



18

ANÁLISIS ECOSISTÉMICO-SUSTENTABLE DE UNA BIOFÁBRICA DE VITROPLANTAS EN PREDIOS AGRÍCOLAS DE LA UTMACH, ECUADOR

ECOSYSTEM-SUSTAINABLE ANALYSIS OF A BIO-FACTORY OF VITROPLANTS IN AGRICULTURAL ESTATES OF THE UTMACH, ECUADOR

MSc. Alexander Moreno Herrera¹

E-mail: amoreno@utmachala.edu.ec

Dr. C. Rigoberto Miguel García Batista¹

E-mail: rmgarcia@utmachala.edu.ec

MSc. Carlos García¹

E-mail: cgarcia@utmachala.edu.ec

MSc. Jorge L. Montes de Oca Suárez²

E-mail: jmontes@inica.edu.cu

¹ Universidad Técnica de Machala. República del Ecuador.

² Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Moreno Herrera, A., García Batista, R. G., García, C., & Montes de Oca Suárez, J. L. (2017). Análisis ecosistémico-sustentable de una Biofábrica de vitroplantas en predios agrícolas de la UTMACH, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 5(1-Ext), 140-149. Recuperado de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>

RESUMEN

El estudio desarrollado responde a la implementación de una Biofábrica de vitroplántas que identificó especies potenciales como plantas del género *musa* que posee mayores áreas agrícolas en monocultivo de sistemas convencionales con más de cuarenta años de plantadas, con afectaciones hasta el cien por ciento en producción por enfermedades y especies forestales en peligro de extinción. La ubicación del estudio toma como referencia a las tres Granjas agrícolas que dispone la UTMACH, ubicadas en tres Cantones de la provincia El Oro. Dentro del plan de actividades para los estudios ecosistémicos y sustentables para la construcción y montaje de las instalaciones, se analizó cuál de las tres granjas propuestas para dichos fines sería la más idónea o la que mayor cantidad de requisitos disponía, para ello se visitaron y tomaron los indicadores técnicos requeridos de las Granjas Pagua, Santa Inés y Chacras. Posteriormente se procedió a la determinación de los costos de inversión, para lo que se tuvo en cuenta los costos de construcción civil, los costos de materiales e insumos, los costos en reactivos y los costos de equipamiento.

Palabras clave:

Sustentabilidad, Biofábrica, costos, vitroplántas.

ABSTRACT

The study was carried out in response to the implementation of a Biofábrica of vitroplants that identified potential species as plants of the genus *muse* that has larger agricultural areas in monoculture of conventional systems with more than forty years of planted, affecting up to one hundred percent in production by diseases And forest species in danger of extinction. The location of the study is based on the three agricultural farms of the UTMACH, located in three Cantones of the province of El Oro. Within the plan of activities for the ecosystem and sustainable studies for the construction and assembly of the facilities, it was analyzed which Of the three farms proposed for these purposes would be the most suitable or the one with the greatest number of requirements, for which the required technical indicators of the Granjas Pagua, Santa Inés and Chacras were visited and taken. Subsequently, investment costs were determined, taking into account civil construction costs, material and input costs, reagent costs and equipment costs.

Keywords:

Sustainability, Biofactory, costs, vitroplants.

INTRODUCCIÓN

En los momentos actuales la Biotecnología ha dejado de ser una ciencia básica y se ha convertido en una importante fuerza productiva tanto para países desarrollados como para aquellos en vías de desarrollo, creando áreas especializadas como la Biotecnología Vegetal. Dentro de esta área, la micropropagación de plantas constituye la rama de mayor difusión y desarrollo, siendo los pioneros en su aplicación países como Holanda, Israel, Japón y los Estados Unidos de América, estando Cuba considerada líder entre los países en desarrollo de la investigación y aplicación de esta tecnología a escala comercial con la implementación de 14 biofábricas de vitroplántas hasta la década de los noventa, de estas el 43 por ciento de instalaciones de cuarta generación con volúmenes productivos hasta cinco millones de vitroplántas anuales.

En los sistemas productivos de tipo convencionales y como actividad cultural en la región costa del Ecuador, se encuentra el género *Musa* con sus clones de banano diversos. Estas plantaciones que poseen edades mayores a 40 años donde predomina enfermedades como *Mycosphaerella fijiensis* que afecta 25 al 50 % (El Universo, 2002) así como las declaraciones de emergencias a nivel de país que en los últimos años indicaban máximos valores de infección a escala de Stover en hojas 4 y 5 (república del Ecuador. Ministerio de Agricultura, 2010) de las plantaciones que ocasiona la pérdida de entre el 50% y 100% del rendimiento de la planta, donde pequeños y medianos productores concentran alrededor del 80% de las plantaciones (El Universo, 2012).

El material vegetal en plantaciones está expuesto a las diversas plagas, enfermedades y manejo agresivo donde predomina un monocultivo permanente con manejos convencionales que degradan los agroecosistemas bananeros y que cuenta con una extensión de 182158,00 ha en producción en el país (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014).

Estos agroecosistemas bananeros producto al manejo extensivo que poseen, buscan la reactivación de mecanismos existentes o la creación de otros adaptados a las nuevas realidades, que se enfocan en tres temas específicos como es medio ambiente, riesgos fitosanitarios y responsabilidad social empresarial (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015) producto a que es un cultivo tradicional de las poblaciones establecidas.

La micropropagación *in vitro*, como instrumento novedoso en la producción de cultivos de interés

económico, puede constituir en la República de Ecuador el fortalecimiento de la disponibilidad, rentabilidad y competitividad del material vegetal a nivel nacional mediante el desarrollo tecnológico y productivo de áreas estratégicas de la economía, así como a su transferencia y difusión en el sector empresarial, especialmente entre las pequeñas y medianas empresas agrícolas.

La consecución de los cambios de la matriz productivas exigen en este caso cambios cuantitativos y transversales a la realidad, que garantizan un manejo sostenible de los agroecosistemas bananeros ecuatorianos mediante el desarrollo de procesos más sanos y limpios de la producción de semillas así como la conservación de especies potenciales del género *musa* en áreas de producción. En consideración a estos beneficios esperados se desarrolló un análisis ecosistémico y sustentable para la construcción de un laboratorio de cultivo de tejidos vegetales a escala comercial (Biofábrica de vitroplántas) en la Universidad Técnica de Machala, Ecuador, donde se obtenga semilla biotecnológica con alta disponibilidad y calidad, en ciclo de producción estable y continua mediante técnicas de micropropagación como es la utilización de los Biorreactores de Inmersión Temporal (BIT), que optimizan el cultivo *in vitro* de excelente calidad genética y fitosanitaria así como el rescate cultural del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló producto al convenio de colaboración entre INICA y UTMACH, esta última posee tres granjas en la provincia de El Oro que representan zonas de clima variable, estas se ubican en el Cantón El Guabo (Granjas Pagua), Cantón Machala (Granja Santa Inés) y Cantón Huaquillas (Granja Chacras) que fueron propuestas para dicho estudio, la valoración ecosistémica y sustentable se realizó con fines selección para determinar la más idónea o la que mayor cantidad de requisitos reunía, para ello se visitaron y tomaron datos de campo en los meses de Abril a Mayo del 2014.

La valoración de los diferentes ecosistemas para el manejo de vitroplántas en las granjas objeto de estudio se desarrolló según organigrama propuesto en el anexo 1, donde se detalla los parámetros analizados ecosistémico-sustentable. El proceso de diagnóstico se desarrolló siguiendo los siguientes pasos:

1. Requerimientos de macro y microlocalización: lugar alejado de fuentes contaminantes, fuentes de abasto de agua de calidad, fuentes seguras de energía, cercanía a una población, adecuadas vías de acceso y comunicación y ubicación de posibles clientes.

2. Estudio de factibilidad técnica – económica: cultivos a propagar, clientes potenciales, existencia de mercado para los productos, condiciones climáticas adecuadas para los cultivos, ubicación geográfica, disponibilidad de personal técnico especializado, centro de investigación de apoyo y capital de riesgo.
3. Elaboración de la tarea técnica, descripción resumida de las tecnologías, definición del tipo de Biofábrica (integrada e independiente), requerimientos de las tecnologías, de ubicación de las áreas de trabajo, de condiciones de trabajo, de la ubicación de las fuentes de energía, agua y otros, orientación geográfica de las cámaras de cultivo, requerimientos productivos (capacidad productiva anual y dimensionamientos de las áreas). Las condiciones climáticas adecuadas deben contar con la valoración de los parámetros ambientales que permitan la toma de decisiones en el momento de determinar cuál será el área (Granja) donde debe efectuarse la construcción, tenemos que tener presente los aspectos que relacionan a continuación: temperatura anual media: 27 °C ±1 °C, evaporación (mm): 750 mm y 1400 mm por año, tención de vapor (hPa): 23.611 hPa, humedad relativa (%): 60-80 %, precipitación (mm): 800 - 1200 mm, punto de rocío (°C): 18 °C, vientos mínimos (Km/h): 1.8 m/seg, heliofanía efectiva: 60 horas, nubosidad (Octas): 5.5 (±1 °C), pH del agua: 5.8-7, conductividad eléctrica del agua: 002 mmhos/cm. Para la toma de decisiones se valoró tomas de muestras de agua de las tres Granjas en análisis de laboratorio (pH y conductividad) en el laboratorio de Química de la unidad académica de ciencias químicas de la UTMACH, que brindo la información detallada de la calidad de las fuentes de agua. La importancia de este recurso para este estudio motivo la investigación de las fuentes hídricas de influencia, como fueron el Río Pagua, Río Siete, Río Zarumilla, Río Casacay y Río Jubones, cuyas cuencas hidrográficas abastecen las tierras de las tres Granjas en cuestión, la información de tipo antecedentes le fue solicitada a la Subsecretaría General de Marcación Hidrográfica de Jubones.

Dentro del plan de actividades para el estudio se valoró el proyecto arquitectónico como se muestra en el anexo 11 para la construcción y montaje de una Biofábrica de vitroplántas, valorando los resultados del análisis ecosistémico en la selección de área idónea (Granja) para las adaptaciones constructivas de tipo bioconstrucciones. En los costos de inversión, se tuvo en cuenta los costos de construcción civil, los costos de materiales e insumos, los costos en reactivos y los costos de equipamiento, valores proporcionados de empresas y firmas comerciales de las principales ciudades del país como Quito, Guayaquil y local en la ciudad de Machala. En este parámetro se valoró el costo de transferencia tecnológica requerida que garantiza la sostenibilidad y sustentabilidad del proceso productivo mediante acompañamiento por el INICA.

Para evaluar de la forma más integral posible un proyecto de inversión se debe contar con un procedimiento que sea capaz de integrar la mayor cantidad de análisis posibles con el objetivo de abarcar cada uno de los aspectos elementales a tener en cuenta (Darías, 2012).

La ejecución del estudio permitió realizar la **macro y microlocalización** de las zonas a intervenir detallando la ubicación como se muestra en el anexo 2, donde la Provincia de El Oro se encuentra situada al suroeste del Ecuador, entre las provincias de Azuay, Guayas y Loja, el Océano Pacífico y la República del Perú. Su clima posee las características del clima tropical monzónico aunque existen zonas de páramo y mesodérmico húmedo y semihúmedo, hacia el Oriente, en alta y baja montaña respectivamente, dispone además de una subzona de sabanas y de clima tropical seco, con temperaturas promedio de 23°C en la parte occidental.

Su relieve presenta una escasa superficie de montaña subtropical en Puyango, Piñas y Zaruma; una zona que coincide con la Hoya del río Puyango y una amplia región de sabana desde el río Jubones hasta Santa Rosa. En la Hoya del Puyango está el Chillacocha (3.600msnm), es la elevación más alta de la Provincia. Estas características climáticas influyen en la variedad de climas locales de cada una de las granjas desde la más húmeda que es pagua hasta la menos húmeda que es chacras.

En el caso del estudio de las fuentes de abasto de agua para el proceso productivo de vitroplántas, el estudio permitió la caracterización de las tres granjas donde se confirmó la ausencia de fuentes cernas de contaminación así como la presencia de fuentes de energía óptima en áreas de las granjas analizadas. En el estudio de incidencia de la población la Granja Santa Inés, presentó mayores oportunidades por la presencia de las instalaciones de la UTMACH, seguido de la Granja Pagua con una población estudiantil de tipo Colegio Técnico Agropecuario como fortaleza local no así en el caso de la Granja Chacras. La ubicación geográfica que brindo más oportunidades de mercado fue la Granja Pagua ya que la construcción estaría en los límites de la provincia y cercana a la provincia del Guayas un potente cliente.

El parámetro calidad de agua fue una condición esencial de valoración, ya que en estos sistemas productivos deben tener en cuenta que la conductividad (o conductancia específica) de una solución de electrolito es una medida de su capacidad para conducir la electricidad. La unidad en el sistema internacional (SI) de conductividad es el siemens por metro (S/m), la medida de la conductividad del agua

es un modo típico de supervisar instantánea y continuamente la tendencia del funcionamiento de los sistemas de su purificación, para el cultivo de tejidos debe ser menor a 0.002 mmhos/cm o 2 S/m como se puede apreciar en la Tabla 1 donde se identificó la Granja Pagua como cumplidora.

Tabla 1. Resultados del análisis del agua de las tres Granjas.

Granja	Toma de muestra	pH	C.E. Mmhos/cm
Pagua	Pozo	8.52	0.21
	Acueducto	7.29	0.05
Santa Inés	Pozo	8.13	1.04
Chacra	Pozo	7.88	1.96
	Acueducto	7.61	1.22
Valores aceptados		6.5 (±1)	0.2

La factibilidad técnica-económica permitió identificar los cultivos a micropropagar en la Provincia de El Oro según los datos obtenidos del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) esto respondieron a cacao que posee 18.000 ha divididas en 6000 ha de la variedad CCN51 y 12000 ha de cacao nacional, en Café existen 3000 ha, en Banano hay 50000 ha, en Arroz existen 3000 ha, en Maíz 650 ha y en Sacha Inchi 15 ha. En la figura 1, se muestra representación porcentual donde el cultivo principal es el banano con una diversidad de variedades potenciales. En las actividades agrícolas esta provincia posee el 20,4% de la población en actividades de jornales, donde se destina la mayor fuerza de trabajo al cultivo de banano por el rigor y cultura agrotécnica del cultivo (República del Ecuador. Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2017).

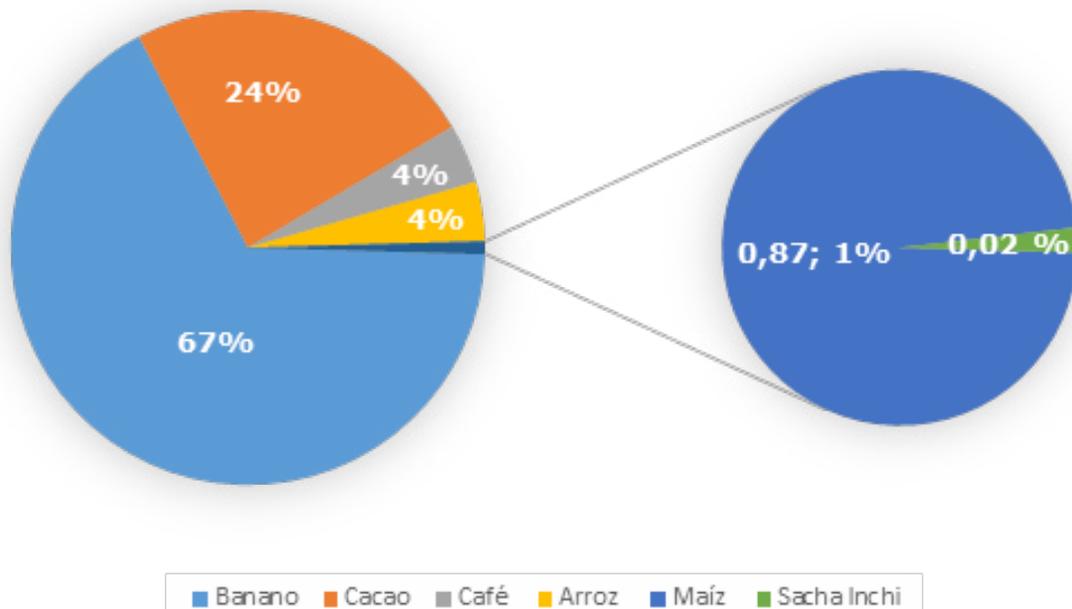


Figura 1. Porcentaje de área cultivada en la provincia de El Oro.

En la identificación local de clones al banano por orden de prioridad tenemos como Cavendish gigante, Cavendish enano, Williams, Diaffa y Gala estas tres últimas con antecedentes de productores que poseen alguna experiencia en vitroplántas. Los análisis locales de clones importados a la provincia demuestran en la tabla 2 los precios mercado donde la menor compra debe ser de tres mil unidades más el costo de la transportación que tiene sus orígenes en la provincia de los Ríos en Ecuador a un tiempo de 6 horas en transportación por tierra.

Tabla 2. Resultados del análisis de vitroplántas importadas a la provincia El Oro, Ecuador.

Clones de vitroplántas de banano importados en la provincia El Oro.		
Clones	Precio unitario (USD)	Precio por mayor (USD)
Williams	0,85	0,80
Diaffa	0,90	0,85
Gala	0,90	0,85

En este estudio se identificó que el Ministerio del Ambiente (MA), poseía ciertas especies de interés para la reforestación y estas fueron clasificadas

como se muestra en la Tabla 3, según los fines de aprovechamiento (especies las de mayor demanda maderera), con fines de conservación (con el único fin de mantener un equilibrio en la biodiversidad) y con pérdida de ciertas especies (plantas en peligro de extinción). Todo tipo de datos o porcentajes de

las especies son manejados por las juntas parroquiales de la provincia de El Oro (clientes potenciales), los cuales presentan un Plan de Ordenamiento Territorial con financiamiento autónomo anual que responde al Plan del Buen Vivir del Ecuador.

Tabla 3. Resultados del análisis especies maderables en la provincia de El Oro, Ecuador.

Aprovechamiento	Conservación	Peligro De Extinción A Nivel De Provincia
Tectona grandis	Guayacán blanco	Guayacán blanco
Cedrus sp.	Guayacán negro	Crisata
Schizolobium parahybum	Loxopterygium huasango Spruce ex Engl.	
Laurus nobilis	Colicodendron scabridum (Kunth) Seem.	

En las valoraciones ambientales requeridas para establecer una Biofábrica en una de las granjas, tuvo presente las diferentes variables climáticas, permitieron efectuar un análisis exhaustivo y confiable entre las tres zonas, lo que determinó cuál de los

predios presentó mejores condiciones de ubicación geográfica, climatológica, de fuentes de abasto de agua y su calidad para construir la Biofábrica. En la tabla 4 (A y B) se muestra el comportamiento de los parámetros valorados en las locaciones estudiadas.

Tabla 4 A y B. Comparación de las diferentes variables climatológicas en las tres Granjas valoradas como posibles zonas para la construcción de la Biofábrica.

A:

Granjas	Temperatura (oC)	Evaporación (mm) Años: 1990-2013	tención de vapor (hpa)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm) Años: 1990- 2013
Chacras	29,9	180,8	24,5	81,2	543,8
Santa Inés	28,3	978,5	25,7	82,3	828,8
Pagua	28,2	1493,7	28,2	89,8	1138,8
Valor Óptimo	27(±1oC)	750-1400	23,61	60-80	1200

B:

Granjas	Punto de rocío (o C)	Vientos mínimos (km/h) Años:1990-2013	Heliofanía efectiva (horas) Años: 1990-2007	Nubosidad (Octas)
Chacras	21,2	1,1	-	4,9
Santa Inés	21,4	1,1	77,6	6,4
Pagua	23,5	1,3	56,4	6,9
Valor óptimo	18(oC)	1.8 (m/seg)	60 horas	5,5 (±1 oC)

Los estudios realizados para la construcción de la Biofábrica, respaldan la selección de los terrenos ubicados en la Granja Pagua, por ser los que mejores condiciones presentaron. Como resultados de los estudios realizados en la Granja Pagua, tenemos que la misma presenta un comportamiento cercano a los límites del comportamiento de las variables, que determinan su factibilidad desde el punto de vista técnico para la construcción de la

Biofábrica. En la tabla 5, se expone resumen de los resultados obtenidos en la Granja Pagua, donde se valoró diferentes fuentes de agua requeridas para el manejo in vitro y ex vitro de la Biofábrica. El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución, los parámetros admisibles para el cultivo in vitro deben ser de 5,8-7,0 este puede ser ajustado con sustancias ácidas o alcalinas, en este caso se recomiendo el agua de acueducto que proviene

de una fuente de montaña cercana que abastece a las comunidad. En el caso de la conductividad eléctrica esta fuente de agua antes mencionada es más idónea, la misma que será objeto de purificación y evitara gastos excesivos en el proceso de filtración por osmosis.

Tabla 5. Análisis de las diferentes fuentes y calidad del agua en la Granja Pagua.

Toma de Muestra: fuente.	pH	C. E. Mmhos/cm
Pozo	8,52	0,21
Acueducto	7,29	0,05

El análisis ecosistémico realizado según parámetros antes analizados permite caracterizar a la Granja Pagua como idónea. En los parámetros sociales se identificó como fortaleza que las áreas colindaban con un colegio agropecuario como posible fuente capacitada y futura mano de obra. La vía de acceso a la granja es el corredor a otras provincias como Loja y Zamora así como Guayaquil que es el potente mercado de musa en Ecuador.

Los laboratorios de biotecnología, trabajan con materiales biológicos en todos sus niveles (células, órganos, sistemas). El equipamiento requerido para estos fines, los microscopios, los termómetros y los equipos de medición y pesaje, cámaras de flujos laminares, son costosos y requieren de condiciones constructivas y de climatización muy específicas y controladas. De estas condiciones constructivas necesarias para el proceso, se derivan los costos de construcción civil, tanto del laboratorio, como de la casa de aclimatación para las plantas. Según (Martín & Rodríguez, 2012), el conocimiento de las características del proceso productivo y su incidencia en el procesamiento de la información contable constituyó la primera etapa de este trabajo, lo que permitió definir los principales aspectos a considerar en el cálculo y registro del costo de producción.

Costos de la construcción Civil: Para a la determinación de los costos de inversión, se tuvo en cuenta los costos de construcción civil, los que procesados arrojaron un costo de inversión para la construcción de la Biofábrica de \$230 000 USD.

Costos de la fase de Aclimatación: La casa de aclimatación ocuparía un área de 5000 m², estaría compuesta por dos naves de 2500 m² cada una, cubierta en los techos y paredes por malla Sarán o malla antiáfidos de 60% y paredes. La construcción y montaje de la fase de aclimatación nos apoyamos en las ofertas recibidas de la firma SIRCUS S.A. de Guayaquil, en estudios realizados por esta el costo

de diseño, materiales, construcción civil, sistema de riego, su monto estaría en \$160 000 USD.

Costos de equipamiento, reactivos, cristalería y misceláneas: La cantidad de equipos a utilizar en el laboratorio dependerá de los niveles productivos esperados, al igual que la calidad de la producción planificada depende de la eficacia del equipamiento del laboratorio, los mismos requisitos deben cumplir los reactivos, la cristalería y las misceláneas que se tienen que adquirir para la puesta en marcha y posterior funcionamiento de forma ininterrumpida de la Biofábrica (Orellana, et al., 2006, 2008). Al efectuar los análisis y comparación de los resultados obtenidos de estos precios, los resultados obtenidos fueron los que se ofrecen en la tabla 6.

Tabla 6. Descripción de los costos por partidas para activación del sistema productivo en la Biofábrica (SPB).

Costos por partidas en el SPB.	
Descripción	Costo en USD
Equipamiento	98.897,00
Cristalería	11.603,00
Misceláneas	90.050,20
Reactivos	14.470,00
Total	215.020,20

Al agregar los costos de construcción civil del laboratorio y la casa de aclimatación, el costo total sería como se observa en la tabla 7.

Las tarifas según la capacidad estimada serían las siguientes:

Variante 1 (3 millones vitroplantas): \$200 452 USD

Variante 2 (1,5 millones vitroplantas): \$150 452 USD

Tabla 7. Costos estimados para la construcción, montaje y puesta en marcha de la Biofábrica para la producción de 3 millones de vitroplántas.

Descripción de la inversión	Valores (USD)
Construcción civil	230.000,00
Casa de Adaptación	160.400,00
Equipamiento:	98.897,00
Cristalería	12.203,00
Misceláneas	90.050,20
Reactivos	15.000,00
Cobro de Cuba:	200452,00
Total	847.802,20

Se debe considerar que estos costos están elaborados en base a los precios de venta de los materiales, equipos, reactivos y misceláneas de Ecuador. De

importar de forma directa algunos de los recursos necesarios y comenzar produciendo 1.5 millones de vitroplántas es posible disminuir los costos generales, pues las dimensiones de la construcción civil del laboratorio comercial y de la casa de aclimatización disminuirían, así como algunos de los recursos necesarios que se utilizarían en menor cantidad.

En caso de decidir la producción inicial a 1,5 millones de vitroplántas y planificarla en dos etapas, siendo la primera de 500 000 vitroplántas y en la segunda llegar a 1.5 millones, se podrían disminuir los costos de los reactivos, misceláneas, y sobre todo se puede valorar disminuir las dimensiones de la construcción civil del laboratorio comercial y de la casa de aclimatización.

Con producción de 1.5 millones de vitroplántas los costos de inversión como se detalla en la tabla 8.

Tabla 8. Costos estimados para la construcción, montaje y puesta en marcha de la Biofábrica para la producción de 1,5 millones de vitroplántas por año.

Descripción de la inversión	Valores (USD)
Construcción civil	205 000,00
Casa de Adaptación	68200,00
Equipamiento:	98000,00
Cristalería	9953,00
Misceláneas	41300,00
Reactivos	8000,00
Cobro de transferencia tecnológica	150 000,00
Total	580 453, 00

En América el establecimiento de tecnologías *in vitro* se han desarrollado con diferentes costos según el país ejecutor, producto al manejo de aranceles de importación elevados y moneda nacional propia como para Ecuador que los dos primeros parámetros influyen en estos costos. Obteniendo un costo por planta de 0,38 USD según valores de tabla 8 y cuando se empleen los valores tabla 7 el costo por planta es de 0,28 USD. En el caso de una "Biofábrica" de semillas de tecnología biotecnológica transferida por Cuba con capacidad de producción anual de cinco millones de plantas en el parque científico de Colombia se maneja un costo de más de 330.000 dólares y costo por planta de 0,06 USD. Esta Biofábrica fue producto de transferencia tecnológica del IBP de la Universidad Central de las Villas (Cuba) y Parque Tecnológico de Antioquia (PTA), establecido en el Carmen de Viboral por iniciativa de la gobernación de Antioquia, la universidad del mismo

nombre y otras entidades de ese departamento del noroeste colombiano (La Nación, 2006).

CONCLUSIONES

Existen especies vegetales de interés económico en la región que pueden ser reproducidas mediante la producción *in vitro* y comercializadas en el mercado de la provincia o el país, logrando una mejora en la calidad y sanidad de la semilla que se le brindará a los productores agrícolas. Entre las especies vegetales se encuentra el género *Musa* con clones de banano identificado así como otros cultivos y plantas forestales con interés de establecerse protocolos para crear bancos de germoplasma de especies en peligro de extinción.

La zona que mejores condiciones ecosistémicas presenta entre las tres granjas estudiadas y que mejor cumple con los parámetros técnicos para la construcción de la Biofábrica, es el sector donde se ubica la Granja de Pagua.

Se cuentan con las condiciones técnicamente factibles para la construcción, montaje y puesta en marcha de una Biofábrica sustentable para la producción de plántulas de diferentes especies vegetales, que puede influir en el mejoramiento de la calidad de la semilla a utilizar por los productores de la provincia El Oro y el país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Darías, M. (2012). Diseño de procedimiento para la evaluación de proyectos de inversión de consumibles de soldadura y ferroaleaciones. *Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Administración de Negocios*. Santa Clara: Universidad Central de Las Villas.
- El Universo. (2002). *Bananaeras de El Oro con Sigatoka*. Recuperado de <http://biblioteca.bce.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=46809>
- El Universo. (2012). *Ataque de la sigatoka preocupa a bananeros*. Recuperado de <http://www.eluniverso.com/2012/07/25/1/1356/ataque-sigatoka-preocupa-bananeros.html>
- La Nación. (2006). *Inauguran "biofábrica" de semillas con tecnología cubana*. Recuperado de http://www.nacion.com/economia/Inauguran-biofabrica-semillas-tecnologia-cubana_0_862513922.html
- Martín, M., & Rodríguez, E. (2012). *El costo de producción en procesos de micropropagación para Biofábrica de múltiples cultivos*. VIII Simposio Internacional de biotecnología. Santa Clara: Universidad Central de Las Villas.

Orellana, P., Agramonte, D., Suárez, M., Jiménez, M., Pérez, J., & Santana, I. (2006). Biofábrica para la micropropagación de especies vegetales. XV Fórum Nacional de Ciencia y Técnica. Santa Clara.

Orellana, P., Suárez, M., Triana, R., Sarria, Z., Hernández, L., González, M., & Pérez, Z. (20-23 de Abril de 2008). Métodos y elementos básicos para la planificación de la producción in vitro en Biofábrica. VIII Simposio Internacional de Biotecnología Vegetal. Santa Clara: Universidad Central de Las Villas.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014). *DATA FAOSTAT*. Roma: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). MAGAP, IICA y FAO: Encuentro Interministerial de Agricultura. Recuperado de https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/22/14295497707900/boletin_en-mar_2015_definitivo.pdf

República del Ecuador. Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2017). *Resultados del Censo de Población y Vivienda 2010*. Provincia El Oro. Quito: INEC. Recuperado de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/el_oro.pdf

República del Ecuador. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca. (2010). Resolución No 71. Quito: MAGAP. Recuperado de http://balcon.magap.gob.ec/mag01/pdfs/aministerial/2010/2010_471.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Diagrama para la ejecución del análisis ecosistémico-sustentable para el establecimiento de una biofábrica de vitroplántas en áreas de la UTMACH.



Anexo 2. Ubicación geográfica las Granjas Pagua, Santa Inés y Chacra.

