



Producción Industrial de
Trichoderma harzianum - agente de
biocontrol aplicado a *Eucalyptus* y *Pinus*
Proyecto Industrial

Autores

**Mariana Scala
Tania Ostraujov
Rodrigo Iglesias
Martín Bugallo
Enzo Anastasía**

Tutores

**Ing. Quím. César Michelotti
Ing. Quím. Raúl Prando**

Marzo 2009

Tomo I

Proyecto final de Carrera: Ingeniería Química
Instituto de Ingeniería Química – Facultad de Ingeniería – Universidad de la República. Dir: Julio Herrera y Reissig
565 – CP 11300 – Montevideo – Uruguay.
Tel: (+5982)7110871 – Fax: (+5982)7115446

Resumen Ejecutivo

Introducción

El objetivo del presente proyecto es el diseño de una planta para la producción a escala industrial, de *Trichoderma harzianum* para su uso como agente de biocontrol de enfermedades en especies forestales. La aplicación de *Trichoderma harzianum* para dicho fin se justifica mediante numerosos estudios y pruebas de campo que demuestran su acción antagonista frente a otras especies fúngicas causantes de importantes pérdidas para la industria forestal. Entre las especies fúngicas que representan dicho problema fitosanitario se encuentran *Botrytis spp.*, *Inocutis jamaicensis* y los hongos que constituyen el llamado complejo del “Dumping off” o “Mal de los Almácigos” como ser: *Phytium spp*, *Fusarium spp*, *Rhizoctonia spp*, *Sclerotium spp*.

El producto proyectado THSpp, está constituido por esporas de *Trichoderma harzianum* en una formulación con excipientes. La aplicación del mismo se realiza en el sustrato para la siembra de plantines de *Eucalyptus* y *Pinus* en viveros forestales.

Comercialización

El estudio de comercialización del producto se basa en el desarrollo del sector forestal del Uruguay en los últimos años y su perspectiva a futuro. Para proyectar el comportamiento del mercado desde el punto de vista de la forestación se consideran ciertos factores como ser: la política de desarrollo forestal, la instalación en el país, de emprendimientos industriales que consumirán importantes volúmenes de madera, los efectos probados de uso de *Trichoderma harzianum* en cuanto a la disminución de las pérdidas en árboles.

La proyección realizada de la producción de plantines y por ende de consumo de THSpp determina una producción creciente en el tiempo de modo de satisfacer la demanda.

En base a la estimación de la demanda actual se proyecta la producción de 22,5 toneladas de THSpp para el primer año de vida del emprendimiento y 90 toneladas para el último año considerado (2018)

El producto se comercializa en bolsas de 2 kg, a un precio de 13,5 U\$S/kg

Tamaño

La estimación de la demanda determina el tamaño de producción, en base al cual se cuantifica el consumo de materias primas e insumos que permitan alcanzar el objetivo.

Se prevé que la planta opere 345 días al año, en tres turnos de 8 horas. Está proyectada una ampliación de la capacidad productiva al año 2017, por lo que se distinguen 2 fases operacionales (A y B) en la vida del emprendimiento. Es así que la producción proyectada para el año 2017, 45 toneladas de THSpp, constituye el doble de la inicial.

Siendo la producción variable en el tiempo, también lo es el consumo de materias primas e insumos. Para el año 2018, cuando la producción es máxima, el consumo anual de materias primas es el siguiente:

Sacarosa: 2140 kg/año

Nitrato de Potasio (KNO_3): 2680 kg/año

Sulfato de Magnesio (MgSO_4): 1340 kg/año

Fosfato Di ácido de Potasio (KH_2PO_4): 712 kg/año

Cloruro Férrico (FeCl_3): 5,2 kg/año

Pulpa de tomate: 40000 kg/año

Localización

La planta se instalará en el complejo industrial de la actual empresa FUNSA Coop; la cual cuenta con infraestructura ociosa. La planta se sitúa en el barrio Villa Española, sobre la calle Cno. Corrales 3076 entre las calles: Labarden y Dr. Martín Aguirre.

Se selecciona un local que permita la ejecución del emprendimiento con un bajo costo de construcción, en virtud del aprovechamiento de la infraestructura edilicia y de servicios, ya existente. La superficie total ocupada es de 432 m², existiendo la posibilidad de mayores ampliaciones si fuera necesario.

Ingeniería

Las principales etapas del proceso productivo diseñado son:

- Desarrollo del inóculo.
- Preparación y esterilización del medio de cultivo.
- Fermentación, para la obtención de esporas de *Trichoderma harzianum*.
- Filtración; para la separación de la biomasa y esporas del medio de cultivo.
- Secado; se secan las tortas de filtración de la etapa previa hasta alcanzar una humedad en base seca menor al 10%, de modo de asegurar la viabilidad del producto una vez formulado.

- Formulación; el producto obtenido de la etapa de secado se mezcla con el excipiente (Carbonato de Calcio) para alcanzar la concentración definida para el producto en cuanto a ufc/kg de THSpp.
- Empaque; el producto se envasa en bolsas de 2kg para su posterior comercialización.

Se destaca la selección de biorreactores tipo *airlift* para llevar a cabo la fermentación. Este tipo de biorreactores representan una opción adecuada para minimizar los esfuerzos de corte al que se someten las células durante la fermentación, siendo así más eficientes que aquellos agitados mecánicamente. También permiten un ahorro energético debido a que la aireación y la agitación se realizan por un mismo mecanismo.

La ampliación de la capacidad productiva prevista para el año 2017, implica la incorporación de un nuevo biorreactor tipo *airlift*.

La generación de efluentes es de 0,21 m³/h, cuyo vertido final luego del tratamiento, se realiza a colector.

El suministro de energía eléctrica se realiza mediante la sub estación disponible en el predio, empleándose el transformador de 6300/220 V y 315 kVa. La potencia eléctrica máxima consumida de 59 kW y el consumo diario máximo es de 640 kWh.

Por su parte, la caldera prevista tiene un consumo de gas natural de 2,4 m³/h.

Consideraciones ambientales

Cabe destacar que el proceso permite la obtención y comercialización de un producto cuyo uso está declarado de interés para la producción agrícola (Decreto 135/2007), tal es el caso de los agentes de biocontrol.

El proceso diseñado emplea tecnologías limpias de modo de minimizar los impactos. En la evaluación preliminar ambiental del proyecto no se detectaron impactos negativos significativos. Igualmente se detallan las principales medidas de prevención - mitigación establecidas:

- Contar con un sistema de prevención de la contaminación accidental.
- Disponer asimismo de un Plan de Emergencia para imprevistos (incendios, derrames, accidentes).
- Gestionar el destino/disposición de los residuos líquidos y sólidos en forma adecuada, manteniendo registros de los volúmenes vertidos y efectuando los controles necesarios para verificar el cumplimiento de la normativa aplicable.

- Controlar las emisiones gaseosas provenientes de la operación de la caldera y otras posibles fuentes, procediendo de forma similar a la descrita en el ítem anterior.
- Mantener un vínculo adecuado con la población de la zona, a través del establecimiento de canales de comunicación con los habitantes.
- Mantener un programa de capacitación continua para el personal de la Planta, que incluya, además de los aspectos relativos a la propia operativa de la misma, las medidas de control y actuación en emergencias.

Organización

Se opta por una Sociedad Anónima como tipo de persona jurídica más conveniente para el emprendimiento.

La planta contará con tres turnos de ocho horas, ocupando en la primera fase (A) un total de 16 empleados y en la segunda fase (B) un total de 20 empleados.

Evaluación económica financiera

Inversiones:

Se analizan las inversiones amortizables y no amortizables, y dentro de las mismas las tangibles e intangibles:

- Inversiones Amortizables: 302.943,90 U\$S
- Inversiones No Amortizables: 32.930,3 U\$S
- Inversión total requerida: 335.874,20 U\$S

Costos

- Costos de Producción: 80 % (en promedio)

Viabilidad Económica y Financiera:

Las dos alternativas estudiadas son: inversión con capital propio e inversión con capital mixto. (53% propio, 47% prestado). El precio de venta fijado es de 13,5 U\$S/Kg.

Se concluye:

- El Proyecto se torna económicamente viable cuando se alcanza una producción anual de THSpp equivalente a los 27.000 kg.

- Se realizó un estudio de sensibilidad del proyecto frente a un incremento en el precio de las materias primas y frente a un aumento en el costo de mano de obra. Tanto para capital propio como para capital mixto, se desprenden las mismas conclusiones: el proyecto comienza a ser viable cuando alcanza una producción de 27000 Kg, independientemente de los incrementos considerados como posibles escenarios.
- Debido a los resultados obtenidos para capital propio y capital mixto, se realizó el análisis de la afectación del Proyecto si se incrementa el precio de venta del producto, llevándolo al mismo valor que la competencia (referencia Lage & Cía S.A.). Se encontró que el proyecto es económicamente viable durante todo el período considerado, tanto para capital propio como para capital mixto. Al aumentar el precio de venta del producto de 13,5 U\$S/Kg a 14,5 U\$S/Kg (precio actual de la oferta) se obtienen valores de punto de equilibrio por debajo de la capacidad instalada año a año, indicando un margen de utilidades positivo. Igualmente, el mismo se ve afectado por pequeñas fluctuaciones en los factores considerados, haciendo que el Proyecto no sea seguro para el inversionista.