



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS

VERITATE SOLA NOBIS IMPONETUR VIRILISTOGA. 1948

Facultad de Ciencias Económica
Departamento de Contabilidad y Finanzas

Tesis presentada en opción al título de Licenciado en
Contabilidad y Finanzas.

Trabajo de Diploma

Título:

Perfeccionamiento del cálculo del costo de producción en la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas Biofábrica Villa Clara.

Autor: Danaysi Acosta Pando

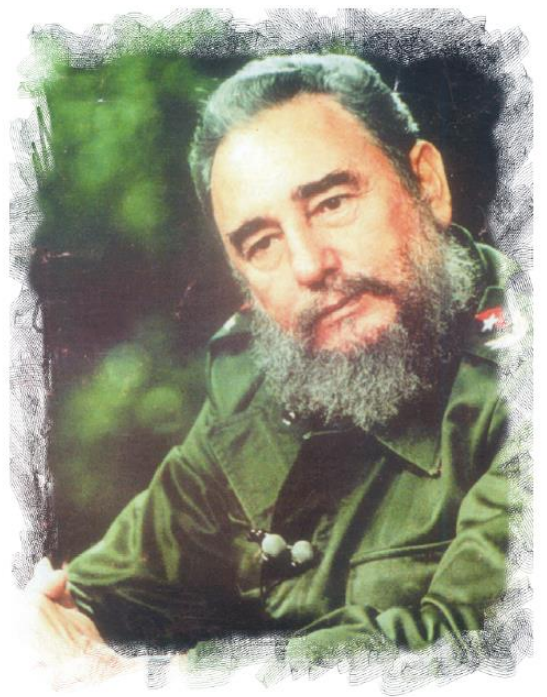
Tutora: Msc. Patricia Díaz Caballero.

2016-2017



"Necesitamos conocer los costos, y contar con una base para conocer el valor de la producción, una buena base para calcular los valores. No es fácil elaborar la base para calcular el valor de lo que se produce. Para nosotros es muy importante elaborarlo, porque precisamente es la diferencia sobre el valor y el costo lo que permite detectar la eficiencia".

Fidel Castro Ruz



El hecho de agradecer no es simplemente reconocer el apoyo que nos brindan, es guardar un pequeño espacio en nuestro corazón hacia quienes, en algún momento, te ofrecen su mano para caminar por la vida como una pura y genuina muestra de amor.

En Especial a:

Mis padres por depositar en mí su confianza y no dudar en sacrificios para convertirme en una profesional.

Mi novio, por comprenderme en los momentos de tensión y ofrecerme su cariño tan especial.

En fin, a todas aquellas personas que de una forma u otra contribuyeron a lo largo de mi carrera y a la realización de éste trabajo de diploma, aunque no puedo dejar de mencionar a:

Mi amiga Lixandra por su amistad y entrega.

Mis compañeros por compartir momentos inolvidables durante todo el transcurso de la carrera.

A mi tutora Patricia por su interés y dedicación durante la investigación.

Al departamento de Contabilidad de la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas Biofábrica Villa Clara y en especial a Melissa.

A mis profesores de la carrera, en especial a Manuel Guerra y Pablo Portal.

A mis compañeros de trabajo y en especial a mi jefa Yilian, Carmencita, Luis Mesa, Aimee Pando.

A todos llegue mis más sinceros agradecimientos con todo cariño porque sin su ayuda y apoyo este triunfo no hubiese sido posible.

¡¡¡De corazón Gracias!!!



El desarrollo de la Biotecnología en Cuba es conocido fundamentalmente por los resultados en el campo de la salud humana, los cuales son de gran relevancia, siendo poco conocido el desarrollo de la Biotecnología Agrícola, a la cual se ha prestado atención priorizada. Este trabajo se realizó en la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas Biofábrica Villa Clara, perteneciente al Ministerio de la Agricultura, con la finalidad de determinar las bases para el perfeccionamiento del cálculo del costo de producción en la Biofábrica, a través de la micropropagación vía organogénesis. Para el cumplimiento del objetivo se realizó una amplia búsqueda bibliográfica, así como también un estudio de las características de la entidad y del proceso tecnológico, las cuales aportaron la base para el desarrollo de la investigación, proporcionando elementos importantes para la formulación del diagnóstico. Se logra la clasificación correcta de los centros de costo de apoyo y directos a la producción y la distribución de los gastos indirectos de producción empleando el método directo. Se proponen una serie de modelos para captar la información primaria, lo cual permite la organización de la información contable. Finalmente se arribaron a conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación realizada con resultados satisfactorios.



The development of Biotechnology in Cuba is known mainly for the results in the field of human health, which are relevant, being little known the development of Agricultural Biotechnology, which has been given priority attention. This work was carried out in the Producing and Commercializing Company of Seed Biofactory of Villa Clara, belonging to the Ministry of Agriculture, with the purpose of determining the bases for the perfection of the calculation of the cost of production in the Biofactory, through the micropropagation via organogenesis. In order to fulfill the objective, an extensive bibliographical search was carried out, as well as a study of the characteristics of the entity and the technological process, which provided the basis for the development of the research, providing important elements for the formulation of the diagnosis. The correct classification of support and direct cost centers is achieved for the production and distribution of indirect production costs using the direct method. We propose a series of models to capture the primary information, which allows the organization of accounting information. Finally, we reached conclusions and recommendations derived from the research carried out with satisfactory results.

INDICE	
Resumen	
Introducción	1
Capítulo I: Fundamentos teóricos sobre la contabilidad de costos y la producción de vitroplantas mediante la micropropagación vía organogénesis.	6
1.1 Generalidades de la contabilidad de costos.	7
1.2 Conceptos y clasificaciones de costos	10
1.3 Sistema de costo por proceso	15
1.4 Características de la producción de vitroplantas mediante la micropropagación vía organogénesis.	23
Capítulo II: Caracterización y diagnóstico del sistema de costo en la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas Biofábrica Villa Clara.	32
2.1 Caracterización de la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas Biofábrica Villa Clara.	32
2.2 Descripción del proceso productivo	34
2.3 Diagnóstico de la situación actual de los costos en la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas Biofábrica Villa Clara.	45
2.4 Propuesta de inclusión de los gastos indirectos en la determinación del cálculo del costo en la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas Biofábrica Villa Clara.	53
Conclusiones	62
Recomendaciones	63
Bibliografía	64
Anexos	68



El continuo crecimiento de la población, y con ello el aumento de las necesidades alimenticias bajo las fuertes restricciones que genera la crisis económica mundial, unido al deficiente aprovechamiento de los recursos naturales, pone en situación desventajosa a los países más pobres o de escasos recursos naturales; de ahí la necesidad en la actualidad de emplear la ciencia y la técnica en aras de propiciar mejores soluciones a los problemas y disyuntivas existentes, y le corresponde a la investigación científica la responsabilidad del progreso de nuevas tecnologías que minoren los costos y eleven la productividad del trabajo, sin ocasionar daños al medio ambiente.

La economía mundial actualmente se desenvuelve bajo condiciones caracterizadas por el acelerado proceso de globalización e internacionalización, así como por los avances en la ciencia y en la técnica, situación que ha incidido que en Cuba en los últimos años se apostara, como vía de fortalecer la economía y enfrentar la creciente demanda alimenticia, al desarrollo de la investigación científica. Diversos centros de investigación y producción, han sido inaugurados en las pasadas dos décadas de la Revolución, para dar respuesta a necesidades, no solo nacionales, sino del mundo en general.

Los requerimientos en la agricultura promovieron el ascenso de la biotecnología vegetal especialmente en la aplicación y desarrollo de las técnicas de cultivo de tejidos, las cuales brindan grandes posibilidades para la propagación y mejora de la producción vegetal (Martín, 2001).

La aplicación de las técnicas de cultivo *in vitro* en la producción masiva de vitroplantas ha sido generalizada internacionalmente existiendo un creciente interés en los últimos años en la aplicación de las mismas como una alternativa para la propagación de plantas de importancia económica; existiendo en el mundo en el año 1984 alrededor de 200 laboratorios dedicados a la micropropagación comercial, superando las 550 en la actualidad con una producción comercial de vitroplantas de diferentes especies superior a los 6 millones.

Entre los países de mayor producción de vitroplantas se encuentran: Estados Unidos (150 millones) con 5 superlaboratorios con una producción superior a 15 millones en cada uno; Holanda, con más de 60 millones; Francia, con más de 40 millones e Italia, con 30 millones.



En Cuba la aplicación de las técnicas de propagación masiva de vitroplantas, surge a partir del año 1987 toda una red de laboratorios, surgiendo el nombre de Biofábricas que no es un término sino una concepción de trabajo que abarca desde la fase de laboratorio hasta la plantación de las vitroplantas en el campo.

A partir de los trabajos que se comenzaron en banano, plátano y caña de azúcar a mediados de la década del 1980 con el empleo de las técnicas del cultivo *in vitro*, unido a la construcción y puesta en funcionamiento de esta red de 15 Biofábricas dentro de las cuales existen 6 con una capacidad de producción superior a los 5 millones de vitroplantas al año; con una posibilidad total de más de 140 plazas de flujo laminar, da un potencial de más de 60 millones y una producción en el año 1995 de más de 30 millones de vitroplantas.

En el cultivo de bananos y plátanos la propagación masiva se emplea como el método fundamental de multiplicación, siendo la planta más micropropagada en el país con una producción total hasta el año actual de aproximadamente 60 millones de vitroplantas, siendo la caña el cultivo que le sigue en plantas micropropagadas con una producción de 6 millones, la papa con aproximadamente 1.5 millones y la piña y ornamentales con más de 0.5 millones respectivamente, esto unido a otras producciones menores: Fresa, Malanga, Topinambur y Col Morada, reporta una producción total histórica en las Biofábricas de Cuba de aproximadamente 68 millones. Entre ella se encuentra la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas Biofábrica Villa Clara, la cual se subordina al MINAG (Ministerio de la Agricultura), cuya actividad fundamental es producir y comercializar semillas, además de comercializar insumos para la producción de semillas. Esta actividad comprende acopiar de formas mayoristas y minoristas semillas agámicas, botánicas y biotecnológicas para la producción vegetal.

Es la propagación masiva de plantas el objeto práctico de la investigación que sirve de base al presente trabajo, con la característica que se trata de una empresa productiva desarrollada en el marco de una actividad empresarial.

En la entidad estudios anteriores solo han revelado un diagnóstico de los costos, he aquí el interés en conocer cuáles son sus problemas en cuanto a la actividad de costos, y como eliminarlos de forma tal que contribuya al beneficio tanto del área económica como los clientes de la entidad. Para esta investigación se consultó



entre otras la tesis doctoral “El costo de producción en proceso de micropropagación para biofábricas de múltiples cultivos” de la autora Marili Martín García, la cual nos sirve como referencia.

En la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas Biofábricas Villa Clara, se determina el costo a partir de la fase II (Multiplicación) sin tenerse en cuenta los gastos incurridos en la fase I (Establecimiento del cultivo *in vitro*). Los centros de costo están clasificados como directos a la producción y no se diferencian los que pertenecen a centros de costo de apoyo. Los gastos indirectos se reconocen solo en el centro de costo Fase de Adaptación, mientras que los costos de producción se traspasan únicamente del área Laminar hacia la Fase de Adaptación, por tanto, no se obtiene la información precisa y oportuna de los gastos por cada una de las fases, para solucionar lo antes planteado se define como **problema científico**: ¿cómo perfeccionar del cálculo del costo de producción en la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas Biofábrica Villa Clara?

Objetivo General: Perfeccionar el cálculo del costo de producción en la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas Biofábrica Villa Clara.

1. Objetivos Específicos:

1. Elaborar el Marco Teórico Referencial de la investigación asociado a las características específicas que introduce la tecnología de la organogénesis, a la aplicación de los sistemas de costo por procesos.
2. Diagnosticar el sistema de costo utilizado en la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas Biofábrica Villa Clara.
3. Establecer los centros de costo de apoyo y directo a la producción.
4. Definir el método a emplear para distribuir los gastos indirectos de producción en la Biofábrica.

Hipótesis de la Investigación:

Si se perfecciona el cálculo del costo de producción entonces la entidad podrá conocer el costo real de sus producciones como base indispensable para el análisis de eficiencia.



Los principales resultados de la investigación realizada, así como su novedad científica, parten del tratamiento del proceso productivo que se genera en las biofábricas, un proceso agro-industrial que exige la aplicación de variantes a las técnicas de costo concebidas para la actividad industrial y que imprime un sello diferente, sobre todo en el tratamiento de la información de producción, ya que se parte de un proceso biológico que introduce particularidades a considerar en el cálculo del costo que hacen compleja la determinación de qué datos recopilar y cómo. La vinculación entre ambos tipos de producción es difícil debido a las diferentes características que regulan el desarrollo de cada una de ellas: la industria, regida por flujos de producción pronosticables, continuos y controlables, y los procesos biológicos, sujetos a los riesgos y ritmos estacionales que genera trabajar con organismos vivos (Martín, 2001).

Todo lo anteriormente expuesto pone en evidencia el aporte metodológico que brinda el presente trabajo, así como su valor práctico, al proporcionar a la gerencia una herramienta que le brinda elementos necesarios para mejorar la gestión económica y su contribución como pautas básicas a una línea doctoral.

El análisis que se realiza, estimula a los trabajadores a mejorar la gestión en la utilización de los recursos, de tal forma que la disminución de los índices de pérdidas o el incremento de los coeficientes de multiplicación representen para ellos valores monetarios que afectan los resultados del período.

La biotecnología ofrece a la agricultura grandes posibilidades para lograr un desarrollo más acelerado y eficiente, entre las cuales se encuentran el aislamiento de células, tejidos u órganos de las plantas para hacerlas crecer en condiciones controladas (*in vitro*). El cultivo de tejidos vegetales se refiere al crecimiento y desarrollo de órganos o secciones, tejidos, células o protoplastos sobre un medio nutritivo y en condiciones de asepsia (Veitez, A. et al, 1994:15). El cultivo de tejidos se utiliza hoy fundamentalmente como medio de propagación clonal, a través de la regeneración de plantas a partir de fragmentos de órganos o callos. La regeneración de las plantas se puede realizar por dos vías: la organogénesis y la embriogénesis somática.

El trabajo está estructurado en dos capítulos:



Capítulo I: Marco Teórico Referencial. En el mismo se abordan las temáticas relacionadas con la generalidad de la contabilidad de costos, con conceptos y clasificaciones de los costos, sistema de costo por proceso, características de la producción de vitroplantas mediante la micropropagación vía organogénesis.

Capítulo II: Caracterización y diagnóstico del sistema de costos en la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas Biofábrica de Villa Clara. Se realizará la caracterización de la entidad objeto de estudio y descripción del proceso productivo, además de definir la situación actual de los costos en la entidad, así como la propuesta de centros de costo de apoyo y directos a la producción y el método utilizado para distribuir los gastos indirectos de producción.

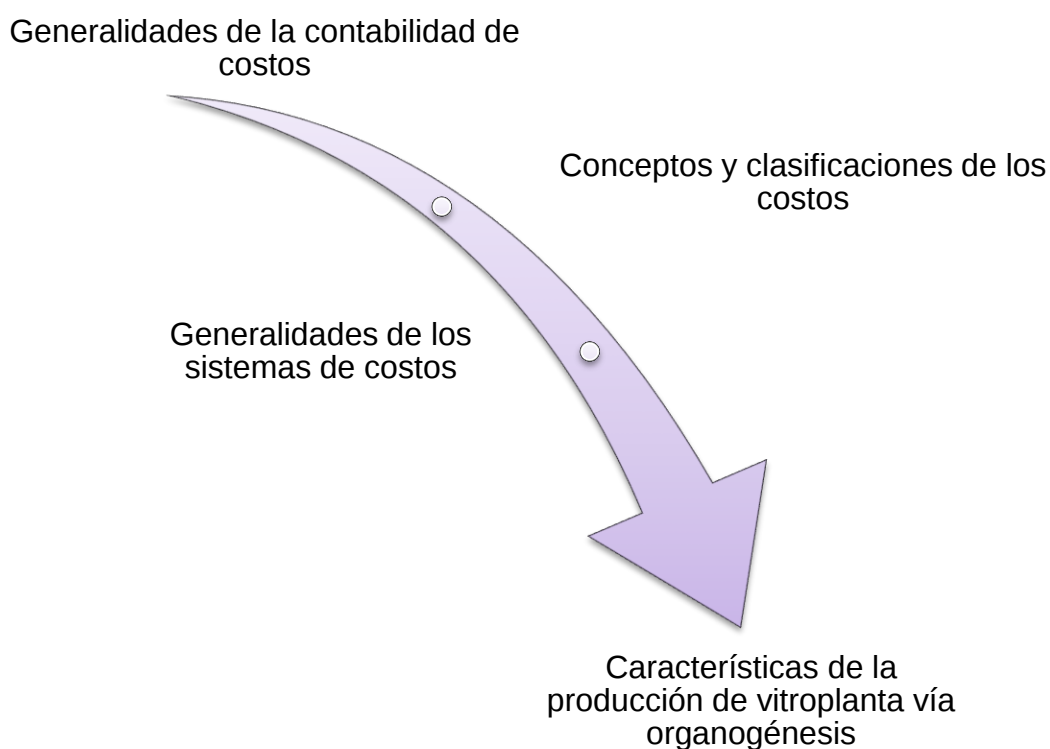
Para el cumplimiento de nuestro objetivo se realizó una amplia búsqueda bibliográfica, se realizaron entrevistas, revisión documental y se tomó en cuenta el criterio de expertos. Finalmente se arriban a conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación realizada.



Capítulo I: Fundamentos teóricos sobre la contabilidad de costos y la producción de vitroplantas mediante la micropropagación vía organogénesis.

En el desarrollo de este capítulo se abordarán con énfasis los conceptos teóricos necesarios para conformar el marco teórico referencial de la investigación. El mismo está estructurado en tres epígrafes, en el primero se hace referencia a las generalidades de la contabilidad de costo, en el segundo se abordan elementos relacionados sobre los conceptos y clasificaciones de los costos, en el tercero principales características de los sistemas de costos y en el cuarto se caracterizan las producciones de vitroplantas por la vía organogénesis.

El hilo conductor de este capítulo (Figura 1.1) constituye una guía de referencia para alcanzar los objetivos del mismo.





1.1 Generalidades de la contabilidad de costos.

El campo de la Contabilidad es amplio, puede dividirse en Contabilidad Financiera y Contabilidad de Costos o Gerencial. La Contabilidad Financiera se interesa por los estados financieros primordialmente, para uso externo por parte de inversores, acreedores, sindicatos, analistas financieros, agencias gubernamentales y otros grupos interesados.

Según la bibliografía tradicional coexisten varios criterios por diversos autores en cuanto a la terminología de contabilidad de costos los cuales de una forma u otra han hecho aportes de carácter meritorios.

"La contabilidad de costos es una fase amplificadora de la contabilidad general o financiera de cualquier entidad industrial o manufacturera, proporciona rápidamente a la gerencia los datos relativos a los costos de producir o vender cada artículo, facilitando la preparación de una serie de informes que ayudan a la toma de decisiones de la gerencia, ya que un buen sistema de contabilidad de costo no solo se limita a la función contable, sino también a llevar el control de costos, que se refiere a la mejor manera de utilizar los recursos" (Horngren, 1994).

"La contabilidad de costos es una parte de la contabilidad que tiene por objeto la captación, medición, registro, valoración y control de la circulación interna de los valores de la empresa, al objeto de suministrar información para la toma de decisiones sobre la producción, formación interna de precios de costos y sobre la política de precios de venta y análisis de los resultados, mediante el contraste con la información que revela el mercado de factores y productos sobre la base de las leyes técnicas, económicas y sociales que rigen el comportamiento de los fenómenos empresariales" (Cuevas V., 2001, p. 61).

"Constituye la fase más dinámica de todo el campo de la contabilidad porque está entrelazada con la propia administración. Esta es una función de servicio cuyo principal propósito es ayudar a la administración a planear y controlar las operaciones". (Charles T. Horngren, 2005: 8)



“Se trata de una rama de la contabilidad que intenta recopilar, clasificar, distribuir e informar sobre los costos incurridos en la transformación de bienes” (Maldonado, 2006: 12).

“Mide, analiza y reporta datos financieros y no financieros que se relacionan con los costos de adquisición o consumo de recursos en una organización. Describe las actividades de los gerentes en la planeación y control de costos en el corto, mediano y largo plazo. Involucra la reducción continua de costos, además es un aspecto clave en el desarrollo e implementación de las estrategias gerenciales de la administración” (Estefanía y Luisa María ,2011: 8).

Como se ha mostrado la contabilidad de costos es una rama de la contabilidad que acumula internamente la información relacionada con los costos y tiene como propósito predeterminar, registrar, acumular, distribuir, controlar, analizar, interpretar e informar de los costos de producción, distribución, administración y financiamiento para el uso interno de los directivos.

A través de estos, se puede llegar al desarrollo de las funciones de planificación, control y toma de decisiones dentro de una empresa mediante la aplicación de técnicas específicas.

Entre los diferentes fines más relevantes que tiene la contabilidad de costos se encuentran: analizar el costo de los productos vendidos con el fin de calcular la utilidad o pérdida en el período y así presentarla en el Estado de Ganancias y Pérdidas. Determinar el costo de los inventarios de los productos fabricados para efectos de presentación del Balance General. También servir de fuente de información de costos para estudios económicos, decisiones especiales, e inversiones de capital a largo plazo y dotar a la gerencia de una herramienta útil para la planeación y el control sistemático de los costos de producción. (Hargadón, 1985).

Los principales objetivos de la contabilidad de costos:

- Proporcionar información oportuna y suficiente para una mejor toma de decisiones.



- Generar información para ayudar en la planeación, evaluación y control de las operaciones de la empresa.
- Determinar los costos unitarios para evaluar los inventarios de producción en proceso y de artículos terminados.
- Generar informes sobre el costo de los artículos vendidos, para determinar las utilidades.
- Contribuir a la planeación de utilidades proporcionando anticipadamente los costos de producción, distribución, administración y financiamiento.
- Contribuir en la elaboración de los presupuestos de la empresa, programas de producción, ventas y financiamiento.

Además esta ciencia se caracteriza por:

- Ser analítica, puesto que se planea sobre segmentos de una empresa y no sobre su total.
- Previsora del futuro, a la vez que registra los hechos ocurridos.
- Los movimientos de las cuentas principales son en unidades.
- Sólo registra operaciones internas.
- Reflejar la unión de una serie de elementos: materia prima, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación.
- Determinar el costo de los materiales usados por los distintos sectores, el costo de la mercadería vendida y el de las existencias.
- Sus períodos son mensuales y no anuales como los de la contabilidad general.
- Su idea implícita es la minimización de los costos.
- Mediante el control de los costos los administradores pueden verificar si los costos reales se ajustan a los costos predeterminados para poder ver si existe alguna desviación, y así medir la eficiencia, para poder garantizar un uso más racional de los recursos.



1.2 Conceptos y clasificaciones de costos.

Innumerables son los autores que han abordado el término de contabilidad de costos, añadiendo puntos interesantes, válidos y de carácter meritorios para la realización de posteriores estudios.

El costo es una erogación que se asigna al producto, es decir que forma parte del valor de los bienes que se produce y que en vez de desaparecer, como es el caso del gasto, continúa en el inventario, desembolso de efectivo y otros valores, que representa el costo inicial de un activo o servicio adquirido. Además, se deben incluir los costos adicionales que permiten que el activo rinda los beneficios esperados (transporte, costos de instalación, etc.) (Fornos, 2003: 14).

“Son la suma de esfuerzos y recursos que se han invertido para producir algo.” (Del Rio González, 2004).

“Recursos sacrificados o dados a cambio para alcanzar un objetivo específico”. Charles T. Horngren (2005: 20).

“Los costos representan la porción del precio de adquisición (de productos, servicios o elementos del inmovilizado) que no se ha aplicado a la obtención de los ingresos de la empresa, como por ejemplo, las existencias en almacén, ya que son artículos que tienen valor, pero al no venderse no han entrado a formar parte de los resultados de la empresa” (Ripoll, 2007: 17).

“Es el valor monetario de los recursos que se entregan o prometen entregar, a cambio de bienes o servicios que se adquieren.” (García Colín, Contabilidad de costos).

“Es el conjunto de pagos, obligaciones contraídas, consumos, depreciaciones, amortizaciones y aplicaciones atribuibles a un período determinado, relacionadas con las funciones de producción, distribución, administración y financiamiento” (Ortega Pérez de León, Contabilidad de costos).



Se denomina costo a todos los desembolso relacionados con la producción, puesto que se incorporan en los bienes producidos y quedan por lo tanto capitalizados en los inventarios hasta tanto se vendan los productos. Estos desembolsos están relacionados con Materiales Directos (MD), Mano de Obra Directa (MOD) y Costos Indirectos de Fabricación (CIF) necesarios para convertir la materia prima en productos terminados con la integración del elemento humano (Trabajadores) y el elemento técnico (las máquinas). También podemos afirmar que costo es aquel desembolso en se incurre directa o indirectamente en la adquisición de un bien en su producción.

Los elementos del costo que intervienen en el proceso de transformar la materia prima en productos terminados son tres: materia prima directa, mano de obra directa y gastos indirectos de fabricación.

Materia prima: Son los materiales que serán sometidos a operaciones de transformación o manufactura para su cambio físico y/o químico antes de que pueda venderse como producto terminado y se divide en:

- *Materia prima directa:* son los materiales sujetos a transformación que se pueden identificar o cuantificar plenamente con los productos terminados.
- *Materia prima indirecta:* son los materiales sujetos a transformación que no se pueden identificar o cuantificar plenamente con los productos terminados.

Mano de obra: Es el esfuerzo humano que interviene en el proceso de transformación de las materias primas en productos terminados y se divide en:

- *Mano de obra directa:* son los salarios, prestaciones y obligaciones a que dan lugar todos los trabajadores de fábrica cuya actividad se puede identificar o cuantificar plenamente con los productos terminados.
- *Mano de obra indirecta:* son los sueldos, salarios, prestaciones y obligaciones a que dan lugar todos los trabajadores o empleados de la fábrica cuya actividad no se puede identificar o cuantificar plenamente con los productos terminados.



Gastos indirectos: son aquellas erogaciones necesarias para la fabricación (transformación de los materiales o insumos en productos terminados), como Materiales indirectos (MI) y Mano de obra indirecta (MOI) que no pueden identificarse plenamente con una unidad de producción, como por ejemplo: MI: materiales o insumos como pegantes, tachuelas, en general, materiales acerca de los cuales no es fácil o no es práctico conocer la cantidad exacta del mismo dentro del artículo, bien o producto, o que en caso contrario, su costo tiene muy poca participación dentro del costo total del producto; MOI: los salarios de los jefes de departamento y el personal del área productiva, los salarios de los supervisores; Por otra parte, el tercer componente de los CIF son los llamados gastos generales de fabricación, como son los gastos de mantenimiento, lubricantes, repuestos menores, etc., la vigilancia de la planta de producción, los seguros de las maquinarias, las depreciaciones de los equipos, el alquiler de la planta de producción (es el edificio en donde está instalada la capacidad de producción, representada por máquinas, equipos y personal), los servicios públicos, el impuesto predial (en lo que corresponde únicamente al área de producción), etc. Todos estos son los que se conoce como el tercer elemento del costo.

Los costos pueden clasificarse de acuerdo con el enfoque que se les dé y pueden ser:

De acuerdo en la función en que se incurre:

Costos de producción (costos): son los que se generan en el proceso de transformar la materia prima en productos elaborados. Son tres los elementos que integran el costo de producción: materia prima directa, mano de obra directa y cargos-gastos indirectos de fábrica.

Costos de distribución (gastos): son los que se incurren en el área que se encarga de llevar los productos terminados desde la empresa hasta el consumidor e incluso se consideran los sueldos y salarios.



Costos de administración (gastos): son los que se originan en el área administrativa, o sea, los relacionados con la dirección y manejo de operaciones generales de la empresa.

Costos financieros (gastos): son los que se originan por la obtención de recursos ajenos que la empresa necesita para su desenvolvimiento.

De acuerdo al período en que se llevan al estado de resultados:

Costos del producto o costos inventariables (costos): son aquellos que están relacionados con las funciones de producción. Estos costos se incorporan a los inventarios de materia prima, producción en proceso y artículos terminados. Además, se reflejan como activos dentro del balance general. Los costos del producto se llevan al estado de resultados cuando y a la medida que el producto se vende, afectando el renglón del costo de venta.

Costos del período o costos no inventariables (gastos): son aquellos costos que se identifican con intervalos de tiempo y no con los productos elaborados. Se relacionan con las funciones de administración y distribución. Se llevan al estado de resultados en el período del cual incurren.

De acuerdo a su comportamiento respecto al volumen de producción o venta de artículos terminados:

Costos fijos: son aquellos que permanecen constantes en su magnitud dentro de un período determinado, independientemente de los cambios registrados en el volumen de las operaciones realizadas (rentas, depreciación, sueldos y prestaciones, predial, etc.)

Costos variables: Son aquellos costos cuya magnitud cambia en razón directa al volumen de operaciones realizadas. Por ejemplo: comisiones a los vendedores,

Costos semifijos, semivariables o mixtos: son aquellos costos que tienen elementos tanto fijos, como variables.



De acuerdo al momento en que se determinan los costos:

Costos históricos: son aquellos costos que se determinan con posterioridad a la conclusión del período de costos (primero contabilizar y hasta que se termine la producción ya se tendrán los elementos del costo total).

Costos predeterminados: son aquellos que se determinan con anterioridad al período de costos o durante el transcurso del mismo.

Por su identificación:

Costos directos: son aquellos que se pueden identificar o cuantificar con los productos terminados o áreas específicas.

Costos indirectos: son aquellos que no se pueden identificar o cuantificar plenamente con los artículos terminados o áreas específicas.

Los costos indirectos, están conformados por todos los costos de producción que son diferentes a los materiales directos y la mano de obra directa, o dicho de otra manera por todos los costos de producción que no constituyen ni materiales directos ni mano de obra directa. Como ejemplos de gastos indirectos de fabricación se pueden citar los costos por concepto de agua, luz, teléfono, depreciación, impuestos seguros, etc. El total de los gastos indirectos de producción comúnmente representa una porción importante de la totalidad de los costos en una empresa. Sin embargo, las partidas individuales de los gastos indirectos generalmente no son cuantiosas en comparación con el material y la mano de obra directa a la producción.

A los fines de realizar la distribución de los gastos indirectos de fabricación de los departamentos de servicios (apoyo) entre los departamentos productivos (directos) se hace necesario el cálculo de las tasas de distribución para lo cual hay que seleccionar la base que sea más adecuada a dicho fin.

El procedimiento para el traslado de los gastos de los departamentos de servicio hacia los departamentos productivos se denomina **distribución secundaria**.



La misma se realiza a través del uso de determinados métodos, entre los que pueden mencionarse:

- Método escalonado
- Método directo
- Método recíproco

El método directo es mucho más sencillo en su aplicación por cuanto el mismo se sustenta en el supuesto de que los departamentos de servicios o apoyo no se prestan servicios entre si y por tanto cada uno de ellos sólo habrá de distribuirse entre los departamentos productivos o directos. Esto implica que no existe un orden determinado para efectuar la asignación y los gastos a distribuir sólo son los que tiene el departamento, al no recibir cargos de otro.

1.3 Sistema de costo por proceso.

Los sistemas de costos son un conjunto de métodos, normas y procedimientos, que rigen la planificación, determinación y análisis del costo, así como el proceso de registro de los gastos de una o varias actividades productivas en una empresa, de forma interrelacionada con los subsistemas que garantizan el control de la producción y/o servicios y de los recursos materiales, laborables y financieros.

Un sistema de costos debe cumplir diversas funciones como: servir de base para la confección del plan de costos, la medición de su cumplimiento y aportar elementos para la planificación de períodos futuros, medir el comportamiento de los gastos en las distintas áreas de responsabilidad y propiciar la toma de decisiones, evaluar el uso y explotación de los medios básicos, brindar la posibilidad de obtener los costos reales en función del tiempo o por unidad de producto, por proceso o actividades, brindar los datos para la formación de precios y de las tarifas de los servicios.

Dentro de los objetivos de un sistema de costos se encuentran: fijar pautas a las que se someten los procedimientos de asignación de costos, determinar los criterios a aplicar en la distribución y prorrateo de los gastos. Así como establecer la oportunidad o fecha en que deben ser calculados los costos, las modalidades de



cálculo, las bases que se pueden utilizar, como tienen que ser tratados ciertos costos, forma de determinar los costos totales y unitarios, así como la metodología para el presupuesto de costos y determinación de estándares.

Se considera además que los sistemas de costos están dirigidos a los objetivos básicos siguientes: los departamentos, los productos o servicios y las actividades.

Las empresas con frecuencia teniendo en cuenta el tipo de proceso de fabricación adoptan uno de los sistemas básicos de costo:

- Sistema de costo por Órdenes de producción.
- Sistema de costo por Proceso.

Por órdenes de producción:

- Se presenta cuando la producción tiene un carácter lotificado, discreto, que responde a instrucciones concretas y específicas de producir uno o varios artículos o un conjunto similar de los mismos.
- Para el control de cada partida de artículos se requiere, por consiguiente, la emisión de una *orden de producción*.
- En este procedimiento cada persona produce a través de órdenes y generalmente se hace por lotes, lo que hace que la identificación de costos sea más específica.

Por procesos productivos:

- Se presenta cuando la producción no está sujeta a interrupciones, sino que se desarrolla en forma continua e ininterrumpida, de tal manera que no es posible tomar decisiones aisladas para producir uno u otro artículo, sino que la producción está sujeta a una secuencia durante períodos indefinidos. La producción es en serie o en línea.
- En el *Sistema de costos por procesos* el costo se obtiene hasta que se hace el cierre o inventario final, y siempre se calcula de manera más general.



Para decidir el sistema de costo a implantar en una entidad, hay que tener en cuenta los factores determinantes para ello; los cuales se nombran a continuación (Ripoll, 2003):

- Características de la empresa.
- Tipo de actividad.
- Objetivos que se pretende alcanzar con el sistema.
- Necesidades de información.
- Información disponible.
- Costo que esté dispuesto a soportar por el sistema de costo.

El costeo por procesos se ocupa del flujo de las unidades a través de varias operaciones o departamentos, sumándosele más costos adicionales en la medida en que avanzan. Los costos unitarios de cada departamento se basan en la relación entre los costos incurridos en un período de tiempo y las unidades terminadas en el mismo período. Un sistema de costos por proceso tiene las siguientes características (León, 2005): los costos se acumulan sobre la base del tiempo, por lo general mensual o trimestral, en dependencia del tipo de producción, los gastos se acumulan por departamentos y centros de costos o procesos, la producción es objeto de registros periódicos por departamento, centro de costos y procesos. También el costo unitario se calcula dividiendo el costo en cada departamento o proceso entre la cantidad de unidades equivalentes. Los costos unitarios de los distintos períodos tienden a ser similares, ya que todas las unidades reciben el mismo tratamiento y requieren los mismos recursos y por último los costos se transfieren de un departamento a otro.

Se describen cinco pasos importantes en la contabilización de los costos por procesos según Charles Horngren; en ocasiones aparecen sintetizados en cuatro, como plantean Polimeni y Rayburn, que unifican los dos últimos pasos en solo uno. De todos ellos se puede generalizar que para proceder al cálculo de los costos es necesario contar con toda la información física y monetaria relacionada con el costo



de producción que se procesará a través de los pasos que establece el sistema.

Se puede entonces asegurar que antes de determinar en este sistema el costo de producción, se deben acometer las siguientes fases: (Martín García, 1996, pp. 30-31)

- Elaboración del flujo del proceso productivo, donde se establezcan los departamentos de producción y los de servicio, con el fin de conocer cómo discurre el producto por cada fase del proceso.
- Diseño de los centros de costo y las responsabilidades en cada uno de ellos.
- En el horizonte temporal en el cual se está llevando a cabo el cálculo, localizar en cada centro de costo los costos indirectos de producción del período.
- Calcular la unidad de actividad o de obra de cada uno de los centros de costo, es decir, medir la causalidad de las unidades de actividad en relación con cada elemento de costo acumulado en el centro.

La primera fase permitirá establecer los mecanismos necesarios para captar toda la información relacionada con el flujo de los productos y realizar los dos primeros pasos que plantea el sistema:

1. Resumir el flujo de las unidades físicas.
2. Calcular la producción equivalente.

El resto de las fases permite proceder a los tres pasos siguientes:

3. Resumir los costos totales.
4. Calcular los costos unitarios.
5. Aplicar los costos totales a las unidades de la producción equivalente.



Paso 1: Informe del movimiento de las unidades.

En la elaboración de este paso influye directamente la complejidad del proceso productivo, que determina su amplitud y laboriosidad. Es un paso muy importante porque suministra la información primaria de producción para el cálculo del costo, donde además de la información contable tradicional de carácter financiero, se hacen necesarios datos del entorno e información no financiera procedente de la propia empresa. (Álvarez, 1994)

Es necesario hacer algunas precisiones en cuanto al término pérdidas o material dañado, pues debe distinguirse entre los términos productos dañados, productos defectuosos, materiales de desperdicio y de desecho, porque, aunque todos implican una pérdida de valor, esta puede referirse a los materiales empleados o al producto obtenido.

La cantidad disponible está formada por las existencias físicas al comenzar el período que se informa y las entradas habidas durante el mismo. El destino dado a las unidades disponibles puede ser terminadas y transferidas, terminadas y no transferidas, y unidades que aún no se han completado.

Hay que destacar que los resultados que se reflejan en las dos partes del informe tienen que ser iguales, debido a que son las mismas unidades vistas en dos momentos del período económico, o sea, al iniciar el mismo y una vez concluido el proceso.

Paso 2: Producción equivalente.

La producción equivalente es la presentación de las unidades incompletas en términos de unidades terminadas más el total de unidades actualmente terminadas, es un elemento básico en un sistema de costo por proceso, pues constituye la base en la determinación del costo unitario. (Polimeni, et al., 1991, p. 246)

El estado de la producción equivalente es básico en el costeo por procesos, ya que en la mayoría de los casos todas las unidades no son terminadas durante el período, sino que se encuentran en proceso en las distintas fases de la producción



y las mismas deben expresarse en términos de unidades equivalentes a terminadas, para poder determinar los costos unitarios.

La producción equivalente es la presentación de las unidades incompletas en términos de unidades equivalentes a terminadas, más el total de unidades actualmente terminadas. (Rayburn, 1993)

Para la elaboración de la producción equivalente se agrupan los elementos de gasto de acuerdo con el momento en que se incorporan al proceso productivo, generalmente los materiales directos, los costos de mano de obra directa y los gastos indirectos de fabricación son aplicados de forma diferente, por lo que la producción equivalente comúnmente la dividimos en estas categorías, es decir, considerando en términos de dosis o porcentaje de materiales y costos de conversión lo incorporado en el período a los diferentes grupos de producción, o sea, terminada y en proceso.

Es importante señalar algunos aspectos que caracterizan la definición de los grados de terminación de las unidades en proceso en función del recurso que se esté analizando, dado que no todos se incorporan al producto al mismo tiempo, ni de la misma forma como se señaló anteriormente.

Por lo general, los materiales directos se introducen en el proceso productivo en tres momentos:

- Al inicio del proceso productivo, tal es el caso de la caña en el proceso de la fabricación del azúcar, por lo que se afirma que toda la producción en proceso en este caso contiene el 100 % del material incorporado.
- Al final del proceso productivo, como resulta en un departamento de Empaquetado con su material fundamental, el envase, que se adiciona al final, por lo que la producción en proceso no contiene nada del material fundamental, o sea, 0%.
- En un punto determinado del proceso, que bien puede ser cuando la producción está al 50%, 70% de terminación, como puede ser un material



que proporcione cierta cualidad al producto en un proceso determinado, típico en producciones químicas como las pinturas.

Unido a lo anterior hay que tener presente que en un proceso pueden introducirse dos o más materiales en cualquiera de los momentos antes señalados, lo que implicaría un análisis separado por cada uno de ellos. Es posible, además, en determinados procesos en departamentos posteriores al primero, no se incorporen materiales directos, en esos casos no se analiza el elemento materiales directos en el cálculo de la producción equivalente.

Los otros dos componentes del costo son la mano de obra directa y los gastos indirectos de fabricación, estos elementos se incorporan al producto de forma paulatina y durante todo el proceso de producción, por otra parte, son aspectos muy relacionados dado que son los hombres, los equipos, la energía, etc. son los encargados de la transformación de la materia prima en un nuevo producto, de ahí que se tratan de igual forma, identificándose como costos de conversión.

Para establecer el grado de terminación para los costos de conversión, los técnicos de la producción determinan hasta qué punto ha transcurrido un proceso y ese es el porcentaje que se aplica por costos de conversión o de forma separada para la mano de obra directa y los gastos indirectos de fabricación.

Hasta aquí hemos hecho referencia a la generalidad de las situaciones en un primer departamento o taller productivo, porque cuando se pasa a un segundo departamento se encuentra que además de los costos a los que se ha hecho referencia, existen los costos acumulados en el departamento anterior. En este caso el grado de terminación siempre será el 100%, pues para que un artículo en un proceso se traslade al departamento o taller siguiente, es necesario que se haya concluido en el precedente.

De esta forma se puede resumir que en departamentos posteriores al primero la producción equivalente presenta tres componentes; materiales, costos de conversión y departamento anterior, los que se analizan para toda la producción obtenida, o sea, terminadas y en proceso.



Paso 3: Costos totales.

En el cálculo de los costos totales sucede en ocasiones que el costo obtenido para los centros de costo durante el período responde a su actividad fundamental, pero no puede ser identificado con el producto al que se destina, o sea, son costos comunes que deben ser distribuidos para poder identificarlos con la producción final; se trata de una situación en que "dos o más productos se fabrican en conjunto a partir de un solo grupo de registros de costos que no pueden identificarse o relacionarse fácilmente con los productos individuales". (Backer & Jacobsen, 1967, p. 269)

Este concepto de costo común tiende a confundirse con el concepto de costo conjunto. Horngren define claramente lo siguiente: "Los costos comunes son aquellos en que se incurre para elaborar productos simultáneamente, pero cada uno de los productos podría haberse producido por separado. Por lo tanto, los costos comunes son divisibles y se les puede asociar específicamente con cada uno de los productos elaborados, mientras que los costos conjuntos no" (Horngren, 1994, p. 580). Lo decisivo en estos casos es seleccionar una base que guarde una relación causal directa con los costos para el cálculo de la tasa.

Los costos comunes se corresponden con actividades si se trabaja dentro de un sistema de costo ABC, y la base será la medida de la actividad que le corresponde.

Los costos totales constituyen la suma del costo por elementos que se obtiene a través del registro de la información primaria acumulada en cada uno de los centros de costo durante el período, y responde a su actividad fundamental. Se considera además el costo de los inventarios iniciales, tanto de producción en proceso como terminada que aparece como saldo de esas cuentas. Para los departamentos posteriores al primero incluye además el costo de la producción transferida del departamento anterior.



Paso 4: Costos unitarios.

Se calculan a partir de los costos totales, y sobre la base de la producción equivalente y de acuerdo con la agrupación de partidas de gastos que se determine.

Paso 5: Resumen de costo.

En este paso finalmente se calcula el costo de los inventarios tanto de producción terminada como de la producción en proceso, obtenido a través de la valoración de la producción equivalente a los costos unitarios previamente calculados, debiéndose tener en cuenta el método utilizado para la determinación de la producción equivalente y los costos unitarios.

1.4 Características de la producción de vitroplantas mediante la micropropagación vía organogénesis.

La creación de los primeros laboratorios comerciales para la micropropagación de plantas en Francia y EE.UU. a partir de 1964 (Debergh y Zimmerman, 1991), principalmente con el objetivo de propagación de especies para producción de flores y ornamentales, da inicio a un incremento vertiginoso a este tipo de instalaciones en varios países desarrollados, especialmente en la década del 70. A la vez que se investiga y se desarrollan las técnicas para hacer más eficiente la propagación *in vitro*, se logra determinar y aplicar las técnicas y procedimientos para la desinfección de los órganos vegetales de agentes contaminantes y obtener así un explante inicial libre de enfermedades, sobre todo de aquellas de origen viral o de bacterias endógenas que no era posible eliminar con el proceso de desinfección inicial del tejido a implantar (Pérez Ponce J.N, 1998)

En América Latina el problema actual es más complejo, pues la mayoría de los laboratorios grandes han cerrado por no ser eficientes económicamente y han surgido gran cantidad de laboratorios pequeños. Entre las causas por las cuales los pequeños laboratorios no son rentables se consideran las siguientes:

- El costo de la mano de obra es muy elevado, llegando hasta un 80%.



- No garantizan la calidad sanitaria y genética porque sus pequeñas producciones no pagan la inversión que esto requiere.
- No utilizan métodos de organización y control eficientes.
- No pueden responder con facilidad a las exigencias en tiempo y calidad que el cliente requiere, ya que por lo general no cuentan con banco de explantes certificados.

Los laboratorios con niveles importantes de producción, siempre tendrán que hacer investigaciones relacionadas con el proceso, como son: adecuar medios de cultivo y manejo para nuevas especies, detección de agentes contaminantes, mejorar la eficiencia productiva, etc., además el personal de nivel científico debe nutrirse constantemente de la literatura actualizada con nuevas tecnologías, muchas de las cuales envejecen a los dos años de publicadas. Sobre la base de todo lo expuesto anteriormente y la experiencia de este trabajo en el país, es que se planifican y construyen la red de Biofábricas en Cuba.

Para que una tecnología tenga éxito tiene que ser obligatoriamente, desde el punto de vista económico más eficiente. Analizaremos los aspectos de la construcción, los gastos de operaciones, la eficiencia productiva y por último la estructura de costos comparándola con las tecnologías convencionales.

Según Debergh y Zimmerman (1991), el costo de las instalaciones, es la segunda causa del costo de las vitroplantas. Donnan (1986), reportó que en EE.UU. que un pie³ de cámara de cultivo con todas las instalaciones tiene un costo de 115-450 \$USD. En Europa el costo está por debajo de estos valores. El problema del costo de las instalaciones ha sido una de las causas fundamentales del fracaso de la mayoría de los grandes laboratorios de América Latina.

En Colombia, en laboratorios medianos con capacidad aproximada de un millón por año, Osorio y Suárez (1997), plantean que solo el gasto de energía representa del 10-35% de los costos, y que en los cuartos de cultivo se consume del 50-70% de esa energía. A esto hay que sumar los costos de la depreciación de las instalaciones eléctricas. Estos datos demuestran que hasta un 25% del costo de



las vitroplantas está dado por los gastos de energía y depreciación de los cuartos de cultivos. En el caso de las Biofábricas el costo total de la energía es del 4% y se reduce el valor de la depreciación en las instalaciones eléctricas de los cuartos de cultivo.

Todos estos factores, desde el punto de vista económico (construcción, gastos de operaciones y eficiencia productiva), son los que determinan en la producción final la estructura de los costos de la forma siguiente:

-Mano de obra	48%
- Materiales directos	24%
De ellos reactivos	2%
-Gastos indirectos	28%
De ellos la electricidad	4%

Esta estructura difiere de la de otros países, donde el componente de la mano de obra es en su mayoría de un 65-80% (Cassells, 1991; Metseaneare, 1991; Arias, 1996). También se difiere en los costos de los medios de cultivo que se reporta internacionalmente de 5-9% y en las Biofábricas no rebasa el 2%. La mayor diferencia está dada por el diseño de las Biofábricas, es la energía que se reduce a un 4% debido al empleo de la luz solar. La reducción en el componente de costo por salario, no significa bajos salarios, sino todo lo contrario, este indicador que estaba en un 65% ha bajado con el aumento de la productividad y eficiencia de los operarios (Pérez Ponce J.N, 1998).

En los países en vías de desarrollo, la mano de obra es barata, no obstante, en el caso específico de Latinoamérica, no se ha producido un alto incremento, siendo después de África el que menos vitroplantas produce. En esta región los grandes laboratorios han fracasado y no ha sido por el alto costo de la mano de obra como en los países desarrollados, de seguro han sido responsables, causas de índole tecnológica, organizativas y de mercado. Como respuesta a esto se han



desarrollado un gran número de laboratorios pequeños, que como se ha explicado y la experiencia lo ha demostrado, no son competitivos, y a pesar de su existencia, en cultivos fundamentales del área, como el banano, la mayoría de las vitroplantas se importan de países desarrollados a altos precios.

Para que una empresa dedicada a la propagación de plantas tenga rentabilidad, y lo más importante para que pueda seguir desarrollándose debe tener un componente de investigación. Según Debergh y Zimmerman (1991), el haber dedicado solo el 1% de su presupuesto a las investigaciones ha sido la causa del fracaso de muchas empresas en países desarrollados. Por lo antes expuesto la situación de nuestra área no está acorde con la tendencia que requiere esta tecnología.

Con respecto a la micropropagación convencional (multiplicación a partir de meristemas, ápices y yemas), considerada como Primera Generación, es una tecnología bien conocida y manejada con más de dos décadas de experiencia práctica en muchos países. En la actualidad se conoce que ha sido aplicada, con diversos objetivos, en más de 50 000 variedades de más de 1 000 especies de plantas de flores y ornamentales, agrícolas y forestales, así como en especies de uso industrial. De esta técnica se conocen muy bien sus ventajas y desventajas. Es una tecnología relativamente simple, que una vez puesta a punto requiere de una alta disciplina tecnológica y organizativa, pero los requerimientos de personal con alta capacitación técnica son mínimos, así como la complejidad de los equipos e instalaciones. Sus costos han sido elevados, especialmente en los países desarrollados donde el costo de mano de obra es alto y las instalaciones, en muchos casos, se han construido en base a un diseño muy sofisticado y lujoso, con alto consumo de energía e insumos y materiales de primerísima calidad. Por otra parte, se han utilizado protocolos para la propagación con falta de integridad en todas las fases del proceso, lo cual es debido a insuficiente investigación; ello reduce la eficiencia e incrementa los costos. No obstante, lo anterior, donde ha sido posible reducir los costos de manipulación, sin disminuir la eficiencia biológica y productiva ha posibilitado la utilización de la tecnología como sistema de



reproducción masiva de plantas agrícolas y de uso industrial, este es el caso de Cuba (Pérez Ponce J.N, 1998).

En Cuba, la primera especie con la cual se comenzó la aplicación de las técnicas de reproducción *in vitro* fue la papa (*Solanum tuberosum* L), iniciándose un Programa con la finalidad de disminuir las importaciones de tubérculo semilla que significaban la erogación de 12-15 millones de \$USD cada año. La segunda especie fue la caña de azúcar (*Saccharum. Ssp. Híbrido*), donde se comienza con pequeñas producciones de algunas variedades comerciales de nuevos somaclones, iniciándose un programa sostenido y estable a partir del año 1995, cuyo objetivo es obtener toda la semilla Básica a partir de vitroplantas. En 1985 se obtienen en un laboratorio de investigación las primeras poblaciones de plantas micropropagadas *in vitro* de varios clones y bananos y plátanos, lo cual dio inicio a un amplio programa de reproducción *in vitro* de las variedades comerciales y nuevas introducciones, que sobrepasa en este momento los 80 millones de vitroplantas sembradas en los campos (Pérez Ponce J.N, 1998).

En Cuba la propagación masiva de plantas comenzó a finales de la década del 70, con laboratorios que producían de 100 a 200 000 vitroplantas anuales de papa y paralelamente los grandes centros científicos del país y las universidades comenzaron a desarrollar tecnologías, no solo de cultivo de tejidos sino también de diagnóstico y saneamiento a los principales patógenos, así como para la identificación y caracterización de la variación somaclonal. En 1987 se construye la primera Biofábrica del país y entre 1987 y 1993, el número se eleva a 15. En el momento actual del país dispone de un potencial instalado para producir 60 millones de vitroplantas al año con las tecnologías convencionales de micropropagación.

De esta manera surge en el país el término Biofábrica, que abarca no solo el proceso *in vitro*, sino el manejo de las vitroplantas hasta su trasplante al campo, el que ya es utilizado en muchos países.



Desde 1987 en que se construye la primera Biofábrica a la fecha, en el país se han construido y puesto en funcionamiento 15 de estas instalaciones con un potencial productivo de más de 60 millones de vitroplantas por año, cuyas características, diseño y resultado de su explotación comercial y eficiencia productiva. El número de vitroplantas producidas hasta el 1997 supera ya los 110 millones, de las cuales bananos y plátanos corresponde el 81,7%, seguido por caña de azúcar con el 12,3%, Papa con el 4% y otras especies el 2%.

Los Plátanos y bananos (*Musa spp*) es el cultivo de mayor volumen de propagación en el país, con producciones anuales entre 15-20 millones de vitroplantas, siendo así una de las especies que está en todas las Biofábricas, por lo cual ha sido una de las más estudiadas.

Existen dos métodos de regeneración de plantas: la organogénesis y la embriogénesis somática. La organogénesis es un evento morfogénético que se caracteriza por su desarrollo unipolar, en otras palabras es la formación de un primordio unipolar a partir de una yema con el subsecuente desarrollo de este en un brote vegetativo, existiendo siempre una conexión entre los nuevos brotes y el tejido paterno. Estos brotes vegetativos son posteriormente puestos a enraizar en otra etapa, vía formación primordios de raíces y el subsecuente enraizamiento final. En contraste con la embriogénesis somática, en la vía organogénica para lograr la formación de una planta completa, se requiere de una secuencia de medios de cultivo, ya que aquellos medios que favorecen el desarrollo de los brotes inhiben la formación de raíces y viceversa (Pérez Ponce J.N, 1998).

Ventajas que ofrece la micropropagación con respecto a los métodos convencionales:

- Se trata de un sistema de propagación clonal, es decir, que mantiene todas las características genotípicas del material inicial seleccionado.



- Debido a que se realiza todo el proceso en un laboratorio bajo ambientes controlados se trata de un sistema totalmente independiente de las condiciones externas, por lo que no se ve afectado por las estaciones del año, sequías, heladas, altas temperaturas u otros factores ambientales.
- El número de plantas que se puede obtener mediante micropropagación es por su naturaleza prácticamente ilimitado.
- El espacio que se requiere es mínimo, y el tiempo en que puede realizarse el proceso es relativamente corto.
- Las plantas que se obtienen están libres de bacterias, hongos y nemátodos fitopatógenos, y con técnicas más específicas se pueden liberar incluso de virus y viroides. En el caso particular de los agaves, la propagación asexual por hijuelos tiene la desventaja de que éstos llevan de inicio los patógenos que pudieran estar afectando a la planta madre.

En los protocolos utilizados durante el cultivo *in vitro*, se pueden distinguir las siguientes etapas:

- Elección de la planta y/o tejido donante de explantes.
- Establecimiento: desinfección de los explantes (generalmente con hipoclorito de sodio) y su posterior adaptación al medio artificial de modo de inducir callo, brote, raíz o embrión somático, según se desee.
- Multiplicación: generar una masa vegetal suficiente para la regeneración del número de plantas necesarias.
- Enraizamiento: formación de raíces con el fin de convertir los brotes o embriones somáticos en plántulas completas.
- Rusticación: aclimatación de las plántulas obtenidas *in vitro* a las condiciones medioambientales *ex vitro* (suelo o algún sustrato inerte)

Los brotes pueden formarse directamente del explante (organogénesis directa) o indirectamente a partir de callos.

La regeneración es directa cuando los tallos o embriones se producen directamente a partir de los tejidos de partida, y es indirecta cuando la regeneración de tallos o



embriones se produce tras un crecimiento desorganizado del tejido que denominamos callo.

La organogénesis ha sido la base fundamental de la multiplicación vegetativa y dentro de ella pueden diferenciarse dos vías: la formación de yemas axilares y la formación de yemas adventicias.

La formación de yemas auxiliares se basa en la formación de brotes a partir de las yemas que se encuentran en las axilas de las hojas y primordios de las hojas, los cuales son divididos o subcultivados respectivamente. Este método a pesar de no ser el más rápido, ha sido el más utilizado para la propagación comercial debido en primer lugar a la facilidad con que se ha establecido en la mayoría de las especies y en segundo lugar a la estabilidad genética de las plantas regeneradas, siendo el sistema de regeneración en el cual se reportan los menores índices de variación genética.

La principal desventaja de este método radica en la laboriosidad del proceso, lo cual implica altos costos por mano de obra, bajos coeficientes de multiplicación en comparación con otros sistemas de regeneración y escasa posibilidad de automatización del proceso productivo. No obstante, existen posibilidades de automatizar algunas etapas del proceso con la utilización de birreactores y sistemas de inmersión temporal de los explantes.

Mientras que la formación de yemas adventicias, es la formación de novo de yemas a partir de meristemos preexistentes o tejido no meristemático, las cuales se originan de una o de un pequeño grupo de células, cuando se cultivan los explantes en medios de concentraciones elevadas de citoquininas.

Con esta técnica es posible producir un mayor número de plantas por unidad de tiempo en comparación con el método de yemas axilares y a la vez presenta mayores posibilidades de mecanización, automatización, existiendo ya varios ejemplos de utilización de birreactores para su producción. Sin embargo, al igual que el método de yemas axilares tiene la limitante de que el proceso productivo es realizado en dos etapas: producción de brotes y crecimiento-enraizamiento.



Adicionalmente presenta el inconveniente de que puede ser una fuente de variación genética debido al propio origen unicelular de las yemas adventicias. Este método ha tenido su mayor aplicación en la propagación de plantas ornamentales donde la ocurrencia de plantas fuera de tipo no es un problema.



Capítulo II: Caracterización y diagnóstico del sistema de costo en la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas Biofábrica Villa Clara.

En el presente capítulo se realiza la caracterización de la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas Biofábrica Villa Clara, para luego arribar al diagnóstico de la situación actual de los costos, examinando el flujo productivo, así como los puntos críticos o vulnerables asociados a este proceso.

2.1 Caracterización de la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas Biofábrica Villa Clara.

La Empresa Productora y Comercializadora de Semillas Biofábrica Villa Clara subordinada al Grupo Empresarial Agrícola del Ministerio de la Agricultura (MINAG), ubicada en Carretera Maleza km 2, se fundó en el año 1987 gracias a la técnica desarrollada en el Laboratorio de Cultivos de Tejidos de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UCLV, hoy convertido en el Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP) y al apoyo incondicional del Ministerio de la Agricultura, impulsados por la necesidad de producir grandes volúmenes de semillas de alta calidad. En el transcurso de los años se ha seguido contando con el apoyo técnico del IBP y del Instituto Nacional de Investigación de Viandas Tropicales (INIVIT). Es un centro de avanzada en la actividad científico, tecnológica y productiva en la esfera de la Biotecnología Vegetal, se caracteriza por la calidad de los resultados científico – productivos; por una gestión eficiente y eficaz, por su contribución y compromiso con el desarrollo de la producción agrícola del país y el espíritu de unidad, puesto en función de un ambiente satisfactorio que facilite el desarrollo del trabajo y un sistemático enriquecimiento político - cultural de sus trabajadores. Todo ello ha posibilitado que se le entregara el premio al mérito científico- técnico por el aporte económico de mayor relevancia que otorga el Ministerio de Educación Superior (MES) por la investigación científica del Sistema de Control de la Calidad y Estimulación. Fue Vanguardia Nacional (años 1992, 1995 y 1999), luego centro Destacado Nacional en la actividad científico – técnica (años 1996, 1997, 1998 y 2000). Se le han entregado varios reconocimientos, como, por ejemplo: en el año 2008 a la exportación de vitroplantas de malanga, en el primer semestre del 2009



a la mejor Biofábrica del país y en el año 2015 otorgado por la Empresa Nacional, un reconocimiento al cumplimiento de los objetivos de trabajo y metas.

Misión: Satisfacer de forma sostenible y eficiente las semillas botánicas, agámicas y biotecnológicas para los sistemas productivos del país y la exportación, aplicando tecnologías adecuadas, maximizando la calidad y garantizando el nivel de utilidades requerido.

Visión: La entidad es una empresa perfeccionada, competitiva y sostenible con un sistema de calidad certificado e integrado a los sistemas de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente avanzados, basado en las Normas ISO 9000.

Política de Calidad:

Producir, beneficiar y comercializar productos de calidad, para cubrir las necesidades y expectativas de los clientes.

La entidad está trabajando en la elaboración de implantación de un Sistema de Gestión de la Calidad, acorde a lo que establece la norma ISO 9001: 2008.

En la dirección de la empresa se da atención priorizada a las tareas relativas a la gestión de la calidad, apoyando con los recursos indispensables y revisando periódicamente el Sistema de Gestión de la Calidad, con el fin de cumplir con los objetivos propuestos, para lograr una mejora continua del mismo, involucrando a todos los dirigentes, técnicos y demás trabajadores; estimulando el espíritu de confianza, creatividad y amor al trabajo, para que la organización cumpla con el objetivo para lo que fue creada, reduciendo costos, aumentando la eficiencia económica y obtener productos de mayor calidad.

La Biofábrica tiene una capacidad productiva de 3 millones de vitroplantas al año, con más de 25 años de experiencia en la producción de plátano, malanga, piña, fresa y plantas ornamentales como el spatifilius, y el croto. En ella se obtienen vitroplantas de diferentes especies con una alta calidad genética, resistentes a plagas y enfermedades.

Por lo antes expuesto para el cumplimiento de su misión y visión, la que se grafica mediante un organigrama (Anexo 1), la entidad se formaliza con las disposiciones



legales y procedimientos que se diseñan, donde se establecen las atribuciones y obligaciones de los cargos, que constituyen el marco formal de autoridad y responsabilidad, así como las diferentes relaciones jerárquicas y funcionales en correspondencia con los procesos, actividades y operaciones que se desarrollan.

2.2 Descripción de proceso productivo.

En la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas Biofábrica de Villa Clara existe un proceso para la obtención de vitroplantas: la propagación vía organogénesis, en la cual están presente cinco fases, preparativa, establecimiento del cultivo *in vitro*, multiplicación, inducción, elongación o desarrollo de raíces y adaptación. A continuación, se describen cada una de las fases del proceso:

Fase 0: Preparativa

Inicialmente, esta fase fue concebida para tratar de reducir los problemas de contaminación que se presentaban comúnmente en la Fase I; sin embargo, en la actualidad existe un consenso de que esta etapa es importante e indispensable para el desarrollo de un esquema de micropropagación eficiente y repetible, por lo que cada vez se le va prestando mayor importancia. Tiene una marcada influencia sobre la calidad posterior de las plantas resultantes del proceso tanto desde el punto de vista sanitario, fisiológico como genético.

La selección y crecimiento de la planta madre bajo condiciones higiénicas, puede reducir los problemas de la contaminación, principalmente de aquellos relacionados con los hongos, por lo que es siempre recomendable diagnosticar las plantas donantes, donde es mucho más fácil detectar los contaminantes en el tejido maduro, ya que se pueden ver los síntomas o altas poblaciones del agente, que en el tejido *in vitro* donde los síntomas no se observan y las poblaciones son bajas.

El impacto de la fase 0 no está limitado solamente al aspecto sanitario de los explantes sino también a la supervivencia de los mismos. La importancia de las condiciones ambientales en que se desarrolla la fase 0 para la calidad del proceso posterior de implantación ha sido demostrada en muchos cultivos.



En plátanos y bananos se sigue el procedimiento de seleccionar en el campo, generalmente en bancos de germoplasma (áreas de plantas plus) las plantas donantes, sembrando posteriormente las plantas seleccionadas en canteros tecnificados, las yemas procedentes de las hijas axilares o fracciones de corno, previo a su implantación *in vitro*, reduciendo en 12 a 15 días el tiempo para establecer ápices y disminuye a menos del 10 % de la mortalidad y contaminación.

Es extremadamente importante en esta fase la selección de plantas donadoras, la cual se debe realizar en bancos de germoplasma de alta calidad genética y fitosanitaria o en plantaciones destinadas a semilla, con adecuada agrotécnia y sistemas fitosanitarios preventivos establecidos. Resulta además de gran factibilidad realizar la selección en plantaciones de vitroplantas, donde la utilización de semilla sana disminuye los niveles de infección de los campos.

Fase I: Establecimiento del cultivo *in vitro*.

El objetivo de esta fase es lograr establecer un cultivo totalmente aséptico, partiendo de plantas seleccionadas, caracterizadas genética y sanitariamente.

Los factores a tener en cuenta en esta fase son:

- El explante
- Medios de cultivo
- Empleo de la luz y la temperatura

El estado de desarrollo de la planta madre y la edad fisiológica del explante, así como su tamaño, son de gran influencia en el éxito del *in vitro*.

Los explantes tomados de plantas jóvenes o zonas de crecimiento activas tienen un mejor desarrollo de aquellos tomados de plantas adultas o yemas en reposo. A medida que es más joven y diferenciado el tejido que se va a implantar, mejor será la respuesta *in vitro*.

El tamaño del explante es un factor importante que influye en la desinfección y regeneración de plantas, a medida que el explante es más pequeño es menor el riesgo de contaminación y es más fácil la regeneración, mientras que con el



aumento del tamaño del explante es mayor el peligro de contaminación y más rápido el crecimiento y la regeneración de plantas.

Es posible utilizar una gran variedad de explantes para iniciar los cultivos *in vitro*, sin embargo, para los fines de propagación comercial se emplean generalmente meristemos o ápices. La utilización de uno u otro tipo de explante depende de los objetivos de la propagación; si el objetivo es la obtención de plantas libres de virus o enfermedades sistémicas es necesaria la utilización de meristemos, pero por el contrario el objetivo es solamente la multiplicación de semilla y no hay peligro de diseminación de enfermedades o se parte de plantas diagnosticadas, es frecuente el empleo de ápices caulinares debido a que la manipulación y regeneración de plantas es más fácil.

En bananos y plátanos el material de partida suelen ser los hijos con altura de 50 - 100 cm y el chopo de planta adulta, las cuales se cultivarán en invernaderos o canteros tecnificados.

Los ápices aislados son desinfectados en hipoclorito de calcio o sodio en concentraciones de 0.25 - 5.5 % de cloro y en tiempos de 5 - 45 minutos, luego 2 - 3 enjuagues con agua destilada.

Se recomienda el empleo de explantes iniciales de aproximadamente 15 mm, seccionando en 4 partes posteriormente.

En la micropropagación de bananos y plátanos más de 40 medios de cultivo han sido empleados en las diferentes fases, siendo el más reportado el medio Murashige y Skoog (1962), conocido como M.S., suplementado con diferentes concentraciones de 6-Benzilaminopurina (6BAP) y Ácido Indol-3-Acético (AIA). En la fase I se emplean dosis de 6BAP que oscilan entre 1-5 mg/l y AIA desde 0.05 - 0.15 mg/l, con sacarosa como fuente de carbono en rangos de 2 - 4 por ciento.

El empleo de la luz y la temperatura en el cultivo *in vitro* de bananos y plátanos ha sido ampliamente estudiados, variando las temperaturas desde 25 - 30 ± 2 °C siendo los valores cercanos a los 30 °C los más empleados; la duración del



fotoperíodo más comúnmente empleado ha sido de 12 - 14 horas, con una intensidad de 3000 - 10000 luxes.

Fase II: Multiplicación.

Esta es la fase más importante y determinante en todo programa de propagación *in vitro*, es en ella que se realiza la verdadera multiplicación o micropropagación de una especie o variedad definiéndose no solo el número de plantas o propágulos a obtener, sino su calidad genética por ser esta fase en la que se producen las variantes somaclonales.

El objetivo de esta fase es lograr una alta producción de explantes, genéticamente estables y con bajos costos de producción, teniendo gran influencia en los resultados obtenidos los siguientes factores:

- Empleo de hormonas vegetales.
- Propagación por yemas axilares y adventicias.
- Edad del explante *in vitro*.

En esta fase sólo se multiplica material que con alta seguridad está libre de agentes contaminantes, lo cual se logra con alta eficiencia siguiéndose las técnicas y procedimientos adecuados en las fases 0 y I. Las principales medidas que se toman para evitar la contaminación son: la esterilización del instrumental, higiene del personal que trabaja en el área estéril (lavarse las manos, utilizar ropas limpias o esterilizadas, incluyendo tapa boca y gorro), evitar las partículas de polvo en el medio ambiente de las cámaras de cultivo y/o cuartos de siembra, mantener la limpieza de los recipientes de cultivo, tanto aquellos que se utilizan en el proceso como los que contienen material *in vitro* que se va a repicar y no utilizar explantes envejecidos con largos períodos desde su última transferencia.

El balance auxinas-citoquininas es determinante en el coeficiente de multiplicación, por lo que al lograr un balance adecuado es posible alcanzar elevadas tasas de proliferación aumentando la efectividad del método de micropropagación. Sin embargo, es necesario tener cuidado en el manejo de los reguladores de crecimiento en ésta fase, ya que con el empleo continuado de altas concentraciones



de citoquininas en el medio de cultivo se puede inducir la formación de yemas adventicias, lo cual representa un inconveniente dentro del proceso de propagación; no obstante, aún en bajas dosis, la formación de yemas adventicias puede ser observada en ocasiones y está muy relacionada con el manejo de los explantes y el número de subcultivos.

Los reguladores del crecimiento más empleados en esta fase en diferentes especies son una citoquinina y una auxina, en la micropropagación de plátanos y bananos se emplea el 6BAP en dosis de 2 - 4 mg/l; y el AIA en concentraciones bajas, de 0 - 1.3 mg/l dependiendo del clon propagado.

Actualmente más de 1000 especies son propagadas por yemas axilares, técnica esta que garantiza niveles más bajos de variabilidad genética.

No obstante, la técnica empleada (yemas adventicias o axilares) siempre debe tenerse en cuenta, la variación en la población obtenida por micropropagación, aunque el coeficiente de proliferación por yemas axilares puede ser más bajo que por el otro método, este garantiza mayor estabilidad genética.

En la gran mayoría de las especies los subcultivos se efectúan en la fase de multiplicación con una frecuencia de 21 - 30 días en dependencia del clon y del medio de cultivo empleado, estando muy relacionada la edad del cultivo *in vitro* con el número de subcultivos, se recomienda obtener entre 1000 - 20000 vitroplantas desde cada ápice, con el objetivo de obtener el nivel más bajo posible de variabilidad; en el proceso de micropropagación de plátanos y bananos en Cuba se obtienen 10000 vitroplantas por ápice.

Fase III: Inducción, elongación o desarrollo de raíces.

Se caracteriza por ser la fase más voluminosa de todo el proceso, pues en ella cada brote, esqueje o yema de forma individual que se ha formado durante la fase de multiplicación, debe ser cultivada y manipulada *in vitro* para que, además de crecer y desarrollar un seudotallo o tallo con las primeras hojas, forme y desarrolle varias raíces que le permitan comenzar la absorción de nutrientes al trasplantarse sobre



un sustrato enriquecido y convertirse en una vitroplanta aclimatizada lista para llevarse al campo.

El objetivo de esta fase es obtener vitroplantas completas con gran vigor y calidad, teniendo gran influencia en el cumplimiento de esto los siguientes factores: medios de cultivos simples y de ser posible en estado líquido, uso de componentes del medio con sustancias químicas de calidad técnica, luz natural como fuente de iluminación, frascos de cultivo con dimensiones adecuadas para la especie que se produce, disminuir al mínimo los riesgos de contaminación, entre otros.

Existen tres estados de desarrollo involucrados en la rizogénesis: a) inducción, b) iniciación y c) elongación. Al ser difícil separar los estados a y b, generalmente estos se combinan en el estado de iniciación.

En el medio de cultivo empleado en esta fase la relación citoquinina-auxina debe ser inferior a 1 para lograr un buen crecimiento de los brotes y la diferenciación de la raíz; en la micropropagación de plátanos y bananos se emplean mayormente niveles de AIA de 1 - 2 mg/l.

En la micropropagación de plátanos, bananos, caña de azúcar y papa, tanto para esta fase como en los subcultivos finales de multiplicación la sustitución de sales con calidad reactivo, por sales comerciales no reactivos, no afectan el desarrollo de los explantes ni el coeficiente de proliferación durante la multiplicación ni el desarrollo de las vitroplantas y raíces en la fase III. Este tipo de sustancias son utilizadas comúnmente en las Biofábricas de Cuba, su utilización permite una notable reducción de los costos de las vitroplantas ya que el costo de estas sustancias es 80% inferior a las de calidad reactivo.

Para cada especie y variedad existe un sistema organizado que posibilita el control de los lotes (agrupamiento de líneas derivadas de vitroplantas madres o donantes de una misma variedad o clon). Este sistema permite conocer la edad *in vitro*, procedencia y destino de las vitroplantas que se obtienen, manejándose de manera tal que se pueden planificar todas las actividades en cantidad y fecha que se deben



realizar sobre el mismo. Ello garantiza una mayor homogeneidad de las vitroplantas enraizadas en cuanto a edad y procedencia genética.

La energía luminosa juega un papel importante en la absorción de los azúcares desde el medio de cultivo, en bananos y plátanos los períodos de luz necesarios oscilan entre 14 - 16 horas diarias, logrando con altas intensidades de luz (3000 - 5000 lux) la formación de la planta completa.

Fase IV: Adaptación de vitroplantas.

La fase de adaptación es trascendental para la propagación comercial, pues del resultado de esta, dependerá en gran medida la calidad final de las plantas y la eficiencia total del proceso.

Las técnicas más eficaces en la adaptación son las encaminadas a lograr gradualmente menos humedad relativa, más luz, crecimiento autotrófico y un medio séptico.

La adaptación puede ocurrir durante el período *in vitro*, para esto es necesario disminuir la humedad relativa hasta niveles similares al ambiente externo, lo cual prepara las plantas para el trasplante. Los frascos pueden destaparse 5-7 días antes de finalizar la fase de enraizamiento, en el invernadero o en el propio campo. Las plantas eran adaptadas al inicio en bandejas de poliespuma y luego fueron sustituidas por bolsas de polietileno utilizadas hasta el presente.

Durante las dos primeras semanas después del trasplante es necesario controlar los factores ambientales, requiriéndose simular las condiciones del ambiente *in vitro* hasta que las plantas se adapten a las nuevas condiciones. Para evitar el exceso de transpiración de las jóvenes plantas es vital mantener una alta humedad relativa, utilizándose el método de riego en forma de niebla. Otro método se basa en colocar cobertores de polietileno u otros materiales sobre las plantas, los cuales son retirados después de varios días.

El control de la intensidad de la luz en esta fase también es importante, pues las plantas provienen de un ambiente con intensidad baja y son expuestas a otro con alta intensidad. Para atenuar este efecto se emplean mallas plásticas de diferentes



porcentajes de sombreo, generalmente entre 30-70%. Posteriormente la sombra es gradualmente retirada hasta que las plantas son expuestas al mayor porcentaje de luz posible, incrementando su adaptación a las condiciones del campo.

En esta fase se emplean los sustratos que no son más que los materiales sólidos y porosos de origen natural o sintético. Estos tienen como función dar a la planta sostén mecánico y a la vez permiten que las raíces tomen aire y agua. Los sustratos se emplean en canteros o en contenedores de diferentes materiales. Uno de los requisitos que debe cumplir el sustrato para su utilización es la sanidad. Cuando estos no se elaboran, almacenan o manejan correctamente, pueden contaminarse y provocar serios daños a las plantas durante la adaptación, por esta razón son preferidos como componentes para su elaboración, materiales inertes como la zeolita o aquellos en los cuales el proceso de obtención garantice la mayor desinfección posible, como es el caso del humus de lombriz y el compost.

En plátanos y bananos se obtienen buenos resultados con la combinación de 75% de humus de lombriz y 25% de zeolita, con la cual se logra una planta en condiciones de ser trasplantada a los 30 días con un cepellón muy consistente.

Dado a que en esta fase las vitroplantas son más susceptibles al ataque de plagas y enfermedades cuyos agentes causales pueden estar presentes en el sustrato o en el ambiente de la instalación, se debe tener un adecuado control fitosanitario. Muchas de estas enfermedades están asociadas a una alta humedad del sustrato, por lo que el control estricto del riego es la primera medida que se tiene en cuenta, así como asegurar un correcto drenaje en los contenedores. La desinfección del sustrato ya sea por vía química (formalina) o física (solarización) es una medida efectiva para disminuir las pérdidas provocadas por patógenos. Además, se realizan muestreos diarios en el área de adaptación que permiten conocer si se justificó o no la aplicación de productos químicos u otro tipo de control fitosanitario. También es imprescindible tener en cuenta la hora en la que se realizan las aplicaciones y la frecuencia de las mismas, las dosis de los productos a emplear y el tipo del riego en el área.



Descripción del Proceso Tecnológico:

Se utilizará el método de micropropagación *in vitro* el cual se divide en dos etapas:

1. Preparación y esterilización de los medios de cultivo.

En la preparación y esterilización de los medios de cultivo se elaboran las soluciones madres que son:

- Macronutrientes
- Micronutrientes
- Yoduro de potasio
- Cloruro de calcio
- Etilen-diamincetato-tetra-acético y sulfato ferroso
- Soluciones de hormonas (6BAP, AIA, Kinetina, etc)
- Tiamina
- Otras soluciones necesarias en el proceso

Estas soluciones se unen según el orden y cantidades correspondientes a cada tipo de medio de cultivo, se le añade agua, se ajusta el PH y luego se dosifica en los recipientes, donde es esterilizado.

Para medio de cultivo de establecimiento de plátano y bananos se emplea el 6BAP y el IBA. En ahijamiento de utiliza el 6BAP y AIA y en caso del enraizamiento se utiliza el AIA solamente.

Una vez esterilizados los medios de cultivo, estos permanecen tres días como mínimo en el almacén de medios del área estéril para detectar alguna contaminación y al cabo de este tiempo pasa al área de flujo laminar para realizar los subcultivos de las diferentes fases del proceso de micropropagación.

El material vegetal que se explantará en los medios de cultivo elaborados proviene del área de plantas plus que son bancos de semillas categorizadas o plantaciones en producción con un personal calificado con experiencia capaz de diferenciar fácilmente una variedad de otra. La solución se hace basándose principalmente en las características fenotípicas de cada clon o variedad, escogiendo las plantas de



mejores racimos y que no estén enfermas en el caso de la micropropagación de plátanos y bananos.

El chopo obtenido en el campo será plantado en cámaras de CRAS (canteros tecnificados) que constituyen un sustrato previamente desinfectado con solución de formol compuesto por 50 % de suelo, 25 % de arena y 25 % de materia orgánica, esto se realizará limpiando el chopo de restos de tierra y realizando el mondado del mismo, seleccionando en forma de cuñas que se desinfectarán en una solución fungicida, sembrándose posteriormente a una distancia de 20 * 20 cm, permaneciendo en esta fase entre 45 y 60 días dependiendo de la época del año en que se realiza la siembra.

El tamaño óptimo de los hijos debe ser entre 25 y 60 cm de altura y luego se transportan al laboratorio donde se realiza a los cormos el primer mondado y rebajado, hasta dejarlos con un tamaño aproximado a 2.5 cm de base y 5 cm de largo. Antes de las 24 horas se debe comenzar la desinfección, la cual se realiza de la siguiente forma.

Se lavan con detergente para eliminar toda la suciedad que traen y además para que actúe como agente humectante, luego se realiza la primera desinfección con hipoclorito de sodio al 3 % durante 20 minutos, terminado este tiempo se desecha el hipoclorito y se comienza el rebajado de toda esa parte afectada por el cloro hasta un tamaño de 1.5 cm de base y 3 cm de largo. A medida que se rebajan los ápices caulinareos estos se introducen en los pomos estériles con agua esterilizada. El proceso posterior se realiza en el área estéril.

Se lavan o enjuagan con agua estéril con hipoclorito de sodio al 3 % y se comienza una segunda desinfección por espacio de 20 min. Dentro del flujo laminar se elimina el cloro y se realizan 3 enjuagues con agua estéril, dejándolos siempre sin agua. En estos momentos los ápices están listos para comenzar la siembra.



2. Propagación *in vitro*.

Implantación de ápices

Los medios de cultivo serán líquidos en tubos de ensayo y con soporte de papel de filtro. La siembra se realiza haciendo cortes con el escalpelo o bisturí hasta dejar el ápice con 0.5 cm de base y 1 cm de largo, decapitando a 2 mm sobre la base de las hojas, para facilitar su rápido crecimiento, tratando que esté sumergido parcialmente hasta la mitad, en el medio de cultivo, para que siempre exista el contacto entre ambos.

Los tubos de ensayo son colocados en las cámaras y se observará su desarrollo, haciendo análisis alrededor de los 6 o 7 días de realizada la siembra para ver la contaminación. Al cabo de 21 a 30 días estarán listos para realizar su primer pase al medio de multiplicación o ahijamiento.

Subcultivos de Ahijamiento

Con estos subcultivos se repican o seccionan los explantes para obtener una alta proliferación de los mismos estos se realizan en el área aséptica y en el flujo laminar con medios de cultivo sólidos.

Del primero al oncenavo pase de ahijamiento se debe usar medio de cultivo cuyo gelificante sea agar. Los explantes se decapitan a una altura entre 7 y 10 mm y subdivididos en 2 o más partes según el vigor, estos se introducirán a una profundidad no mayor de 2 mm.

En el pase número doce, el medio se solidifica con una mezcla de agar y almidón o agar maicena. Los vástagos se decapitan a una altura entre 10 y 12 mm y se separan entre sí, sin seccionar.

La cantidad de explantes a colocar en el frasco de medio de cultivo, será aproximadamente de 2.2 ml de medio por explante y se sembrarán equidistantes entre sí.



Cada subcultivo de ahijamiento tendrá una duración de 21 días y nunca pasará de 30 días ya que afecta el manejo del material en el próximo subcultivo por la aparición de raíces.

Siembra de Enraizamiento

En esta etapa se colocan los explantes en medio de enraizamiento sólido y líquidos para lograr la aparición de raíces.

Los vástagos a utilizar para el enraizamiento líquido son aquellos que tienen una altura mayor de 2.5 cm y más de 2 o más hojas formadas. El resto se separan entre sí sin ser decapitados y se sitúan en medios de cultivo sólidos. Los menores de 1 cm no se separan entre sí, colocándose en grupos de 2 a 3 en el medio.

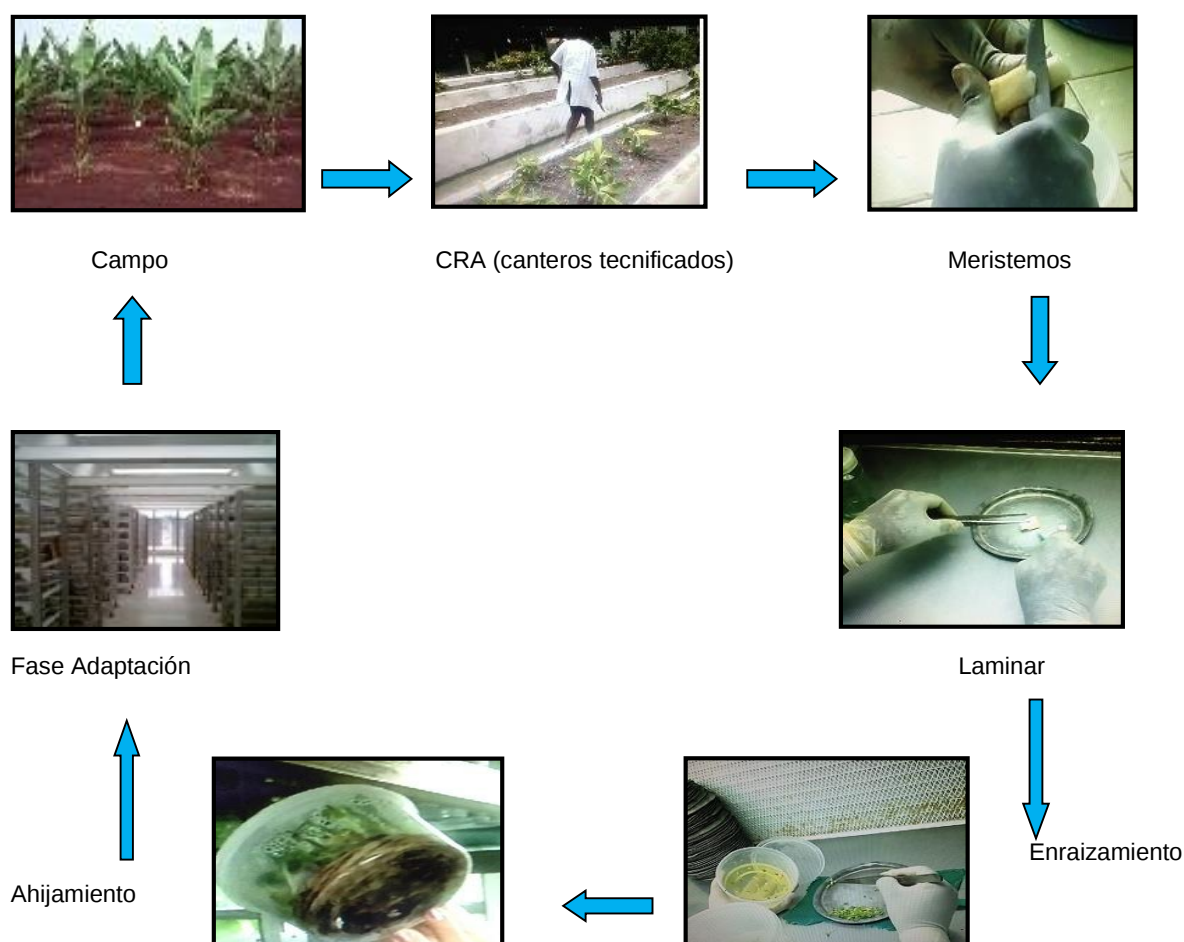


Figura 2.1 Esquema de micropropagación del plátano por vía organogénesis.

Fuente: Elaboración propia.



2.3 Diagnóstico de la situación actual de los costos en la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas Biofábrica de Villa Clara.

La Biofábrica utiliza para el registro de sus operaciones el VERSAT Sarasola como sistema automatizado, el cual está integrado por siete módulos: Configuración, Nómina, Activos Fijos, Inventario, Finanzas que incluye Caja y Banco, Facturación y Contabilidad General.

En la actualidad las producciones principales de la empresa son: Plátanos y bananos (PB-2012, Censa $\frac{3}{4}$, PV-06-30, Enano Guantanamero, PV-1-2011, FHIA-21) además de la malanga, de estas el mayor volumen de producción está concentrado en el plátano y en sus diferentes variantes, por lo que se tomó como referencia este producto.

Para el desarrollo de las operaciones contables en la entidad se utilizan las siguientes cuentas principales de gastos:

720- Producción en Proceso

0010- Saldo al inicio

0020- Gastos del año

0030- Otros Aumentos (Desviación del costo)

0040- Otras Disminuciones

0050-Traspaso de Producción Terminada (Ventas o transferencia de producción)

731- Gastos Asociados a la Producción

810- Costo de Venta

Producción en Proceso (720): Comprende los importes de los gastos que se incluyen directamente en el costo de las producciones elaboradas y de los servicios prestados que ejecuta la entidad, tanto como actividades principales, auxiliares o con destino al insumo.



En el caso de las producciones cuyos ciclos productivos sean inferiores al mes, se debitan a estas cuentas los gastos de los servicios auxiliares y los indirectos de producción, aplicándose al último centro de costo productivo, de optarse por este método o al costo de las producciones ejecutadas.

Se acreditan por los costos reales de los servicios prestados y de las producciones terminadas que se almacenan o que se entregan sin almacenamiento previo o por los traslados a una cuenta de Inventario de las producciones para insumo, de optarse por este método de registro, devoluciones de insumo a los almacenes.

También se acreditan por los costos reales de las producciones con destino al insumo, al insumirse éstas en las producciones fundamentales o actividades de apoyo, cuando no se decide registrarlas previamente en cuentas de Inventario.

Durante el mes pueden registrarse las salidas o entregas de producciones o servicios valorándose a los costos planificados o precios fijos de registro de éstas, siempre que al final de dicho período se ajusten a los costos reales.

El saldo de estas cuentas al final de cada período, debe mostrarse en el Estado de Situación como parte del Activo Circulante, por constituirse en ese momento en un inventario final de Producción en Proceso.

Gastos Asociados a la Producción (731): Comprenden los importes de los gastos que se incurren en las actividades asociadas a la producción, no identificables con un producto o servicio determinado.

Incluyen los gastos de las actividades de mantenimiento, reparaciones corrientes y explotación de equipos, dirección de la producción, control de calidad, depreciación de Activos Fijos Tangibles de producción y servicios auxiliares a ésta, entre otros.

También se debitan a estas cuentas conceptos de gastos tales como: gastos de la fuerza de trabajo (técnicos y dirigentes de la producción no vinculados a un producto o servicio), mantenimiento, reparaciones corrientes y depreciación de instalaciones productivas, gastos de protección del trabajo de las áreas productivas, desgaste de útiles y herramientas, gastos de preparación y asimilación de la producción, gastos de investigación y amortización de gastos diferidos, entre otros.



Se debitan también por las pérdidas por paradas improductivas, imputables a la organización y dirección del proceso productivo.

Se acreditan por las devoluciones al almacén de materiales, piezas y producciones para insumo no utilizadas y al final de cada mes, por la transferencia de sus saldos a las cuentas de Producción en Proceso, en las producciones o servicios cuyos ciclos productivos excedan al mes o al costo de las producciones terminadas, cuando dicho ciclo sea inferior al mes.

Puede también optarse por el método de acreditar estos gastos, aplicándolos al último centro de costo productivo de la Producción en Proceso, cuando el ciclo productivo sea inferior al mes.

Costo de Ventas (810): Incluyen los costos de las producciones terminadas, servicios prestados, trabajos ejecutados, entregados a los clientes.

Los débitos a estas cuentas se efectúan a costo real, aunque durante el mes pueden registrarse las entregas a costo planificado o a precio fijo de registro, siempre que se efectúen los ajustes correspondientes al final del mes, para registrar dichos importes al costo real.

Todas estas cuentas a su vez han sido aperturadas por subcuentas, análisis, procesos y actividades, partidas y elementos de gasto en correspondencia a lo establecido por la Resolución 494/2016 del Ministerio de Finanzas y Precios.

A continuación, se muestran los elementos del costo utilizados por la empresa:

100- Materias Primas y Materiales

200- Materiales Auxiliares

300- Combustibles y Lubricantes

400- Energía

500- Salario

600- Seguridad Social

700- Depreciación y Amortización



800- Otros Gastos Monetarios

900- Traspaso

Los centros de costo definidos son los siguientes:

006- Administración

104- Equipo de Trabajo de Esterilización

107- Equipo de Trabajo de Medios de Cultivo

108- Implantación

109- Meristemo

119- Fase Adaptación

El centro tiene definido cuatro procesos para la producción de vitroplantas, el primero es el CRA (canteros tecnificados), el segundo es Meristemas, que contempla los centros de costo 108 Implantación y 109 Meristemas, el tercero es Laminar, que a su vez incluye dos fases, ahijamiento y enraizamiento, teniendo como centros de costo el 104 Equipo de Trabajo de Esterilización y el 107 Equipos de Trabajo de Medios de Cultivo, siendo el cuarto proceso la fase de adaptación y el centro de costo 119 Fase Adaptación.

Los centros de costo antes mencionados están clasificados como directos a la producción, no se hace referencia a la existencia de centros de costo de apoyo.

En la entidad la información sobre el registro contable de los gastos y costos comienza desde que se emite la Solicitud de Materiales por la persona autorizada en cada centro de costo al almacén. En la solicitud de entrega se contempla el código, la descripción, la unidad de medida y la cantidad de materiales a solicitar, refiriéndose al centro de costo y el destino para lo cual fue solicitado. En su parte inferior se recoge el nombre de la persona que lo solicita y el que lo recibe, así como el número consecutivo del modelo. (Anexo 2).

De la Solicitud de Materiales se deriva el Vale de Entrega o Devolución, reflejándose el centro de costo y su código, descripción del producto y código del



mismo, cuenta, subcuenta, análisis, unidad de medida, cantidad, precio unitario y total e importe. En su parte inferior se observa el nombre y la firma de la persona que ha hecho el despacho o devolución, así como del que lo recibe. Todos estos documentos son elaborados en el almacén de la entidad, junto con el Resumen de Consumo que no es más que el resumen de todos los vales de entrega. (Anexo 3)

En la entidad se desarrolla las Tarjetas de Submayor de Inventario plasmando el código del almacén y del producto, así como la unidad de éste, el precio, la fecha, el número y la clave del documento. Se registran también el importe de las entradas y salidas además de las existencias en unidades y valor.

Sobre la base de la generalización que establecen los autores, las pérdidas que se producen en el proceso de obtención de plantas *in vitro* deben considerarse como "productos que no reúnen las condiciones de calidad inicial requerida", ya que tanto las contaminadas como las muertas son explantes completos para el subcultivo en que se encuentren y se retiran del proceso productivo; se propone clasificarlas, además, como producciones dañadas al considerar que se trata de una producción que por principio se desecha y no admite reprocesamiento alguno, cuestión esta que la diferencia de la producción defectuosa; cuando se detecta su existencia suelen retirarse de forma inmediata del proceso productivo, con el fin de evitar incurrir en costos innecesarios.(Martín, 2001)

Siempre que existe producción dañada o pérdidas, como se le reconoce también, se presenta una cuestión previa y básica que es la determinación del límite de tolerancia. Se considera que la mayoría de los procesos productivos lleva aparejada la existencia de unidades dañadas dentro de ciertos límites, que deben ser determinados entre el personal técnico y los contadores, y que representa el límite admisible de daño normal, límite de tolerancia o por ciento de daño normal, o sea, un daño planificado y propio del proceso productivo. Todo el daño que exceda ese límite debe definirse como anormal, y su consideración contable será diferente al normal. (Sáez Torrecilla, et al., 1993, p.321)



Definido el por ciento que corresponde al daño normal, se procede a su aplicación para poder diferenciar el daño anormal. La mayor parte de la bibliografía revisada plantea tomar como base la producción buena terminada, pues es la que ya ha rebasado la inspección. En la micropropagación toda la producción existente en los inventarios, independiente del punto en que se encuentre, puede generar pérdidas, por tanto, estas deben calcularse tomando como base toda la producción manipulada.

En la empresa está determinado el por ciento correspondiente al daño normal en sus diferentes procesos, el 30% en Meristemo, el 5% en Laminar y el 10% en la Fase de Adaptación.

El jefe del área de producción recibe de los responsables de áreas un informe de las existencias de producción que se recogen sistemáticamente en las tarjetas de estiba de los estantes que están en las cámaras, según la fase del proceso en que se encuentra; esta información es analizada por los especialistas de producción y luego emitida al departamento de contabilidad, quien además posee el control de la solicitud al almacén, los vales de entrega y las facturas.

La entidad tiene establecidos varios modelos para la captación de la información primaria, los mismos serán explicados a continuación:

En los dos procesos iniciales, los CRA y en Meristemos, no se transfieren los costos debido a que no se tienen precios establecidos de adquisición, o sea a los explantes no se le puede determinar todos los meses el costo por un listado permanente ya que las compras de los materiales tienen un precio diferente, ejemplo: el IBP los vende a \$5.00, el INIVIT de \$1.00 a \$3.00 y los campos de semillas certificados a \$1.00. No es hasta el final del año que se transfieren estos costos.

En el área Laminar se tiene en cuenta el inventario final del área por variedad, el cual se obtiene mediante la certificación de la producción en proceso abalada por el jefe de área, luego en la fase de ahijamiento se multiplica por el 85% que es el grado de terminación y el costo de la variedad, ascendente a 0.2368, en enraizamiento sucede de igual forma, se multiplica por el 95% grado de terminación y un costo de 0.2368. La suma de ambos costos nos da el valor de la producción en proceso del área Laminar, (Anexo 4), traspasándose estos costos a la Fase de Adaptación.



En la Fase el cálculo de las unidades equivalentes para producción en proceso se realiza a partir de la fecha de siembra. En el informe que brinda la dirección de esta área se especifica para cada lote en proceso la cantidad y la fecha de siembra; la diferencia entre la fecha de siembra y la del cierre del período nos dice los días de estancia del cultivo en esta área, además de especificarse las pérdidas del período (Anexo 5).

Luego se confecciona el modelo de “Certificación de la Producción en Proceso Fase Adaptación”, (Anexo 6) donde se suma la existencia inicial (la cual es igual a la producción inicial, más la producción final del mes anterior), más la siembra, el ahijamiento y otras, luego se restan las ventas, las muertes y otras causas, que pueden ser el envejecimiento o la variabilidad, el resultado obtenido es la existencia final, la cual se verifica con el inventario de la producción en proceso que incluye el producto, la cantidad y fecha de siembra, a continuación se busca según la tabla de conversión a producción equivalente, la cual contiene por cada día de estancia, sobre la base del período total estimado, que por ciento corresponde aplicar. A las unidades totales se les aplica ese por ciento y se obtienen las unidades equivalentes, las cuales se multiplican por el precio de costo establecido en la ficha de costo y eso nos da el importe de la producción en proceso para la Fase (Anexo 7), seguidamente se suma la producción en proceso del área Laminar y ese importe es el total que se carga a la cuenta Producción en Proceso del mes.

En la Fase de Aclimatización sí es posible manejar el concepto de producción terminada, pero no bajo la visión tradicional de asociarlo con un almacén para este tipo de producción, sino como una concepción que puede ayudar a depurar la responsabilidad que el área de comercialización tiene en las biofábricas.

Para definir qué producción pasará a terminada se debe tomar en cuenta el período de estancia que la misma se mantiene en esta fase, a partir del cual es que debe llevarse entonces a la producción terminada y se establecerá en el contrato con el cliente el pago adicional que debe realizar por cada día que incumpla con la fecha de extraer la producción.



Esto es muy importante en este tipo de proceso, debido a que mientras las plantas permanecen en la fase, hay que darles las atenciones culturales que requiere y, por tanto, se incurre en gastos adicionales que son responsabilidad del comprador. Para establecer la magnitud de estos gastos adicionales se utilizará la propia tabla de producción equivalente, y de acuerdo con los días de atraso y el costo predeterminado establecido para esta fase, en cada variedad, se estipula el pago por día adicional que debe hacer el comprador.

La actividad de comercialización en las biofábricas debe tener una concepción muy bien coordinada con la producción. Es preciso tener muy presente que cualquier estrategia de producción debe partir del nivel de ventas contratado para evitar el abarrotamiento de la producción, ya sea en cámaras o en la fase, lo cual interfiere totalmente todo el proceso productivo y atenta negativamente contra los objetivos de la entidad.

Por todo lo expuesto durante el transcurso del capítulo podemos mencionar que las principales deficiencias están enmarcadas en torno al proceso productivo ya que en la entidad no se encuentra habilitada una de las cuentas del ciclo básico del costo, Producción Terminada, además de no reconocerse el inventario de producción terminada, ya que mientras los explantes se mantienen en cámaras, cualquiera que sea el punto del proceso en que se encuentren, son considerados como producción en proceso, y solo se reconocen como terminados cuando se procede a su venta. Los centros de costo están clasificados como directos a la producción, no se diferencian los que pertenecen a centros de costo de apoyo. No tienen establecido en algunas áreas los modelos que permitan la captación de la información primaria, lo cual impide que se reconozcan los gastos en cada una de las fases del proceso productivo. Los gastos indirectos se reconocen solo en el centro de costo Fase de Adaptación, mientras que los costos de producción se traspasan únicamente del área Laminar hacia la Fase de Adaptación, por tanto no se obtiene la información precisa y oportuna de los gastos por cada una de las fases del proceso de producción.



2.4 Propuesta de inclusión de los gastos indirectos en la determinación del cálculo del costo en la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas Biofábrica Villa Clara.

- **Clasificación de los centros de costo.**

Las biofábricas estructuran sus áreas y centros de costo de acuerdo con las características de su proceso productivo. Para lograr una mejor organización de la contabilidad se ha propuesto la clasificación de los centros de costo de acuerdo con la actividad del área que representan en la metodología elaborada por la autora Marili Martín García en su tesis doctoral “El costo de micropropagación para biofábricas de múltiples cultivos”.

- 1- Centros de costo directos: donde se procesa la producción principal.
- 2- Centros de costo de apoyo: su objetivo es apoyar la producción principal con un proceso productivo adicional.
- 3- Centros de costo indirectos: se refiere a los centros de costo de servicio y administración.

A continuación, se propone en la entidad objeto de nuestra investigación que se diferencien los centros de costo en, de apoyo y directos.

Centros de costo de apoyo:

Equipo de Trabajo de Medios de Cultivo: en esta área se elaboran los medios de cultivo necesarios para el establecimiento, multiplicación y enraizamiento; se procede además al lavado, esterilización y embalaje de los frascos.

Implantación: se dedica al chequeo diario de toda la producción para detectar las muertas y contaminadas en material y medios de cultivo y sacarlas del proceso productivo, también retira del proceso las pérdidas por no cumplimiento de las especificaciones de calidad. Cuantifica diariamente el total de pérdidas. Este centro de costo debe de llamarse Control de Calidad, pues se asociaría más con la actividad que realiza.



Meristemo: asume la fase de establecimiento y obtiene los explantes que se pasan a cultivar en todas las brigadas y para todos los cultivos.

Centros de costos directos:

Equipo de Trabajo de Esterilización: es donde se propagan las vitroplantas, o sea en ésta área tiene lugar el ahijamiento y el enraizamiento. A este centro de costo se propone llamarle Laminar, pues es el proceso vinculado a la actividad que se realiza en él.

Fase Adaptación: Aquí tiene lugar la fase de adaptación, se siembran y atienden las vitroplantas hasta alcanzar el desarrollo que les permita ser trasplantadas a campo abierto.

Administración: es un centro de costo indirecto o de servicio, relacionado con la producción, y por lo tanto debe ser considerado en el costo del producto. Este centro de costo asume los gastos relacionados con toda la actividad de servicio que se presta en la biofábrica.

- **Obtención de la información primaria**

Informe de producción para Medios de Cultivo

Los litros de medios de cultivo consumidos constituyen la base para la distribución del gasto en este centro de actividad. Con el objetivo de conocer el total de litros de medios consumidos, por tipo y cultivo, se emite el modelo "Registro de producción en proceso para Medios de Cultivo" (Tabla 2.1), y a partir de estos se calculan los litros de medios consumidos.



MINISTERIO DE LA AGRICULTURA EMPRESA PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA DE SEMILLAS BIOFABRICA VC REGISTRO DE PRODUCCIÓN EN PROCESO CENTRO DE COSTO : MEDIOS DE CULTIVO MES:				
ÁREAS / LÍNEAS	CULTIVOS			
	Cultivar	Tipo de medio de cultivo	Elaboración Medios de Cultivo (Litros)	
			Semisólido	Líquido
PRODUCCION EN PROCESO MEDIANTE TECNOLOGIAS VIA ORGANOGENESIS				
CONFECCIONADO : _____ JEFE DE ÁREA			FIRMA:	
APROBADO: _____ DIRECTOR			FIRMA:	

Tabla 2.1 Registro de Producción en Proceso para Medio de Cultivo.

Fuente: Elaboración propia

Informe de producción para Laminar

Se trabajó con un equipo integrado por técnicos de la producción y de contabilidad en la elaboración del informe final que se rinde, acorde con las exigencias del cálculo del costo, y cuyo objetivo es reflejar el flujo de los explantes en el Área Estéril para el período de que se trate, lo que permitirá elaborar el informe del movimiento de unidades. A través del mismo se calcula el inventario final de la producción en proceso por fases, a partir de los movimientos realizados durante el mes, el cual debe coincidir con las existencias reales.

Se obtiene para los niveles de: equipos de trabajo, cultivos, variedades y fases de producción (ahijamiento o multiplicación y enraizamiento).

En su elaboración se consideraron las particularidades que el proceso de micropropagación introduce en el flujo de las unidades físicas, pues constituye la base para su confección, tal es el caso del cálculo del total de la producción manipulada en la primera parte del informe, correspondiente a Mov. 1º (Movimiento, primera parte), que considera está a partir de la disminución del inventario inicial.



El material total se rebaja de las existencias iniciales de multiplicación, ya que se trata de los explantes extraídos de las cámaras para ser subcultivados en las plazas de flujo laminar, por eso disminuye la disponibilidad inicial; pero además, todo el material a emplear se toma de la fase de ahijamiento, que es la que tiene potencialidad para multiplicarse nuevamente o se pasa a la fase de enraizamiento de acuerdo con la estrategia de producción trazada.

Este informe exige que se realice un cuadro mensual entre el área de contabilidad y producción para garantizar la uniformidad de los datos. Las existencias finales se calculan también a partir de esta información, estas existencias calculadas se comparan con las reales, según el inventario que siempre se realiza a fin de mes, y deben coincidir, de existir diferencias, se reflejan en la columna de igual nombre.

De Meristemo se requiere información similar a la del Área Estéril, solo que se maneja un volumen muy inferior. El dato primario es más fácil de obtener y controlar y su método de cálculo no difiere del anteriormente explicado.

MINISTERIO DE LA AGRICULTURA								
EMPRESA PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA DE SEMILLAS BIOFABRICA VC								
REGISTRO DE PRODUCCIÓN EN PROCESO								
CENTRO DE COSTO : LAMINAR					MES:			
PROCESO / CULTIVOS	CULTIVOS							
	Plátanos y bananos							
	SALDO INICIAL	Material recibido	Material usado	PROD	PERD	TRANSF O ENTRA	VENTAS	SALDO FINAL
PRODUCCION EN PROCESO MEDIANTE TECNOLOGIA VIA ORGANOGENESIS								
CONFECCIONADO : _____					APROBADO : _____			
Jefa de Área					Director			

Tabla 2.2 Registro de Producción en Proceso para Meristemo y Laminar.

Fuente: Elaboración propia

En esta área se emite al cierre del período el "Registro de producción en proceso para la Fase de Adaptación" (Tabla 2.3), donde se recoge toda la producción manejada en el período, incluidas las existencias finales de producción en proceso por cultivo y fecha.

[illegible]

Fuente: Elaboración propia



La información de gastos se obtiene de los Submayores de Gastos, que se elaboran por centros de actividad y elementos. Concluido el registro primario de los gastos correspondientes a cada centro de actividad, se procede a: distribución de los gastos de los centros de actividad de apoyo e indirectos a los directos.

- **Distribución de los Gastos.**

El procedimiento para el traslado de los gastos de los departamentos de servicio (apoyo) hacia los departamentos productivos (directos), se denomina **distribución secundaria**. La misma se realiza a través del uso de determinados métodos, el escalonado, el directo y el recíproco. En nuestra investigación se propone utilizar el método directo.

Para la utilización de este método se hace necesario:

1. Seleccionar las bases de asignación a emplear.
2. Asignar los costos de los departamentos de servicio a los departamentos productivos.
3. Calcular las tasas de aplicación de los gastos indirectos de fabricación presupuestados, acumulados en los departamentos productivos.

Distribución Primaria de los gastos indirectos de fabricación:

La distribución primaria de los gastos indirectos de fabricación no es más que el proceso a través del cual todas y cada una de las partidas de gastos que aparecen en el presupuesto de gastos indirectos de la empresa, son distribuidas entre cada uno de los departamentos de apoyo y directos. En el proceso de distribución se tendrán algunos gastos indirectos que son propios de cada área y otros que se asignan a las mismas mediante un proceso de distribución que se efectúa mediante el cálculo de tasas, dividiendo el gasto entre una base que lo caracterice.

Distribución secundaria de los gastos indirectos de fabricación.

Una vez efectuada la distribución primaria se hace necesario concentrar todos los gastos en las áreas básicas para poder calcular las tasas de aplicación de esos gastos indirectos, aplicando el método directo para la distribución secundaria.



Para realizar la distribución el procedimiento que se utiliza es el cálculo de una cuota de distribución basada en el gasto acumulado en el departamento, entre el número total de la base que corresponda.

Las bases que se proponen para la distribución son las siguientes:

Medios de Cultivo: para distribuir el costo de medios de cultivo se tomarán como base los litros de medios equivalentes consumidos, los que se calculan sumando los litros de medios sólidos y líquidos equivalentes.

Control de Calidad: el gasto de esta actividad de supervisar se puede distribuir sobre la base de la producción manipulada.

Meristemo: la biofábrica de Santa Clara solo establece plátano, para su consumo, por esa razón se emplea en esos casos como medida de actividad la producción equivalente entregada a cada equipo de trabajo.

Administración: por el papel preponderante que desempeña la mano de obra en la micropropagación, se considera el salario como base para la distribución del gasto de Administración.

Véase en la tabla que sigue el proceso de distribución.

	731	Medios de Cultivo	Control de Calidad	Meristemo	Esterilización	Fase Adaptación
Distrib. Primaria	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Distrib. Secundaria	(xxx)	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
	0	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
		(xxx)			xxx	xxx
		0	(xxx)		xxx	xxx
			0	(xxx)	xxx	xxx
Costo Total				0	xxx	xxx

Tabla 2.4 Distribución de los Gastos Indirectos y de los centros de apoyo.

Fuente: Elaboración propia



La propuesta anterior le permite a la entidad contar con información precisa y veraz para la determinación del costo, ya que se reconoce el traspaso de los gastos incurridos en los centros de apoyo a los centros directos a la producción, quedando registrados los tres elementos del costo: materiales, mano de obra y gastos indirectos de producción, lo cual soluciona el problema detectado en el diagnóstico de que solo se registran los gastos indirectos en la Fase de adaptación.



1. Mediante una revisión exhaustiva de la literatura científica actualizada, específicamente de las temáticas asociadas a la organogénesis se pudo constatar que las características que esta tecnología es aplicable a los sistemas de costo por procesos objeto de investigación.
2. A partir del diagnóstico realizado se muestra que en el cálculo del costo de las vitroplantas no se tiene en cuenta la distribución de los gastos indirectos de los centros de apoyo hacia los directos.
3. Se clasificaron los centros de costo existente en centros de costo de apoyo (Medios de Cultivo, control de la calidad y Meristemos) y directo a la producción (Laminar y Fase de Adaptación).
4. Se propone el método directo para la distribución de los gastos indirectos de producción, así como las bases que más se asocian al gasto a distribuir.

Para el perfeccionamiento del cálculo de los costos se proponen modelos que se adecuan a las características de la entidad objeto de estudio, garantizando una correcta precisión en el cálculo del costo de producción de las vitroplantas.



1. Emplear la metodología planteada para alcanzar una mejor organización del trabajo contable en la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas Biofábrica Villa Clara.
2. El personal de las áreas contables debe ser capacitado para que contribuya a la implantación de las propuestas realizadas en el presente trabajo.
3. Utilizar los resultados que se obtengan con la futura implantación del perfeccionamiento del cálculo de los costos, para promover programas de mejoras que reduzcan los costos de forma general.



1. Álvarez JM, Rosales FE (2008). Guía de campo para la identificación y caracterización de banano y plátano híbridos de la FHIA. (Ed Franklin E. Rosales). Bioversity International. Montpellier, Francia. 12-15 pp.
2. Álvarez, J. (1994). Introducción a la Contabilidad de Gestión. Cálculo de Costos. Madrid.
3. Arias, O., 1996 Tendencias actuales en la utilización de vitroplantas. En: Resúmenes IV Coloquio de Biotecnología, Instituto de Biotecnología de la Plantas. Santa Clara. Cuba, Junio 20-22 de 1996.
4. Blanco, F. (2000). Contabilidad de costes y analítica de gestión para las decisiones estratégicas. 8va Edición-Bilbao [España] ediciones Deusto.
5. Cassels, A.C., 1991. Problems in tissue culture contamination. En: Micropropagation: technology application. P. Debergh and R.H Zimmerman (Eds). Publishers by Kluwer academic Publishers. Pp.31-44.
6. Clasificación de los costos (2010). Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos/no%2010/contabilidad%20costos.htm>. [Accesado marzo 2017]
7. Deebergh, P.L. y R.H. Zimmerman, 1991. En Micropropagation technology and Application. Kluwer Academic Publishers. Printed in Netherlands. P-473.
8. Delgado Garrido, Raquel. (1987). Metodología para la implantación o perfeccionamiento de los sistemas de costo. Camagüey. Disponible en: [Accesado abril 2017]
9. Donna. A., 1986. Determining and minimizing Production Costa. En: Zimmerman A. H., Griesbech. R.J., Hanmerchlag.R.A, Lawon, R.H., (Eds) Tissue Culture as a Plant Production Systems for Horticulture Groups 167-173 pp. Mortimer. Nishott Publ.
10. Espinal C, Martínez H, Peña Y (2006) La cadena de plátano en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Documento de trabajo No. 102. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas. Bogotá, Colombia.
11. FHIA (1997) Plantain plant FHIA 21. Patent number 9 791. US Patent
12. FHIA (2007) Bananos y plátanos de la FHIA para la seguridad alimentaria. En: FHIA INFORMA. Año16. No. 1. FHIA. 6-8 pp.
13. GISBERT, C., FITA, A., DÍEZ, M.J. "Prácticas de cultivo in vitro y transformación genética de plantas". Editorial UPV, Valencia 2008.



14. Homgren, Ch. et al. (1991). *Contabilidad de Costo: Un Enfoque Gerencial*. En Capítulo 15: Sistemas de costeo por procesos. Sexta edición. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., México, p. 580.
15. Homgren, Charles T. (1994). "Contabilidad de Costos. un Enfoque Gerencial," Editorial. Prentice Hall Hispanoamericana. México, Cuarta Edición.
16. Horngren, (2005). *Contabilidad de costos*. Tomo I
17. Litz RE, Jarret RL (1991) Regeneración de plantas en el cultivo de tejidos. Embriogénesis somática y organogénesis. En: Roca, WM y Mroginski LA (eds). Cultivo de Tejidos en la Agricultura: Fundamentos y Aplicaciones. CIAT, Cali. pp 143-172.
18. López, M. et al., (2010) *Sistemas de Costo*. Cuba.
19. Martín, M. (1996). *Metodología para el registro contable y cálculo del costo en biofábricas*. X Evento Científico de las Provincias Centrales. Santa Clara, Cuba.
20. Martín, M. (1999). *Cálculo de los costos de investigación y producción en el Instituto de Biotecnología de las Plantas de la U.C.L.V. Contabilidad'99*. Ciudad de La Habana. Cuba.
21. Martín, M. (2000) De los sistemas tradicionales de costo a los nuevos modelos. Conferencia Metodológica. Facultad de Ingeniería Industrial y Economía. Universidad Central de Las Villas. Santa Clara, Cuba.
22. Martín, M. (2001). *El costo de producción en procesos de Micropropagación para biofábricas de múltiples cultivos*, disponible en: [eco.unne.edu.ar/contabilidad/costos/VIII congreso/308.doc](http://eco.unne.edu.ar/contabilidad/costos/VIII%20congreso/308.doc)
23. Metseaneare. R.,E.A., Standaert., 1991. Economic consideration. En: Micropropagation: technology application P. C. Deberght, R.H. Zimmerman (Eds) Kluwes Academics Publishers. Printed in the Notherlands 124-140.
24. Ministerio de Finanzas y Precios (2016). Resolución No. 494-2016. Nomenclador de Cuentas. La Habana, Cuba
25. Monzón Marquetti, Eunisis de los Ángeles (2009): Cálculo del costo de la producción dañada en la empresa de muebles Lídex Camilo Cienfuegos de Ciego de Ávila. UCLV
26. MUSADOC (2016) International Network for the Improvement of Banana and Plantain (INIBAP). Parc Scientifique Agropolis. Montpellier, Francia. Disco compacto. ISBN: 2-910810-39-9.
27. Orellana P, Alvarado P, Guijarro JM, Pérez J, Pérez L, Rowe P, Moreno E, Clavero J, Romero C, y Hernández A (1999) Introducción y validación de híbridos tetraploides de *Musa* en Cuba. Corbana. 24 (51):79-84.



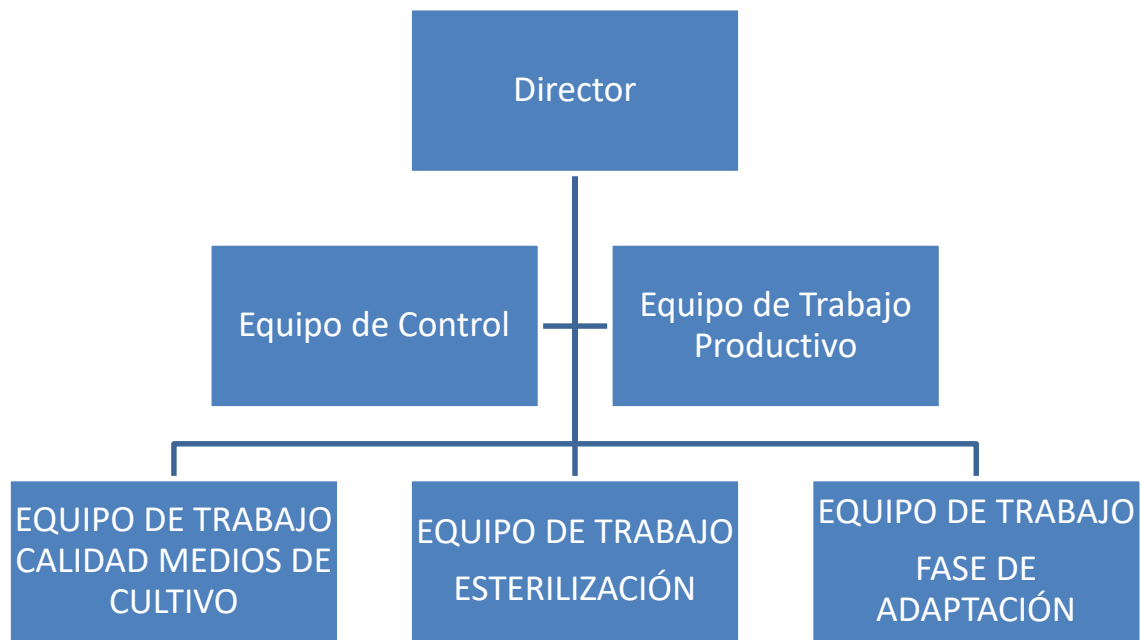
28. Osorio, D., Suárez y M. Suárez Castellá, 1997. La biotecnología al servicio de la floricultura en Colombia. Universidad de Antioquia. Ed. Internas 28 pp.
29. Perera, Osmany (2010). "Contabilidad de costos, sistemas de costos por órdenes de trabajo y sistema de costos por procesos". Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/finanzas-contaduria/sistemas-costo-procesos-ordenes-trabajo.htm> [Accesado abril 2017]
30. Pérez JN y Orellana P (1994) *Musa Improvement in Cuba*. En: Jones DR (Ed) *The Improvement and testing of Musa: A Global Partnership*. Honduras. 203-206 pp.
31. Pérez, P. (1997). *La propagación masiva de plantas en Cuba*. Conferencia Magistral en la Primera Conferencia Internacional de Biotecnología Vegetal: BIOVEG / 97. Ciego de Avila, Cuba,
32. Pérez, Ponce, J. y M. Suárez Castellá, 1993. Competitividad: Reto actual de la Biotecnología. En: Resúmenes. Tercer Coloquio Instituto de Biotecnología de Las Plantas. Santa Clara Cuba, Junio 1993.
33. Pérez Ponce J.N (Ed) *Propagación y Mejora Genética de Plantas por Biotecnología*. En Capítulo 14: *Propagación Masiva en Biofábricas*. Volumen I, Santa Clara, Cuba, Instituto de Biotecnología de Las Plantas, 1998. ISBN 959-7122-02-2.
34. Pérez Ponce J.N (Ed) *Propagación y Mejora Genética de Plantas por Biotecnología*. En Capítulo 1: *Generalidades del Cultivo in vitro*. Volumen I, Santa Clara, Cuba, Instituto de Biotecnología de Las Plantas, 1998. ISBN 959-7122-02-2.
35. Pérez Ponce J.N (Ed) *Propagación y Mejora Genética de Plantas por Biotecnología*. En Capítulo 7: *Introducción a la Propagación Masiva*. Volumen I, Santa Clara, Cuba, Instituto de Biotecnología de Las Plantas, 1998. ISBN 959-7122-02-2.
36. Polimeni, (2005). *Contabilidad de costos. Conceptos y aplicaciones para la toma de decisiones gerenciales*. Segunda edición. Tomo I.
37. Polimeni, R. (1989). *Contabilidad de Costo. Conceptos y aplicaciones para la toma de decisiones gerenciales*. En Capítulo 7: *Sistema de costeo por procesos* II. Editorial McGraw-Hill Latinoamericana S.A., Colombia, p. 283.
38. Rayburn, G. (1993). *Cost Accounting. Using a Cost Management Approach*. Chapter 7: *Process Costing - Addition of Materials and Lost Units*. Irwin. 5^a Edition, pp.225-226.



39. Rayburn, L. G. (1987) Contabilidad de Costos (Vol. 1-2), España, Ediciones Centrum Técnicas y Científicas, 944 pp. Título original: Principles of Cost Accounting: Managerial applications, U.S.A., (1986) Traducido de la 3ra ed. por: Juan Mustavas Soler.Hart Dávalos, Armando. Resolución 157-1980. Ministerio de Cultura. Cuba
40. Referencias bibliográficas: Estilo%20Harvard. pdf [Accesado marzo de 2017].
41. Ripoll F. et al., (1993). La mejora del cálculo del coste a través de la reducción de costes: Una referencia al caso de la Ford de España. Revista Partida Doble, No. 3. España, p. 27.
42. Steward FC, Mapes MO, Smith J (1958) Growth and organized development of cultured cells. American Journal of Botany. 45: 693-704.
43. Valdés, Y., (2012) *Diagnóstico de los costos en el Instituto de Biotecnología de Las Plantas*. Tesis de licenciatura. Cuba, Departamento de Contabilidad y Finanzas, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas.
44. Veitez, A. et al. (1994). Propagación de plantas leñosas por cultivo in vitro. Imprenta Diputación Provincial. Pontevedra. España, p. 15



Anexo No.1 Organigrama





Anexo 2: Solicitud de Entrega

ENTIDAD:				CODIGO:		SOLICITUD DE Entrega			D	M	A				
UNIDAD:				CODIGO:											
ALMACEN AL QUE SOLICITAN:								CODIGO:							
Destin	ORDEN DE PRODUCCIÓN No.			LOTE No.		CENTRO DE COSTO:			CODIGO:						
	ORDEN DE TRABAJO No.			PRODUCTO:			CODIGO:		OTROS:						
CODIGO		DESCRIPCIÓN					UNIDAD DE MEDIDAS		CANTIDAD						
SOLICITADO				AUTORIZADO				RECIBIDO				No.			
Nombre:				Nombre:				Nombre:							
Firma:		D	M	A	Firma:		D	M	A	Firma:		D	M	A	

		Organismo:		VALE DE ENTREGA O DEVOLUCIÓN			Entrega Devolución	
		Empresa:						
Unidad:			Código:					
Almacén que entrega o recibe:								
Destino o Procedencia	Obra:		Objeto de obra:				Cód.	
	Lote No.		Producto:				Otros:	
Código	Descripción		Unidad de medida	Cantidad	Precio	Importe	Saldo en existencia	
TOTAL								
Despachado o devuelto por:					Recibido por:			
Nombre y Apellidos		Firma:			Nombre y Apellidos			Firma:
Anotado S Mayor Invent		Contabilizado por:	Solic. de Mat. No.	D	M	A	V. de Dev. No.	V. Entrega No.



Anexo 4: Producción en Proceso del Área Laminar

EMPRESA PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA DE SEMILLAS
BIOFABRICA VC

PRODUCCIÓN EN PROCESO LAMINAR

MES: _____

	Ahijamiento				
Cultivo	Cantidad	%	Cantidad/%	costo	Importe
SUB TOTAL					
	Enraizamiento				
SUB TOTAL					
TOTAL					



Anexos

INFORMACION MENSUAL. FASE DE ADAPTACION



CERTIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN PROCESO

PRODUCTO	E.INICIA L	ENTRADAS			SALIDAS			EXISTENCIA FINAL
		SIEMBRA	AHIJ.	OTRAS	PT	MUERTES	OTRAS	

Hecho por: Cristina Pérez Romero (Jefe de Área)

Revisado por: Jorge Luis Rodríguez Álvarez Control de Calidad)

Contabilizado por: Melissa Alfonso Bacallao (Jefe Contabilidad)

Aprobado por: Nieves Ramos Rodríguez (Director)

Firma: _____ Fecha: _____

Firma: _____ Fecha: _____

Firma: _____ Fecha: _____

Firma: _____ Fecha: _____



Anexo 7: Producción en proceso Fase Adaptación.

EMPRESA PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA DE SEMILLAS
BIOFABRICA VILLA CLARA

MES: _____

Producción en Proceso Fase de Adaptación						
Plátano						
Variedad	Cantidad	Fecha	%	Cantidad %	Precio costo	Importe
SUB TOTAL						
PROD. PROCESO LAMINAR						
TOTAL						

Melissa Alfonso Bacallao
Tec. A Gestión Económica

Nieves Ramos Rodríguez
Directora



Anexos

Anexo 8: Tabla de Conversión a Producción Equivalente

Tabla de Conversión a Producción Equivalente $1.38992 \times 1000 = 1389.92$ para un millar de vitroplantas (días sembrados)

PLÁTANO					
Días	%	Valor	Días	%	Valor
1	2	27.80	31	52	722.76
2	3	41.70	32	53	736.66
3	5	69.50	33	55	764.46
4	7	97.29	34	57	792.25
5	8	111.19	35	58	806.15
6	10	138.99	36	60	833.95
7	12	166.79	37	61	847.85
8	13	180.69	38	62	861.75
9	15	208.49	39	63	875.65
10	17	236.29	40	65	903.47
11	19	264.08	41	67	931.25
12	20	277.98	42	68	945.15
13	21	291.88	43	70	972.94
14	22	305.78	44	73	1014.64
15	25	347.48	45	75	1042.44
16	26	361.38	46	77	1070.24
17	27	375.28	47	79	1098.04
18	28	389.18	48	80	1111.94
19	33	458.67	49	82	1139.73
20	35	486.47	50	83	1153.63
21	37	514.27	51	85	1181.43
22	38	528.17	52	87	1209.23
23	40	555.97	53	88	1223.13
24	42	583.77	54	90	1250.93
25	43	597.67	55	92	1278.73
26	45	625.46	56	93	1292.63
27	47	653.26	57	95	1320.42
28	48	667.16	58	97	1348.22
29	50	694.96	59	98	1362.12
30	51	708.86	60	100	1389.92



Anexo 9: Ficha de costo del plátano

MINISTERIO DE LA AGRICULTURA			
FICHA PARA PRECIOS Y SU COMPONENTE EN PESOS CONVERTIBLES			
MINISTERIO DE LA AGRICULTURA	Ficha-Costo Agrícola		
Empresas de Semillas Varias	UM: Millar		
Descripción del Producto:	Vitroplantas 1000		
Vitroplántulas de Plátano Adaptada Bolsa FB			
Producción período anterior:	Plan de Producción:		
Concepto de Gastos	Fila	Total Unitario	De ello: CUC
Materias Primas y Materiales	1	834,17	0,00
Materias Primas y Materiales Fundamentales	1,1	552,01	
Combustibles y Lubricantes	1,2	210,00	
Energía Eléctrica	1,3	72,16	
Agua	1,4	0,00	0,00
Sub total (Gastos de elaboración)	2	555,74	
Otros gastos directos	3	42,80	0,00
Depreciación	3,1	42,80	
Arrendamiento de Equipos	3,2		
Ropa y Calzado (trabajadores directos)	3,3		
Otros	3,4		
Gastos de fuerza de trabajo	4	271,57	0,00
Salarios	4,1	218,37	
Vacaciones	4,2	19,85	
Impuesto por utilización de la Fuerza de Trabajo	4,3		
Contribución a la Seguridad Social	4,4	33,35	
Estimulación en pesos convertibles	4,5		
Gastos indirectos de producción	5	218,37	
Depreciación	5,1		
Mantenimiento y Reparación	5,2		
Seguro de Estructura y Producción	5,3		
Gastos generales y de administración	6	23,00	0,00
Combustibles y lubricantes	6,1		
Energía Eléctrica	6,2		
Depreciación	6,3		
Ropa y Calzado (trabajadores indirectos)	6,4		
Alimentos	6,5		
Otros Gastos	6,6	23,00	
Interés Bancario (Gastos Bancarios)	8		
Costo de Producción Agrícola p/ 1 ha	9	1.389,92	0,00
MENOS	10		
Ingresos por cobro de ropa y calzado	11	0,00	
Ingresos por cobros de alimentos	12	0,00	
Costo por 1000 vitroplantas	13	1.389,92	0,00
Costo de Producción Agrícola p/ 1 millar	14	1.389,92	0,00
Utilidad (20% del costo de elaboración)	15	110,08	
Precio de venta de 1000 vitroplantas	16	1.500,0000	
Utilidad (10% del costo total)	17		0,00
Componente en pesos convertibles	18		0,00
Precio por Vitroplantas	19	1,50	0,00
Precio por qq	20	0,00	0,00