5. Turbadas																			
Código 2: 1. Asociación 2. Intermediario 3. Otro ¿cuál?																			
Código 3: 1. Curva a nivel 2. Triangular (tres bolillo) 3. Cuadrado 4. Asociado 5																			

b) SEMILLAS / VARIEDADES

12. Ahora le preguntaré respecto a las semillas que utilizó, **Instrucciones:** Seguir el mismo orden según lote variedad que se señaló en la pregunta 11.

	12.1	12.2		Del total de la semilla que usó, ¿cuánta fue [...]?				Si compró, responder:			Tratamiento											
		12.3	12.4	12.5		12.6	12.7	12.8	12.9	12.10	12.11	12.12	12.13	12.14	12.15	12.16	12.17					
Lotes	¿Cuál es el nombre de la variedad que sembró? <i>Consejo:</i> No pregunte a la persona, escriba el nombre de la variedad en el mismo orden de la tabla anterior	Para el área que sembró de esta variedad, ¿Qué cantidad de semilla necesitó?		Obtenida de plantaciones previas (Guardada por el agricultor)		Regalada por otro agricultor		Comprada		Otro caso, ¿cuál?	¿A quién le compró?	¿Cuánto gastó en total por la semilla?	¿De qué región proviene esta semilla?	Esta semilla es certificada:	¿Hace cuántos años siembra esta variedad?	¿Le realiza algún tratamiento a la semilla antes de sembrarla?	¿Con qué trató las semillas de esta variedad?	¿Cuál fue el costo del tratamiento? (insumo + mano de obra)	¿Cuánta mano de obra (jornales) empleo para el proceso de siembra o realizo contrato por todo el proceso?	¿Cuánto pagó por jornal?	¿Cada cuánto (o cuando) se renueva la plantación?	
		Cantidad	Unidad Código 1	Cantidad	Unidad Código 1	Cantidad	Unidad Código 1	Cantidad	Unidad Código 1	Cantidad	Unidad Código 1	1. Vivero 2. Otro agricultor 3. Otro, ¿cuál?	COP	Escribir nombre	1. Sí 2. No	Escribir el número	1. Si 2. No	Nombre	COP	Número de jornales o valor de contrato	COP	Tiempo
L1																						

L2																						
L3																						
L4																						
Código 1: 1. Cormos 2. Colinos																						

C) ABONAMIENTO Y FERTILIZACIÓN

13. ¿Realizó fertilización/abonamiento en sus suelos? a. Si _____ b. No _____

14. *Instrucciones:* Completar la siguiente tabla para los lotes principales de PLÁTANO en su finca (lotes).

Lote	Pre-siembra				Post-siembra							
	14.1	14.2	14.3	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8		14.9	14.10	14.11
	¿Fertilizó antes de la siembra en este lote? 1-Si 2-No	¿Qué fertilizante(s) utilizó? <i>Escriba el nombre del fertilizante que utilizó</i>	Costo total por el fertilizante utilizado COP	¿Cuál fue el costo de la mano de obra (jornales) que contrato para este proceso? COP/Jornales	¿Qué fertilizante(s) utilizó en el lote? <i>Escriba el nombre del fertilizante que utilizó</i>	Tipo de fertilizante 1. Líquido 2. Granulado 3. Orgánico	Número de aplicaciones	¿Qué cantidad aplicó del fertilizante?		Costo total por el fertilizante utilizado COP	¿Cuánta mano de obra (jornales) contrato para este proceso? Número de jornales	¿Cuánto pagó por jornal? COP
									Cantidad	Unidad		

CONTROL DE PLAGAS Y/O ENFERMEDADES

a. Volvemos a hablar del cultivo de plátano, sus plagas, sus enfermedades. Complete la información de control de plagas/enfermedades de la siguiente tabla para los lotes de plátano en su totalidad, de los cuales hemos venido hablando.

15. ¿Realizo usted control preventivo? (deshoje, desguasque, despunte y trampas) a. Si _____ b. No _____

16. ¿Presentó plagas y/o enfermedades en sus cultivos de plátano? a. Si _____ b. No _____

Si su respuesta fue Si, complete la siguiente tabla. Tenga en cuenta que a lo sumo son dos lotes de referencia.

Lotes de referencia.	16.1 ¿Cuáles plagas y/o enfermedades presentaron?	16.2 Porcentaje del lote afectado por la enfermedad y/o n picudo por trampa	16.3 ¿Hizo control de esta plaga y/o enfermedad?	16.4 ¿Cómo hizo el control de plagas / enfermedades en este lote? <i>Código 1</i>	16.5 Porcentaje del lote intervenido con el control de plagas y/o enfermedades.

Código 1
1-Control químico
2-Prácticas culturales
3-Eradicación manual
4-Eradicación química
5-Control biológico o enmiendas orgánicas

(Si tuvo una respuesta positiva (SI) en la pregunta 16.3 de la tabla anterior, llene el siguiente cuadro).

A continuación, le preguntamos más específicamente por los tratamientos de plagas y enfermedades en los cultivos de **plátano**.

16.3.1	16.3.2	16.3.3		16.3.4	16.3.5	16.3.6	16.3.7
¿Qué usó para controlar plagas / enfermedades?	Número de aplicaciones (frecuencia de colocación de trampas)	En cada aplicación ¿qué cantidad del insumo utilizó?		Costo total por el insumo <i>en cada aplicación</i>	¿Qué implementos utilizó para el control?	¿Cuánta mano de obra (jornales) contrato para este proceso?	¿Cuánto pagó por jornal?
		Cantidad	Unidad <i>Código 1</i>	COP	Código 2	Número de jornales	COP

Código 1
1. Kilos/hectárea
2. Litros/Caneca
3. Gramos/hectárea
4. Litro/hectárea
5. Gramos/Bomba
6. Litros/Bomba
7. Gramos/Litro
8. Cm/Litro
9. Gramos/trampa

Código 2
1. Bomba espalda manual
2. Bomba espalda motor
3. Fumigadora
4. Herramienta rutinaria

D) CONTROL DE ARVENSES

17. ¿Hizo control de malezas en sus lotes representativos del cultivo de plátano? 1-Si: _____ (pase a pregunta 17.1) 2-No: _____ (pase a pregunta 18).

a. **Instrucciones:** Completar la siguiente tabla para los lotes principales de plátano en su finca (lotes).

		Si el control es químico, preguntar:							
17.1		17.2	17.3		17.4	17.5	17.6	17.7	17.8
Lote	¿Cómo hizo el control de maleza en este lote?	¿Qué herbicida(s) utilizó en el lote?	¿Qué cantidad aplicó del herbicida?		Costo total por el herbicida utilizado	Número de aplicaciones (controles)	¿Qué implementos utilizó para el control?	¿Cuánta mano de obra (jornales) contrato para este proceso?	¿Cuánto pagó por jornal?
	1-Control químico 2-Control manual 3-Ambos	Escriba el nombre del herbicida que utilizó	Cantidad	Unidad Código 1	COP		Código 2	Número de jornales	COP
Código 1: 1.Litro/hectárea 2.Gramos/Bomba 3.Litros/Bomba 4.Gramos/Litro 5.Cm/Litro 6.Bomba/Hectárea 7.Litro/Caneca									
Código 2: 1. Azadón 2. Guadaña 3. Machete 4. Bomba de espalda									

E. PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS DEL PRODUCTOR

18. Ranking de los cultivos, animales y actividades realizadas dentro de la finca de las que se derivó la mayor parte del ingreso y consumo del hogar. No incluya actividades realizadas por fuera de la finca (lotes).

Posición	Para las ventas	Para el consumo del hogar	Demanda la mayor parte del trabajo	Cubre la mayor área dentro de su finca
1				
2				
3				
4				

F. SEMILLA OBTENIDA POR CÁMARA TÉRMICA

19. ¿Ha escuchado usted acerca de las semillas obtenidas a partir de multiplicación en cámara térmica? a. Sí _____ b. No _____ (Dar breve descripción, pase a la pregunta 21)

20. ¿Ha tenido usted acceso a la semilla de plátano que está siendo producida en la Asociación por medio de cámara térmica? a. Sí _____ (pase a la pregunta 20.1) b. No _____ (pase a la pregunta 21)

20.1 ¿Cuántas semillas (colinos) recibió? a. _____

20.2 ¿Sembró usted la semilla recibida? a. Sí _____ (pase a la pregunta 20.3) b. No _____ (pase a la pregunta 21)

20.3 ¿Cuál fue la cantidad de semillas (colinos) sembrada? a. _____

20.4 En comparación con los resultados obtenidos al emplear la semilla tradicional: ¿Ha notado usted algún cambio positivo en alguna de las siguientes características?

Característica	Sí	No
Uniformidad (homogeneidad) del cultivo		
Tiempo de duración del ciclo de producción		
Calidad de la planta		
Disminución de costos productivos (herbicidas, fungicidas, fertilizantes)		
Disminución Requerimientos de resiembra		
Rendimiento ej. mayor peso del racimo		

20.5 ¿Planea seguir usando estas estés semillas (colinos) en la producción de plátano? a. Sí _____ b. No _____

(Omitir la pregunta 21 para quienes respondieron 20.5)

21. ¿Está usted interesado en emplear estés semillas (colinos) para la producción de plátano? a. Sí _____ b. No _____

22. ¿Qué proporción del área destinada a la producción de plátano, sembraría empleando semilla procedente de cámara térmica?

Proporción	
Toda (aprox. 100%)	
La mayoría (aprox. 75% +)	
La mitad (aprox. 50%)	
Solo un parte (aprox. 25% +)	
Una pequeña parte (0% +)	

Termine la encuesta y Agradezca al entrevistado por su tiempo

2. Anexo 2. Lista de agricultores entrevistados

ID	Agricultor	Genero	Número de teléfono celular	Departamento	Municipio	Vereda
Y01	Orlando Chanchi	Hombre	3137713496	Valle del Cauca	Caicedonia	San Gerardo Alto
Y03	Javier Alfonso Castillo Barbosa	Hombre	3155514291	Valle del Cauca	Caicedonia	Bosque Bajo
Y04	Jairo Gallon Arias	Hombre	3206968675	Valle del Cauca	Caicedonia	Crucero
A01	Nelson Arcila	Hombre	3104445928	Valle del Cauca	Caicedonia	Paraiso
A02	Carlos Albeto Trujillo	Hombre		Valle del Cauca	Caicedonia	Daveiba
A03	Lucy Franco Franco	Mujer	3122978357	Valle del Cauca	Caicedonia	Aures
A04	Daniel de Jesus Suarez Ramirez	Hombre	3147516468	Valle del Cauca	Caicedonia	Puerto Rico
A05	Alejandro Quiroz	Hombre	3148803143	Valle del Cauca	Caicedonia	Delfina
A06	Jaime Mejia	Hombre	3117647584	Valle del Cauca	Caicedonia	La Suiza
J00	Alfonso Quiroga	Hombre	3163917749	Valle del Cauca	Caicedonia	Burila
J01	Jose Joaquin Arroyave	Hombre	3188952038	Valle del Cauca	Caicedonia	El salado
J02	Eduardo Quisena Bedolla	Hombre	3105310689	Valle del Cauca	Caicedonia	San Gerardo Bajo
J03	Otoniel Perez Pineda	Hombre	3117278439	Valle del Cauca	Caicedonia	San Gerardo Alto
J04	Jaime Montoya	Hombre	3116176664	Valle del Cauca	Caicedonia	La Suiza
J05	Noraldó Mendosa	Hombre	3117889143	Valle del Cauca	Caicedonia	Aures
J06	Uber Sanchez	Hombre	3128325445	Valle del Cauca	Caicedonia	La rivera
J08	William Hernan Posada	Hombre	3128962387	Valle del Cauca	Caicedonia	Burila
E00	Amparo Corrales Baena	Mujer	31160474841	Valle del Cauca	Caicedonia	Bosque Alto
E01	Henry Gallego	Hombre	3115060406	Valle del Cauca	Caicedonia	La Suiza
E02	Hugo Alejandro Franco	Hombre	3105002420	Valle del Cauca	Caicedonia	Aures
E03	Jose Miguel Rodriguez	Hombre	3206276820	Valle del Cauca	Caicedonia	
E08	Melida Quiroga Osorio	Mujer	3213587111	Valle del Cauca	Caicedonia	Campo Azul
T01	Carlos Albeto Cardona	Hombre	3216090390	Valle del Cauca	Caicedonia	Dabeiba
T08	Julian Mauricio	Hombre	3168799969	Valle del Cauca	Caicedonia	El Frontino
T02	Enrique Morales Herrera	Hombre	3195916935	Valle del Cauca	Caicedonia	Alto Barragan
T03	Jhon Jairo Ramirez	Hombre	3197686407	Valle del Cauca	Caicedonia	El salado
T05	Pablo Emilia Salinas	Hombre	3137602234	Valle del Cauca	Caicedonia	El salado
T06	Jorge Arturo Salinas	Hombre	3122580950	valle del Cauca	Caicedonia	San Gerardo
T07	Mauricio Marmolejo	Hombre		valle del Cauca	Caicedonia	La Suiza
E04	Jair Villamil	Hombre	3144626014	Valle del Cauca	Caicedonia	Campo Azul
E05	Abraham Casamachin	Hombre	3218784364	Valle del Cauca	Caicedonia	
E06	Jose Luis Jaramillo	Hombre	3148619137	Valle del Cauca	Caicedonia	Puerto Rico
E07	Leonardo Gonzales	Hombre	3128164800	Valle del Cauca	Caicedonia	Paraíso
E09	Paulina Rodriguez	Mujer	3127681643	Valle del Cauca	Caicedonia	camelia

3. Anexo 3. Costos

Costo Establecimiento de Plantación de Plátano (Tradicional)

Actividad	Unidad	Cantidad	Requerimientos por Ciclo	Valor x sitio	Valor total promedio
Inversión en mano de obra					
Limpia del terreno	Ha	16	1.0	\$ 400,000.00	6,400,000
Trazado, ahoyado, incorporación M.O. Siembra		40,000	1.0	\$ 650.00	26,000,000
Fertilización		40,000	12.0	\$ 51.00	24,480,000
Aplicación Materia Orgánica		40,000	1.0	\$ 15.00	600,000
Control de arvenses		40,000	4.0	\$ 10.00	1,600,000
Deshije		40,000	1.0	\$ 20.00	800,000
Resiembra		4,000	1.0	\$ 600.00	2,400,000
Deshoje, Cirugía y Poda		40,000	8.0	\$ 15.00	4,800,000
Embolsa y encintado		40,000	1.0	\$ 250.00	10,000,000
Desflore y desmane		40,000	1.0	\$ 250.00	10,000,000
Desguasque		40,000	4.0	\$ 70.00	11,200,000
Control picudo		40,000	4.0	\$ 20.00	3,200,000
Estimulación sist Rad		40,000	1.0	\$ 12.00	480,000
Subtotal					101,960,000
Insumos					
Mi Corriza - Control Sanitario		40,000	1.0	\$ 60.00	2,400,000
Semilla (Colinos)	Un	40,000	1.0	\$ 1,000.00	40,000,000
Correctivos (CAL-DOLOMITA)		40,000	1.0	\$ 60.00	2,400,000
Fertilización granulada		40,000	1.0	\$ 1,052.00	42,080,000
Fertilizante Liquido		40,000	1.0	\$ 225.00	9,000,000
Fungicida IMPACT		80	1.0	\$ 120,000.00	9,600,000
Herbicida		64	1.0	\$ 15,000.00	960,000
Bolsa Plástica		40,000	1.0	\$ 180.00	7,200,000
Cinta de colores		40,000	1.0	\$ 6.00	240,000
Subtotal					113,880,000
Herramientas y Equipo					
Guadañas	Un	2		\$ 1,300,000.00	520,000
Fumigadoras	Un	2		\$ 800,000.00	320,000
Machetes	Un	10		\$ 10,000.00	20,000
Palines	Un	10		\$ 13,000.00	26,000
Tanques Plásticos	Un	4		\$ 300,000.00	240,000
Motobomba de 5.5 W	Un	1		\$ 3,800,000.00	380,000
Subtotal					1,506,000
Otros costos					
Arrendamiento	Ha	16	12.0	\$ 47,000.00	9,024,000
Estudio de Suelos	Un	4	1.0	\$ 108,000.00	43,200
Asistente técnico		1	12.0	\$ 1,240,000.00	14,880,000
Subtotal					23,947,200
Costo total 16 Ha					241,293,200
Costo total Ha					15,080,825

Costo total por sitio

6,032

Costo Establecimiento de Plantación de Plátano (Nueva tecnología)

Actividad	Unidad	Cantidad	Requerimientos por Ciclo	Valor x sitio	Valor total promedio
Inversión en mano de obra					
Limpia del terreno	Ha	16	1.0	\$ 400,000.00	6,400,000
Trazado, ahoyado, incorporación M.O. Siembra		40,000	1.0	\$ 650.00	26,000,000
Fertilización		40,000	8.0	\$ 51.00	16,320,000
Aplicación Materia Orgánica		40,000	1.0	\$ 15.00	600,000
Control de arvenses		40,000	4.0	\$ 7.00	1,120,000
Deshije		40,000	1.0	\$ 20.00	800,000
Resiembra		4,000	1.0	\$ 540.00	2,160,000
Deshoje, Cirugía y Poda		40,000	8.0	\$ 15.00	4,800,000
Embolse y encintado		40,000	1.0	\$ 250.00	10,000,000
Desflore y desmane		40,000	1.0	\$ 250.00	10,000,000
Desguasque		40,000	4.0	\$ 70.00	11,200,000
Control picudo		40,000	1.0	\$ 20.00	800,000
Estimulación sist Rad		40,000	1.0	\$ 12.00	480,000
Subtotal					90,680,000
Insumos					
Mi Corriza - Control Sanitario		40,000	1.0	\$ 30.00	1,200,000
Semilla (Colinos)	Un	40,000	1.0	\$ 1,300.00	52,000,000
Correctivos (CAL-DOLOMITA)		40,000	1.0	\$ 60.00	2,400,000
Fertilización granulada		40,000	1.0	\$ 820.56	32,822,400
Fertilizante Liquido		0	1.0	\$ 225.00	0
Fungicida IMPACT	lt	56	1.0	\$ 120,000.00	6,720,000
Herbicida	lt	40	1.0	\$ 15,000.00	600,000
Bolsa Plástica		40,000	1.0	\$ 180.00	7,200,000
Cinta de colores		40,000	1.0	\$ 6.00	240,000
Subtotal					103,182,400
Herramientas y Equipo					
Guadañas	Un	2		\$ 1,300,000.00	520,000
Fumigadoras	Un	2		\$ 800,000.00	320,000
Machetes	Un	10		\$ 10,000.00	20,000
Palines	Un	10		\$ 13,000.00	26,000
Tanques Plásticos	Un	4		\$ 300,000.00	240,000
Motobomba de 5.5 W	Un	1		\$ 3,800,000.00	380,000
Subtotal					1,506,000
Otros costos					
Arrendamiento	Ha	16	10.0	\$ 47,000.00	7,520,000
Estudio de Suelos	Un	4	1.0	\$ 108,000.00	43,200
Asistente técnico		1	12.0	\$ 1,240,000.00	14,880,000
Subtotal					22,443,200
Costo total 16 Ha					217,811,600

Costo total Ha	13,613,225
Costo total por sitio	5,445

Costo Mantenimiento de Plantación de Plátano (Tradicional)

Actividad	Unidad	Cantidad	Requerimientos por Ciclo	Valor Promedio	Valor total promedio
Inversión en mano de obra					
Limpia del terreno	Ha	0	1.0	\$ 400,000.00	0
Trazado, ahoyado, incorporación M.O. Siembra		0	1.0	\$ 650.00	0
Fertilización		40,000	12.0	\$ 51.00	24,480,000
Aplicación Materia Orgánica		0	1.0	\$ 15.00	0
Control de arvenses		40,000	4.0	\$ 10.00	1,600,000
Deshije		40,000	1.0	\$ 20.00	800,000
Resiembra		4,000	1.0	\$ 600.00	2,400,000
Deshoje, Cirugía y Poda		40,000	8.0	\$ 15.00	4,800,000
Embolse y encintado		40,000	1.0	\$ 250.00	10,000,000
Desflore y desmane		40,000	1.0	\$ 250.00	10,000,000
Desguasque		40,000	4.0	\$ 70.00	11,200,000
Control picudo		40,000	4.0	\$ 20.00	3,200,000
Estimulación sist Rad		40,000	1.0	\$ 12.00	480,000
Subtotal					68,960,000
Insumos					
Mi Corrija - Control Sanitario		0	1.0	\$ 60.00	0
Semilla (Colinos)	Un	0	1.0	\$ 1,000.00	0
Correctivos (CAL-DOLOMITA)		0	1.0	\$ 60.00	0
Fertilización granulada		40,000	1.0	\$ 1,052.00	42,080,000
Fertilizante Líquido		40,000	1.0	\$ 225.00	9,000,000
Fungicida IMPACT		80	1.0	\$ 120,000.00	9,600,000
Herbicida		64	1.0	\$ 15,000.00	960,000
Bolsa Plástica		40,000	1.0	\$ 180.00	7,200,000
Cinta de colores		40,000	1.0	\$ 6.00	240,000
Subtotal					69,080,000
Herramientas y Equipo					
Guadañas	Un	2		\$ 1,300,000.00	520,000
Fumigadoras	Un	2		\$ 800,000.00	320,000
Machetes	Un	10		\$ 10,000.00	20,000
Palines	Un	10		\$ 13,000.00	26,000
Tanques Plásticos	Un	4		\$ 300,000.00	240,000
Motobomba de 5.5 W	Un	1		\$ 3,800,000.00	380,000
Subtotal					1,506,000
Otros costos					
Arrendamiento	Ha	16	12.0	\$ 47,000.00	9,024,000
Estudio de Suelos	Un	4	1.0	\$ 108,000.00	43,200
Asistente técnico		1	12.0	\$ 1,240,000.00	14,880,000

Subtotal	23,947,200
Costo total 16 Ha	163,493,200
Costo total Ha	10,218,325
Costo total por sitio	4,087

Costo Mantenimiento de Plantación de Plátano (Nueva tecnología)

Actividad	Unidad	Cantidad	Requerimientos por Ciclo	Valor Promedio	Valor total promedio
Inversión en mano de obra					
Limpia del terreno	Ha	0	1.0	\$ 400,000.00	0
Trazado, ahoyado, incorporación M.O. Siembra		0	1.0	\$ 650.00	0
Fertilización		40,000	8.0	\$ 51.00	16,320,000
Aplicación Materia Orgánica		0	1.0	\$ 15.00	0
Control de arvenses		40,000	4.0	\$ 7.00	1,120,000
Deshije		40,000	1.0	\$ 20.00	800,000
Resiembra		4,000	1.0	\$ 540.00	2,160,000
Deshoje, Cirugía y Poda		40,000	8.0	\$ 15.00	4,800,000
Embolse y encintado		40,000	1.0	\$ 250.00	10,000,000
Desflore y desmane		40,000	1.0	\$ 250.00	10,000,000
Desguasque		40,000	4.0	\$ 70.00	11,200,000
Control picudo		40,000	1.0	\$ 20.00	800,000
Estimulación sist Rad		40,000	1.0	\$ 12.00	480,000
Subtotal					57,680,000
Insumos					
Mi Corriza - Control Sanitario		0	1.0	\$ 30.00	0
Semilla (Colinos)	Un	0	1.0	\$ 1,300.00	0
Correctivos (CAL-DOLOMITA)		0	1.0	\$ 60.00	0
Fertilización granulada		40,000	1.0	\$ 820.56	32,822,400
Fertilizante Liquido		0	1.0	\$ 225.00	0
Fungicida IMPACT	lt	56	1.0	\$ 120,000.00	6,720,000
Herbicida	lt	40	1.0	\$ 15,000.00	600,000
Bolsa Plástica		40,000	1.0	\$ 180.00	7,200,000
Cinta de colores		40,000	1.0	\$ 6.00	240,000
Subtotal					47,582,400
Herramientas y Equipo					
Guadañas	Un	2		\$ 1,300,000.00	520,000
Fumigadoras	Un	2		\$ 800,000.00	320,000
Machetes	Un	10		\$ 10,000.00	20,000
Palines	Un	10		\$ 13,000.00	26,000
Tanques Plásticos	Un	4		\$ 300,000.00	240,000
Motobomba de 5.5 W	Un	1		\$ 3,800,000.00	380,000
Subtotal					1,506,000
Otros costos					
Arrendamiento	Ha	16	10.0	\$ 47,000.00	7,520,000

Estudio de Suelos	Un	4	1.0	\$ 108,000.00	43,200
Asistente técnico		1	12.0	\$ 1,240,000.00	14,880,000
Subtotal					22,443,200
Costo total 16 Ha					129,211,600
Costo total Ha					8,075,725
Costo total por sitio					3,230

4. Anexo 4. Análisis de sensibilidad

4.1 Sin presencia de enfermedades

Tradicional B/C	Rendimiento alcanzado por la nueva variedad	Escenario 1					
		Sin renovación		Renovación trienal		Renovación anual	
		Δ VPN BN	B/C	Δ VPN BN	B/C	Δ VPN BN	B/C
1.24	11	\$3,055,421.18	1.36	\$4,167,958.07	1.34	\$2,182,574.44	1.12
1.24	12	\$5,075,065.55	1.43	\$8,042,903.68	1.46	\$6,397,342.53	1.22
1.24	13	\$7,094,709.92	1.49	\$11,917,849.29	1.58	\$10,612,110.61	1.32
1.24	14	\$9,114,354.29	1.56	\$15,792,794.90	1.70	\$14,826,878.69	1.43
1.24	15	\$11,133,998.66	1.62	\$19,667,740.51	1.82	\$19,041,646.78	1.53
1.24	16	\$13,153,643.03	1.69	\$23,542,686.11	1.95	\$23,256,414.86	1.63

Tradicional B/C	Rendimiento alcanzado por la nueva variedad	Escenario 2					
		Sin renovación		Renovación trienal		Renovación anual	
		Δ VPN BN	B/C	Δ VPN BN	B/C	Δ VPN BN	B/C
1.24	11	\$4,649,958.72	1.41	\$7,227,281.95	1.43	\$3,933,846.24	1.16
1.24	12	\$6,814,561.05	1.48	\$11,380,347.91	1.56	\$8,307,820.85	1.27
1.24	13	\$8,979,163.38	1.55	\$15,533,413.87	1.69	\$12,681,795.46	1.37
1.24	14	\$11,143,765.70	1.62	\$19,686,479.83	1.82	\$17,055,770.07	1.48
1.24	15	\$13,308,368.03	1.69	\$23,839,545.79	1.95	\$21,429,744.68	1.58
1.24	16	\$15,472,970.36	1.76	\$27,992,611.75	2.09	\$25,803,719.29	1.69

4.2 Con presencia de enfermedades

		Escenario 1						
Tradicional B/C	Rendimiento alcanzado por la nueva variedad	Sin renovación		Renovación trienal		Renovación anual		
		Δ VPN BN	B/C	Δ VPN BN	B/C	Δ VPN BN	B/C	
0.88	11	\$17,721,515.94	1.36	\$18,834,052.83	1.34	\$16,848,669.20	1.12	
0.88	12	\$19,741,160.31	1.43	\$22,708,998.44	1.46	\$21,063,437.28	1.22	
0.88	13	\$21,760,804.68	1.49	\$26,583,944.04	1.58	\$25,278,205.36	1.32	
0.88	14	\$23,780,449.05	1.56	\$30,458,889.65	1.70	\$29,492,973.45	1.43	
0.88	15	\$25,800,093.41	1.62	\$34,333,835.26	1.82	\$33,707,741.53	1.53	
0.88	16	\$27,819,737.78	1.69	\$38,208,780.87	1.95	\$37,922,509.62	1.63	

		Escenario 2						
Tradicional B/C	Rendimiento alcanzado por la nueva variedad	Sin renovación		Renovación trienal		Renovación anual		
		Δ VPN BN	B/C	Δ VPN BN	B/C	Δ VPN BN	B/C	
0.88	11	\$19,316,053.48	1.41	\$21,893,376.70	1.43	\$18,599,940.99	1.16	
0.88	12	\$21,480,655.80	1.48	\$26,046,442.66	1.56	\$22,973,915.60	1.27	
0.88	13	\$23,645,258.13	1.55	\$30,199,508.62	1.69	\$27,347,890.22	1.37	
0.88	14	\$25,809,860.46	1.62	\$34,352,574.58	1.82	\$31,721,864.83	1.48	
0.88	15	\$27,974,462.78	1.69	\$38,505,640.54	1.95	\$36,095,839.44	1.58	
0.88	16	\$30,139,065.11	1.76	\$42,658,706.50	2.09	\$40,469,814.05	1.53	

4.3 Anexo 5. Inventario de Material de siembra producido

Como indica el Documento de MGA para la implementación de tecnología en un vivero piloto se planteó una meta de 144 hectáreas sembradas con semilla certificada. A continuación, se presenta la interpretación de la meta.

Como punto de partida para el registro de un vivero ante el ICA según la resolución ICA 3180 de 2009 “por medio de la cual se establecen los requisitos y procedimientos de la producción de material de propagación de frutales en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones”; es necesario que el vivero cuente con un lote de plantas madre, el cual se utilizará como fuente de cormos para ingresar a la cámara térmica, éste lote de plantas madre también debe registrarse ante el ICA y es indispensable para el registro del vivero.

Las plantas de lote madre, han sido seleccionadas por su rendimiento (peso de racimo), vigor, estado fitosanitario y certeza de la homogeneidad en la variedad para evitar mezclas de variedades. Características favorables que los agricultores deben tener y conservar en su material de siembra. El material de siembra propagado en cámara térmica y luego entregado a los agricultores debe ser utilizado como fuente inicial de semilla o como plantas madre en las fincas de los agricultores, para solo de aquellas plantas de origen conocido realizar procesos de inducción de colinos y obtener material de siembra, evitando de esta manera el ingreso de plagas y enfermedades a los predios.

Es por esta razón que dentro de las 144 hectáreas se debe tener en cuenta los retornos o colinos provenientes de plantas sembradas en campo que fueron previamente propagadas en cámara térmica. Asomusáceas realiza un monitoreo periódico a predios de socios que tienen plantas provenientes de cámara térmica con el fin de mantener el buen estado fitosanitario de las plantas. Los predios o fincas que están bajo monitoreo y que pueden ser visitados por la supervisión del proyecto son: La Daniela, La Tribuna, La Coqueta, La Sonora, El Rocío, La Euclivia, Miraflores, Los Álamos, Alto Bonito, San Isidro, El Bosque, Villa Melani.

Semilla producida hasta Marzo de 2018 en Asomusáceas	Semilla producida en CIAT en 2019	Semilla producida en Asomusáceas en 2019	Inventario de Colinos de campo de plantas provenientes de cámara térmica con seguimiento de Asomusáceas en Caicedonia	
27599	2742	6106	19781	
			56228	Total plantas
			66.93809524	Equivalente en Hectáreas (2.37x5.01) 842 plantas /Ha
			82797	Colino generado a marzo de 2019 partiendo de la producción de marzo de 2018 (en un año 3 colinos de una planta en campo)
			165.5	Total hectáreas a densidad de siembra 842 plantas /Ha

Los reportes detallados por finca, de los inventarios de colinos producidos en campo de plantas provenientes de cámara térmica y con seguimiento de Asomusáceas se encuentran en los informes técnicos No 28 y 29. Los soportes de las brotes cosechados en Asomusáceas en la cámara térmica construida en Caicedonia , se encuentran en los Informes técnicos No 27, No 28 y 29 como documentos anexos, en Asomusáceas se encuentran copias de los respectivos reportes de producción de material vegetal los cuales pueden ser revisados por la supervisión del proyecto en cualquier momento.

Como soporte del material de siembra producido hasta marzo del 2018 se tiene el “Informe de supervisión a cámara térmica y vivero piloto” realizado por la supervisión el 24 de octubre de 2018, en el cual están revisan los listados de Asomusáceas y están de acuerdo con la cifra de 27599 plantas.