



Proyecto demostrativo

BioTerra

(Miltay S.A.)

Nueva línea de peletizado de compost y
formulación de sustratos

Evaluación técnica-económica

Ing. Agr. MSc. Florencia Benzano

Ec. MSc. Maria Ester Zaha

Noviembre 2020

Contenido

1	Resumen ejecutivo	1
2	Acerca de este documento.....	2
3	Marco teórico: El compostaje como alternativa de valorización de residuos agroindustriales.....	2
3.1	¿Qué es el compostaje y qué producto se obtiene?	2
3.2	¿Por qué impulsar el compostaje y ensayar el agregado de valor?.....	3
4	Descripción del caso de estudio: BioTerra.....	4
4.1	Descripción del proyecto demostrativo	6
5	Resultados técnicos.....	7
5.1	Desempeño de la tecnología	7
5.2	Impacto de la nueva tecnología en productos, cartera comercial y procesos de la empresa.	10
5.2.1	Compomite.....	11
5.2.2	Sustratos.....	12
6	Resultados económicos.....	13
6.1	Datos y supuestos para el flujo de caja	14
6.2	Flujo de caja	18
6.3	Indicadores de rentabilidad.....	20
6.4	Escenarios de sensibilidad.....	20
7	Limitantes identificadas.....	22
8	Conclusiones	23
9	Anexo resultados técnicos.....	24
9.1	Anexo 1: Detalle de equipos instalados en el marco del proyecto demostrativo, compromiso celebrado entre MIEM/DNE y ONUDI con Miltay S.A.	24
9.2	Anexo 2: Diagrama de la línea de producción adquirida por BioTerra (Miltay S.A.) e instalada en su predio en el marco del contrato existente con PROYECTO GEF 4890/ONUDI 120323.	25
10	Referencias.....	26

1 Resumen ejecutivo

El presente informe refiere a la evaluación técnico económica de un proyecto de agregado de valor a las enmiendas orgánicas producidas en base a residuos agroindustriales en una planta de compostaje nacional.

BioTerra es una planta de compostaje a cielo abierto ubicada en Juanicó, departamento de Canelones, Uruguay. Procesa cerca de 18.000 ton de residuos orgánicos / año, provenientes de agroindustrias de la zona, reduciendo 555.8 ton de CO₂ eq/año respecto a si se almacenaran en pilas y vertieran al terreno. Da trabajo a 25 - 30 personas de forma directa. Su capacidad operativa autorizada por DINAMA es de 21.600 ton de residuos/año.

Buscando incrementar las ventas de compost, BioTerra se planteó desarrollar nuevas formulaciones que sortearan las limitantes de baja concentración de nutrientes y granulométricas que el compost tiene, e inciden negativamente en su demanda. La granulometría tipo tierra, con la baja densidad resultante, y su alta dosis de empleo, dificultan su aplicación y también hacen que el costo de su traslado al sitio de uso tenga una gran incidencia en el precio final de ésta herramienta productiva. El compost resulta un insumo no competitivo a distancias mayores a los 100 km de la planta de producción.

En el marco de una convocatoria abierta realizada por el Estado a través del proyecto Biovalor¹ en el año 2016, BioTerra recibió apoyo para co-financiar la compra, instalación y puesta en marcha de una tecnología que le permitiera producir fertilizantes orgánicos peletizados y sustratos, a base de compost. Recibió 110.000 USD no reembolsables para co-financiar una inversión total de 246.867 USD.

El resultado fue exitoso. La empresa desarrolló el Compomite, formulación peletizada a base de Compost Premium y fertilizante mineral Azomite, principalmente, ambos insumos registrados en el MGAP, EO-001 y Nº 513-001, respectivamente. Gracias a su mayor densidad, menor contenido de humedad, menor dosis de empleo, menor costo de flete y aplicación / unidad de nutriente y más fácil manipulación, el Compomite logró ser competitivo en mercados como el hortícola de Salto, ubicado a 450 km de la fábrica. Introducido en el mercado hacia el último trimestre del 2019 con un precio de venta hasta cinco veces mayor al del compost Premium, tuvo muy buena aceptación, logrando una venta de 100 m³ y con muy buenas perspectivas de demanda a futuro. Empleando parte de la nueva línea, la empresa desarrolló 3 formulaciones de sustratos propias y también fórmulas a demanda, alcanzando nuevos y complementarios mercados.

Por otra parte, la nueva tecnología puesta en marcha tuvo un impacto positivo, indirecto y no previsto en el proceso de compostaje. Al permitir que el compost maduro sea retirado de la playa de compostaje,

¹ Biovalor: proyecto dirigido por tres ministerios: MIEM, MA y MGAP, implementado por la ONUDI y co-financiado por el FMAM.

MIEM: Ministerio de Industria, Energía y Minería; MA: Ministerio de Ambiente; MGAP: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca; ONUDI: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. FMAM: Fondo para el Medio Ambiente Mundial.

independientemente de las ventas que se concreten, tracciona la velocidad con que los residuos recibidos en la planta ingresan al proceso, previniendo la ocurrencia de siniestros ambientales y la pérdida de calidad del compost terminado. A su vez, se genera stock de productos de mayor valor agregado, que no pierden calidad por acopiarse embolsados y bajo techo.

La producción de pelets y sustratos generó mayores vías de salida para el compost. La rentabilidad es atractiva aún con la maquinaria operando a 45% de su capacidad máxima. Sin el subsidio del proyecto Biovalor, la TIR a 10 años resulta de 9%, el VAN de 17.131 USD y el tiempo de repago simple de 6,4 años.

El proyecto es sostenible y replicable a nivel nacional.

2 Acerca de este documento

El proyecto Biovalor (Proyecto ONUDI 120323) dirigido por tres Ministerios, (MIEM, MA y MGAP), implementado por la ONUDI y financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial, tiene como objetivo generar información sobre tecnologías que permiten transformar residuos agropecuarios, agroindustriales y de pequeños centros poblados en energía y/o subproductos, promoviendo así el desarrollo de modelos sostenibles de bajas emisiones.

Una de las tecnologías abarcadas y promovidas desde Biovalor es el compostaje, tecnología que permite transformar un residuo en una enmienda orgánica como se detalla en el punto 3.

En el presente informe se presenta el proyecto demostrativo implementado en BioTerra con el objetivo de evaluar la viabilidad de agregarle valor al compost, y se muestran los resultados:

- Evaluación del desempeño de la nueva línea de producción de formulaciones peletizadas a base de compost y de sustratos.
- Impactos de la nueva tecnología en la producción de la empresa, su cartera comercial y procesos.
- Evaluación del impacto económico de la nueva línea de negocio de la empresa.

Se finaliza concluyendo sobre los mismos.

3 Marco teórico: El compostaje como alternativa de valorización de residuos agroindustriales

3.1 ¿Qué es el compostaje y qué producto se obtiene?

El compostaje es un proceso biológico, aerobio y termófilo a través del cual se descompone la materia orgánica, en este caso residuos degradables, reduciéndose el volumen hasta un 50% y obteniéndose como producto, el compost. Producto sanitizado, que contiene materia orgánica estabilizada, libre de sustancias fitotóxicas y que puede ser aplicado al suelo sin provocar efectos adversos. A nivel agropecuario es un insumo productivo empleado para mejorar las características físico-químicas del suelo (FAO, 2013).

Durante el compostaje se libera dióxido de carbono y agua, producto de la actividad microbiológica. Diversas variables físico-químicas varían y son monitoreadas desde el inicio hasta el final del proceso, destacándose el comportamiento de la temperatura, que alcanza valores cercanos a los 65 - 70°C por determinado período de tiempo, sanitizando el material (FAO, 2013; Matei et al, 2014).

El compost maduro, se caracteriza por tener olor y aspecto (color, granulometría) parecido a tierra. La cualidad más destacable es su contenido de materia orgánica estabilizada, 20 a 50% en base seca. Ello, asociado a que en los suelos la materia orgánica es determinante de su calidad, hacen que el destino principal del compost sea su aplicación al suelo para potenciar la productividad. Otra cualidad destacable del compost es su contenido de microorganismos (hongos, bacterias y actinomicetes, Escobar et al., FAO, 2015) y de micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn, entre otros, web Biovalor). El compost también contiene macronutrientes primarios (N, P, K) y secundarios (Ca, Mg, Na), pero en baja proporción (0.04 a 1.7 % en base seca, web Biovalor).

El grado de control del proceso de compostaje varía según la infraestructura donde se realice y la maquinaria que se emplee, tanto en pilas a cielo abierto como en recintos techados o cerrados, donde llegan a implementarse manejos automatizados. Según el manejo, la duración del proceso y la calidad del producto pueden variar. En plantas con pilas a cielo abierto, como las nacionales, la aireación del material se realiza periódicamente mediante el volteo mecanizado de las pilas y el proceso puede durar de 3 a 4 meses.

3.2 ¿Por qué impulsar el compostaje y ensayar el agregado de valor?

El compostaje es una tecnología que plantea una relación ganar - ganar, permite gestionar adecuadamente un residuo biodegradable y obtener un producto de valor, que aplicado al suelo mejora el ambiente y potencia la producción agropecuaria.

El compostaje en pilas a cielo abierto es una tecnología valorada por ser robusta, sencilla, requerir de bajas inversiones y tener bajos costos de operación y mantenimiento en comparación con otras tecnologías de compostaje (Fichtner – Resa, 2016). Entre el 2010 y mediados de 2020 el número de plantas de compostaje formales y operativas aumentó de una a cinco (Com. Pers. Antón, DINAMA, 2020). La normativa ambiental que entró en vigencia en el 2013 (Decreto N° 182/013), favoreció la posibilidad de cobrar por el servicio de gestión de residuos que ofrecen, a quienes los generan.

Por otro lado, dadas las virtudes de la tecnología y su potencial de expansión a nivel nacional, atendiendo el número de plantas operativas y las características de generación de los residuos estimados por Biovalor en el 2016 (Benzano, Emmer y González, 2016), se entendió de relevancia impulsar la tecnología trabajando para levantar algunas de las barreras ya identificadas como condicionantes de su expansión por los referentes del sector.

Empresas operadoras de residuos; fabricantes de compost; referentes de la academia; especialistas del proceso de compostaje, del producto, de su destino y de la realidad de los sectores que lo demandan,

planteaban como barreras: i) la ausencia de normativa que dé garantías de calidad e inocuidad a quienes lo demandan, ii) un tratamiento tributario desigual en comparación a otros insumos agropecuarios y iii) aspectos técnicos del compost que al incidir en su logística, impactan fuertemente en su precio final acotando su demanda.

Desde Biovalor se han desarrollado distintas actividades con el fin de levantar esas barreras, siendo una de ellas la ya mencionada convocatoria abierta realizada en 2016 para la cofinanciación de proyectos demostrativos con fondos no reembolsables, dirigida a interesados en implementar tecnologías de valorización de residuos a escala real. Fueron valoradas positivamente las propuestas que planteaban evaluar el agregado de valor al compost como estrategia para levantar limitantes físico-químicas y conquistar nuevos mercados. ***Ensayar el incremento de la densidad y del contenido de nutrientes por unidad de producto mediante el granulado o peletizado y enriquecimiento con nutrientes del compost, puede resultar en un producto competitivo a distancias mayores, y además, más atractivo desde el punto de vista de su logística, al resultar más fácil de manipular, trasladar y aplicar.***

Una de los proyectos seleccionados para ensayar el agregado de valor al compost, fue el de BioTerra que se describe a continuación.

4 Descripción del caso de estudio: BioTerra

BioTerra es una planta de compostaje a cielo abierto, ubicada en la localidad de Juanicó, departamento de Canelones, dentro de la cuenca del río Santa Lucía. Opera desde el 2010 y anualmente recepciona cerca de 18.000 toneladas de residuos orgánicos generados de diversas industrias de la zona. Se estima que mediante el compostaje de los residuos logra una reducción de GEI de 555.8 ton de CO₂ eq/año, en comparación a si se almacenaran en pilas y vertieran a terreno. Ocupa de forma directa y permanente entre 25 a 30 personas. Mediante la técnica de compostaje de pilas de residuos a cielo abierto, transforma los residuos en compost, fertilizantes, sustratos y otros productos naturales. El compost Premium está certificado bajo la norma internacional de insumos orgánicos OMRI (Organic Materials Research Institute). Es una empresa socia de CEMPRE (Compromiso Empresarial para el Reciclaje).

Figura 1: Vista de la playa de compostaje de BioTerra.



Figura 2: Vista de bigbags cargados con compost.



4.1 Descripción del proyecto demostrativo

Para incrementar las ventas de compost BioTerra definió como estrategia ampliar la cartera de productos y llegar a más mercados.

Con ese objetivo, en el 2016 se presentó a la convocatoria abierta de Biovalor, solicitando la co-financiación de la adquisición, instalación y puesta en marcha de una tecnología novedosa para el país, que le permitiría producir fertilizantes orgánicos (FO) a base de compost y peletizados, y también producir sustratos.

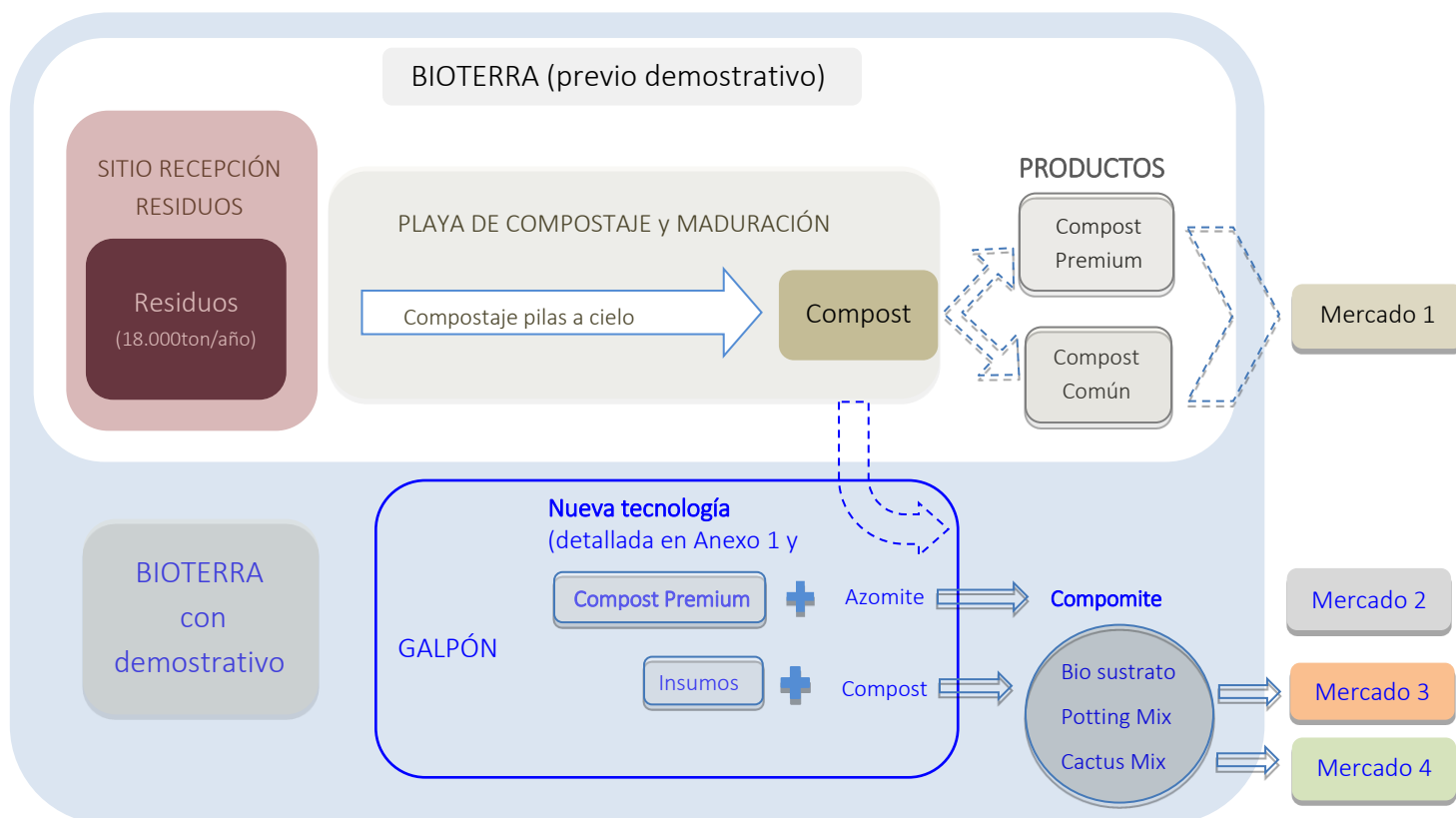
Con el desarrollo de los FO la empresa esperaba levantar algunas de las limitantes del compost mencionadas previamente. Uno de los objetivos fue acceder a mercados distantes a la planta de producción, donde la alta incidencia del flete en el precio final del compost, asociada a su alta dosis de empleo, lo vuelve no competitivo. Al desarrollar productos peletizados con mayor contenido de nutrientes y densidad que el compost, se logra: i) bajar el costo del flete por unidad de nutriente, ii) bajar la incidencia del flete en el costo final de uso del producto, dado que presenta menores dosis de empleo que el compost, iii) bajar el costo de aplicación por unidad de nutriente al pelet, viabilizar el uso de maquinaria de aplicación de uso común en el medio agrícola nacional, iv) un producto más fácil de manipular, por ser un pelet y además requerir de menores dosis de uso.

La propuesta planteaba producir 1.350 ton/año de fertilizantes orgánicos peletizados y posicionarlos como insumos tanto en el sector agrícola intensivo como en el extensivo, destacando respecto a los fertilizantes químicos, su ventaja de poseer materia orgánica estabilizada, macronutrientes con distinta velocidad de liberación, microelementos y microorganismos benéficos.

Con la producción de sustratos BioTerra buscaba ocupar la capacidad operativa ociosa de la mezcladora adquirida como parte de la nueva línea de peletizado, y en segundo término generar otra alternativa comercial para la venta del compost al emplearlo en su formulación. El objetivo de producción definido fue 960 m³ de sustratos profesionales por año, con los que conquistar nuevos mercados.

La propuesta incluía el interés de certificar los nuevos productos para producción orgánica, según normas internacionales.

Ilustración 1: Diagrama de flujo de los procesos en BioTerra previo al proyecto demostrativo y luego de su puesta en marcha (en azul).



5 Resultados técnicos

5.1 Desempeño de la tecnología

La tecnología fue suministrada por la empresa canadiense Lawson Mills Biomass Solutions Ltda. No se recibieron ofertas de proveedores nacionales ni regionales. Se instaló y quedó operativa entre noviembre del 2017 e inicios del 2018, con algunas variantes respecto al diseño original, ver figura 1 del Anexo.

Figura 3: Nueva línea de peletizado de compost y formulación de sustratos instalada en BioTerra (febrero 2018).



Los ensayos realizados para determinar el performance de la nueva línea en el enriquecimiento y peletizado del compost y en la formulación de sustratos, mostraron resultados satisfactorios.

El compost puro puede ser peletizado, al igual que el mezclado con distintos insumos, harina de pescado, harina de pluma, dolomita y a distintas dosificaciones de agua. La calidad de los pelets resultantes es valorada como buena, atendiendo las cualidades que se detallan en la Tabla 1.

La capacidad de producción puede variar entre 0.3 a 1.0 ton/hora, en un régimen de 0.5 ton/hora.

En cuanto al desempeño de la nueva línea en la producción de sustratos, tanto la calidad como la capacidad de producción es satisfactoria, en régimen cerca de 2 m³/hora. Cabe destacar que en la producción de éstos insumos sólo se emplea la mezcladora y sistema de carga de la nueva línea, no se usa el equipamiento de peletizado.

La capacidad de producción de la nueva planta conforma a la empresa y es mayor a la actualmente ocupada, estimada en 45% (Tabla 7).

Tabla 1: Características físicas consideradas en la evaluación de calidad del pelet.

Parámetro	Resultado	Registro fotográfico
Dureza	La tecnología permite producir pelets lo suficientemente duros como para manipularlos sin que se rompan y no se observa presencia de polvo significativa dentro de las bolsas.	
Facilidad de dilución	Al entrar en contacto con agua los pelets se hidratan fácilmente. Ensayos de aplicación de pelets en cobertura y sub-superficial mostraron que lluvias pequeñas de 5-6 mm, hidratan el pelet aplicado en cobertura y desintegran a aquel que es enterrado en el suelo sub superficialmente.	
Contenido de humedad	La cantidad de agua en el producto es menor a la inicial (dato de la empresa).	
Densidad	Es posible producir pelets a base de compost, con densidades mayores a los 0,76 ton/m ³ del compost.	
Tamaño y homogeneidad del pelet	Largo del pelet: variable en una misma partida, entre 10 a 30mm. Diámetro del pelet: constante, 5mm.	

Si bien el desempeño de la nueva línea cumple con los objetivos para los cuales fue adquirida y puesta en funcionamiento, BioTerra identificó aspectos de diseño a mejorar que permitirían un funcionamiento con menos interrupciones y menores necesidades de mantenimiento:

- Varias cintas instaladas inicialmente mostraron dificultades operativas una vez que se incrementó su uso en términos de horas de trabajo, se cree que modificando la forma de los cangilones al tipo medialuna, podría mejorar su desempeño.
- El ángulo de inclinación de la cinta que transporta el pelet desde el sistema de aspersión del polvo y enfriado hacia el pulmón del sistema de embolsado, debería ser menor (puntos 11 y 12 del ítem 9.2).

La temperatura del pelet resultante también debería ser menor (es mayor a 36 °C).

5.2 Impacto de la nueva tecnología en productos, cartera comercial y procesos de la empresa.

Con la nueva línea de producción en funcionamiento BioTerra amplió su cartera de productos, sumó una formulación peletizada a base de compost y fertilizante mineral, denominada Compomite y tres formulaciones de sustratos, desarrollos que le permitieron consolidarse como proveedor de insumos en nuevos mercados (Tabla 2).

La producción de compost no cambió antes o después de implementado el proyecto. Tanto la producción objetivo de nuevos productos como el potencial de la nueva línea instalada, no han sido alcanzadas. En los primeros 3 - 4 meses transcurridos desde que se desarrolló la formulación Compomite a fines del 2019, la empresa logró vender 100 m³, equivalente a 96 ton, lo que dista de los 1350 ton/año de producto peletizado manejados en la propuesta. La diferencia responde a que todo producto nuevo debe posicionarse en el mercado para luego incrementar sus ventas, no existiendo problemas operativos de la nueva línea que justifiquen la diferencia. La venta anual de sustratos tampoco alcanzó los 960 m³ previstos inicialmente, siendo de 780 m³, nuevamente la diferencia radica en la demanda y no en causas operativas (Tabla 2).

La nueva línea es operada por dos personas, ampliando la nómina de empleados de la empresa.

Tabla 2: Detalle de productos y producción de BioTerra a la fecha ([en azul nuevos productos y mercados](#)).

Producto	Tipo de insumo	Producción comercial (m ³ /año)	Características	Precio de venta (USD)		Mercado principal (destino)
				/m ³ (BF)	/ton MS	
Compost Premium *	Enmienda orgánica	2.200	Densidad: 0.76 ton/m ³ (BF) N: 0.8% p/p BF C org: 13% (p/p BS) // C/N:13 H: 40% BF	24 a 43 (granel) 178 (bolsas 20 lts Compost Premium)	40 – 72 (granel) 297 (Compost Premium, en bolsa de 20 lts)	Hortícola y Frutícola zona Sur (radio de ventas: 50km, máx. 100km)
Compost Común						
Compomite	Compost Premium + Azomite** en pelets	225 ***	Densidad: 0.96 ton/m ³ (BF) N-P ₂ O ₅ -K ₂ O: 0.3-1.7-0.6 + 5.3 Ca + 2.5 Mg + 1.6 Fe %p/p BF. C. org: 11.5% p/p BS // C/N:25 H: 20%. BF	260 (en bolsas de 50 lts)	325 (en bolsas de 50 lts)	Hortícola zona Norte del país (radio de ventas: 450 km)
Bio Sustrato	Sustrato	780	Densidad variable, cercana a 0.3 ton/m ³ . Composición variable.	170 (promedio de valor granel y bolsas de 7 – 20 lts)	s/d	Viveros hortícolas. Viveros ornamentales. Productores cannábicos.
Potting Mix						
Cactus Mix						
Sustrato: formulación a demanda						

* N° de registro en DGSA del MGAP: EO – 001 // ** N° registro 513/001 // *** Producción anual proyectada en base a demanda esperada del mercado.

5.2.1 Compomite

El “Compomite” es fabricado a base de Compost Premium y Azomite, fertilizante 100% de origen mineral que es comercializado en la región por BioTerra. Ambas materias primas están registradas en el MGAP, Nº de registro EO-001 y Nº 513-001, respectivamente. El Compomite fue caracterizado en octubre 2020 y previamente la empresa inició las gestiones pertinentes para solicitar su registro ante la DGSA del MGAP atendiendo la nueva normativa vigente para los insumos orgánicos (Resol. DGSA Nº 97/018, DGSA Nº 141/018 y 536/019). El proceso de registro definirá si es un insumo orgánico registrable a la fecha, o es un tipo de insumo orgánico sobre el que aún no hay normativa definida.

La proporción de cada materia prima en su formulación es información confidencial de la empresa, pero BioTerra indica que se alcanzó y hasta superó el porcentaje de compost objetivo, siendo mayor a 50% y cercano al 80% en base fresca. Se estima que en el proceso de peletizado existe una reducción en volumen del Compost Premium del 40% explicado por su mayor densidad y menor contenido de agua del 25% en peso, explicado por su menor contenido de agua. Para aplicar igual cantidad de MS al suelo mediante el uso de Compomite o de Compost Premium, basta con usar el 60% del volumen del primero, o el 75% en términos de peso. Según datos aportados por la empresa, el Compomite tiene un contenido de humedad menor al Compost Premium, cercano al 20% en vez de 40% y la densidad resultante es mayor, 0.96 frente a 0.76 ton/m³. Las dosis recomendadas de uso son marcadamente menores, cercanas a los 2,5 m³ de producto/há, en vez de los 30 m³ del compost, lo que posiblemente sea explicado por el mayor contenido de nutrientes del Compomite y que es aplicado directamente en el lomo del camellón donde se transplantan los plantines (Tabla 2).

Con el nuevo desarrollo la empresa alcanzó uno de sus objetivos, ampliar su radio de ventas de 50 - 100 km máximo, a 450 km conquistando nuevos mercados como el de Salto. Con el Compomite la empresa se está consolidando como un proveedor de insumos en la horticultura de primor de la zona Norte del país, mercado distante donde su compost no resultaba competitivo dada su mayor dosis de uso, mayor contenido de humedad y menor densidad, que hacen que el costo del transporte resulte elevado en relación al valor del producto.

Desde Agroveterinaria Avenida², empresa que vende el Compomite en Salto y afirma abastecer al 80% del sector hortifrutícola de la zona, indican que es un producto demandado tanto para producción a campo como para cultivos protegidos. Quienes lo han usado, han quedado muy conformes con su desempeño, valorando positivamente los siguientes aspectos:

- Fácil manipulación, dada la granulometría del pelet.
- Buena calidad del pelet, no forma polvo dentro de la bolsa.
- Aporta materia orgánica al suelo y mayor cantidad de nutrientes por unidad de producto que con el compost.
- Tiene impacto positivo en la producción de los cultivos.

² Balori J.J. Com. Pers. Julio 2020.

Se espera que la demanda de esta nueva formulación crezca en próximas zafras, atendiendo su buen desempeño productivo y su ingreso al mercado en el último trimestre 2019².

Figura 4: Compomite, bolsa de 50 lts.



5.2.2 Sustratos

En el desarrollo de sustratos la empresa alcanzó objetivos y mayores avances. Desarrollaron tres nuevas formulaciones: Potting Mix, Bio-Sustrato, Cactus -Mix. La proporción en que el compost se mezcla con las otras materias primas disponibles varía según el producto y forma parte del desarrollo que la empresa maneja como confidencial.

Los parámetros de calidad considerados en la formulación son el drenaje, la capacidad de retención hídrica, el pH, el contenido de nutrientes y de microorganismos benéficos. Las formulaciones se destinan a plantas con características distintas, como las hortícolas, los cactus y suculentas y el cannabis, las que se producen y comercializan también en distintos mercados. La empresa prepara mezclas “personalizadas” atendiendo los requisitos del comprador.

Con los sustratos, y gracias a las gestiones comerciales realizadas por la empresa, BioTerra logró ocupar en mayor medida la capacidad de la mezcladora adquirida dentro de la línea de peletizado de compost, generar nuevas salidas para el compost producido y entrar en nuevos mercados, consolidándose como proveedor de insumos para viveros hortícolas, viveros ornamentales y productores cannábicos.

Figura 5: Bigbag cargado con sustrato y presentación comercial del Potting Mix.



Como se señaló previamente, un resultado a destacar y no previsto inicialmente, es que el disponer de la nueva línea de producción y su buen desempeño, permiten a la empresa retirar el compost de la intemperie una vez terminado, independientemente de las ventas que concrete. Ello trae aparejado varios beneficios. Por un lado, la empresa puede prevenir la pérdida de calidad del compost maduro al procesarlo, agregarle valor y acopiarlo embolsado bajo techo, y por otro genera stock para atender la demanda en la próxima zafra. A nivel de procesos gana en margen de acción y agiliza el flujo de material dentro de la planta. Al retirar el compost terminado de la playa de compostaje/maduración libera espacio que puede ser ocupado por residuos que se retiran de la playa de recepción y que comienzan así su proceso de compostaje desfavoreciendo la ocurrencia de olores o impactos ambientales negativos por su prevalencia en el sitio de recepción.

6 Resultados económicos

Para evaluar la factibilidad económica del proyecto de inversión, se realizó un flujo de caja de tipo incremental. Se tomaron en cuenta solamente los ingresos y los costos atribuibles al proyecto, es decir lo referido a la producción de sustratos y pelets fabricados a partir de la mezcladora y la peletizadora adquirida en el marco del proyecto.

No se analizó cuantitativamente el impacto que tuvo la inversión en el negocio principal de producción de compost ya que no se puede evaluar el impacto del proyecto de forma aislada de las otras inversiones que BioTerra hizo en el mismo período. La empresa declaró que la inversión para la compra de la línea de mezclado y peletizado favoreció la salida del compost de la planta y también, como ya se mencionó, permitió optimizar procesos, al posibilitar el retiro del compost de la playa de compostaje/maduración una vez terminado independientemente de las ventas que se concreten.

Se presentan a continuación los datos y supuestos empleados y el flujo de caja realizado, a partir del cual se determinaron tres indicadores que permiten evaluar la rentabilidad de la inversión: el período de retorno simple, el VAN y la TIR.

Por último, se evalúan los distintos escenarios de sensibilidad para determinar qué tan sensible es la rentabilidad de la nueva línea frente a cambios en el monto de la inversión total, en el monto de la inversión en maquinaria y en el volumen de ventas.

6.1 Datos y supuestos para el flujo de caja

Se toman valores y precios hasta el 31.3.2020, fecha en que se terminó de recopilar información comercial para el presente estudio económico.

Tabla 3 : Supuestos generales y económico-financieros

	Monto	Unidad
Días de generación al año	240	días
Inflación \$ ³	9,16%	
Inflación USD	0,00%	
Tasa descuento USD real ⁴	7,50%	
Tasa descuento USD nominal	7,50%	
Tasa IRAE	25%	
Amortización fiscal inversión	10	años
IVA	22,00%	

La información relativa a la inversión realizada para la adquisición, instalación y puesta en marcha de la nueva línea, fue declarada por la empresa en dólares americanos, por ello es que no se maneja una tasa de cambio UYU/USD.

La línea de peletizado fue importada por BioTerra. El proyecto Biovalor reembolsó 110.000 USD a los costos de inversión. La empresa exoneró el IVA (y el anticipo del IVA) a través del mecanismo del decreto 58/98, pero se hizo cargo del costo del despachante de aduanas, IMADUNI (8%), recargo (10%), el anticipo IRAE (4%) y la tasa consular (5%) entre otros gastos de importación como se detalla en la tabla siguiente.

³ Índice de precios al consumo acumulado 12 meses a marzo 2020 según el Instituto Nacional de Estadísticas, accesible aquí: <http://www.ine.gub.uy/indicadores?indicadorCategoryId=11421>

⁴ Tasa de descuento social, según el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) de OPP, accesible aquí: https://www.opp.gub.uy/sites/default/files/documentos/2018-08/Precios_y_pautas.pdf

Tabla 4 : Inversión

Inversión	Monto (USD)
Línea de peletizado: peletizadora, Mixer con tolvas y tornillo de salida sinfín, Pulmón de descarga con piso movable, Silo para línea de molino de peletizado, Transportador de pelets con doble terminal	153.750
Transporte de la maquinaria (internacional e interno)	7.415
Costos de Aduana (despachante e impuestos)	6.902
Varios repuestos para peletizadora	1.200
Cubierta de rodillos para la peletizadora	1.800
Asesoramiento técnico	0
Obra civil: Galpón cerrado de 25m x 15m x 4m + instalación eléctrica	75.800
Total	246.867
Total maquinaria	171.067
Aporte Biovalor	110.000

Se estima que la vida útil de la maquinaria es de 10 años. Un 69% de la inversión fue en maquinaria y gastos de importación de la misma y el restante, inversiones en obra civil.

El análisis de la inversión no contempla un escenario donde BioTerra se presenta a la COMAP⁵. Se destaca que este tipo de inversiones pueden ser presentadas a la COMAP para exonerar un porcentaje de IRAE durante un período definido⁶ y puntúa entre otros con el indicador de tecnologías limpias⁷, según decreto 268/020⁸.

Según se detalla en la Tabla 2 del presente informe, en términos de volumen (m³) y de peso (tonelada de materia seca) el Compomite tiene un precio más elevado que el compost. Los sustratos (los nombres comerciales son Bio-Sustrato, Potting mix, Cactus Mix), varían en su contenido de compost, pero de todas formas se destaca su mayor valor con respecto al compost. La tabla siguiente detalla los ingresos tomados en cuenta para el flujo de caja.

⁵ En Uruguay existe un régimen de inversiones para promover el desarrollo productivo compuesto por una Comisión de Aplicación de la Ley de Inversiones (COMAP), que funciona en la órbita del Ministerio de Economía y Finanzas, cuyo objetivo es la promoción de inversiones, generando beneficios fiscales entre otros también para proyectos que utilicen tecnologías limpias. Más información aquí: <https://www.mef.gub.uy/13240/7/areas/un-regimen-de-inversiones-para-promover-el-desarrollo-productivo.html>

⁶ El período de exoneración dependerá también de si la empresa postulante es una mipyme o no.

⁷ Más información aquí: <http://comap.mef.gub.uy/innovaportal/file/29451/1/anexo-i---tecnologias-limpias.pdf>

⁸ El período de exoneración dependerá también de si la empresa postulante es una mipyme o no.

Tabla 5: Ingresos

Ingresos	Monto	Unidad
<i>Compomite</i>		
Producción	225	m ³ /año
Precio venta (sin flete)	260	USD/m3
<i>Sustrato</i>		
Producción con mezcladora adquirida en el marco del proyecto Biovalor ⁹	780	m ³ /año
Precio venta (sin flete)	170	USD/m3

El Compomite se lanzó al mercado en octubre del 2019, después de unos meses de desarrollo y prototipado de diferentes formulaciones. La cantidad producida anual tanto del Compomite como del sustrato, se estimó en base a una proyección conservadora de la empresa según las ventas generadas entre noviembre 2019 y marzo del 2020. En ambos casos se consideró la sazonalidad de las ventas (los meses de primavera y verano corresponden al pico de demanda habitual para los dos productos).

El ingreso por la venta de sustratos con compost constituye el 69% de los ingresos modelados.

Los costos de insumos detallados en la tabla siguiente incluyen solamente insumos utilizados para la formulación de los productos. Los costos de producción del compost que se utiliza como materia prima, se incluyen en ambos casos en los costos de insumos.

Para calcular el costo de los bienes vendidos y el margen bruto, se incluye además de los costos de insumos también (i) la mano de obra (dos operarios/as a tiempo completo que trabajan en las dos líneas en simultáneo); (ii) los repuestos para la peletizadora (específicamente rodillos y matrices) y (iii) la electricidad consumida por la maquinaria.

Para calcular el margen neto, se incluye un porcentaje sobre ingresos de costos de administración y comerciales y de imprevistos. En el caso de los sustratos, los costos asociados a la comercialización, marketing y ventas han sido más altas que en el caso del Compomite, que se lanzó al mercado más recientemente.

En la tabla se detallan los costos según los datos proporcionados por la empresa y se calculan los márgenes brutos y netos de los dos productos.

⁹ Cabe destacar que BioTerra también utiliza una mezcladora adicional para fabricar sustratos que no tienen compost en su formulación, que no es objeto de este estudio económico.

Tabla 6 : Costos de insumos y operación y mantenimiento

Costos de insumos y o&m	Monto	Unidad
Costo de insumos Compomite	130	USD/m ³
Costo de insumos sustrato	65	USD/m ³
Costo de un operario por año	9.600	USD/año
Mano de obra sustrato	1	operario
Mano de obra Compomite	1	operario
Costo operario Compomite	43	USD/m ³
Costo operario sustratos	12	USD/m ³
Electricidad	6.000	USD/año
% de consumo eléctrico Compomite ¹⁰	69%	
% de consumo eléctrico sustratos	31%	
Electricidad Compomite	18	USD/m ³
Electricidad sustrato	2	USD/m ³
Costo repuestos peletizadora	5.000	USD/año
Costo repuestos peletizadora	22	USD/m ³
Costo de los bienes vendidos compomite	213	USD/m ³
Costo de los bienes vendidos sustrato	80	USD/m ³
Administración, comerciales Compomite	5%	S/ ingresos
Administración, comerciales sustratos	25%	s/ingresos
Imprevistos	1%	S/ ingresos
Margen bruto Compomite	18%	
Margen bruto sustrato	53%	
Margen neto sustrato	27%	
Margen neto Compomite	12%	

El margen bruto de los sustratos es significativamente mayor al del Compomite, dado que los repuestos solo son necesarios para la línea de peletizado y los costos eléctricos son más altos para la producción de pelets. El margen neto del Compomite es menor que el del sustrato, aun considerando que los gastos de administración y comerciales son mayores para el producto sustrato.

¹⁰ La empresa declara que el 60% del consumo eléctrico de la línea es atribuible a la peletizadora y el resto a la mezcladora. La mezcladora se utiliza tanto para producir sustratos como pelets. En un escenario óptimo, de acuerdo con las declaraciones de la empresa, se asume que 6,2 horas al día produce sustrato y 1,8 horas al día produce pelets. En base a este supuesto se llega al porcentaje de consumo eléctrico por producto.

Tomando en cuenta los costos de electricidad declarados por la empresa y la potencia de la maquinaria, se estiman las horas de operación de la maquinaria en la tabla siguiente:

Tabla 7 : Supuestos de capacidad de operación

Supuestos de capacidad de operación	Capacidad máxima de uso (hs/mes)	Operación (hs/mes)	Potencia (kw)	Consumo (kwh/mes)	Costo (USD/mes)	Costo (USD/año)
Peletizadora	140	56	50	2777	300	3600
Mezcladora	160	79	24	1851	200	2400

Se consideran las tarifas de UTE vigentes hasta el 31.3.2019¹¹ según la tabla siguiente:

Tabla 8 : Tarifas UTE

Supuestos electricidad / capacidad de operación	Monto	Unidad
Tarifa llano	4,08	UYU/Kwh
Tarifa llano	0,11	USD/kwh

En base a estos supuestos, se constata que la maquinaria está operando a 45% de su capacidad máxima.

Se constata que la materia prima y la infraestructura de operación están disponibles por lo cual se deduce que a la fecha de este informe no se opera a capacidad máxima dado el volumen de ventas actual.

6.2 Flujo de caja

El flujo de caja estima el saldo después de impuestos y calcula un flujo acumulado con y sin el subsidio de Biovalor. Dado que la inversión de parte de la empresa se hizo con capital propio, no se incluyen costos financieros en el flujo de caja. Para un escenario conservador, no se modeló un aumento de ventas sino que se asume el mismo volumen de ventas todos los años.

¹¹ Se toma como valor de referencia el costo por Kwh en horario llano para mediano consumidor (MC1), de 0,11 USD/kwh. El horario de referencia es de 07:00 a 18:00 y de 22:00 a 24:00 hrs. Tipo de cambio 180 días (3.10.2019-31.3.2020) 37,76 UYU/USD según BCU.

Tabla 9: Flujo de caja

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión	246.867										
Venta de Compomite		58.594	58.594	58.594	58.594	58.594	58.594	58.594	58.594	58.594	58.594
Venta de Sustrato		132.600	132.600	132.600	132.600	132.600	132.600	132.600	132.600	132.600	132.600
Total ingresos (+)		191.194	191.194	191.194	191.194	191.194	191.194	191.194	191.194	191.194	191.194
Costo de bienes vendidos Compomite		47.981	47.981	47.981	47.981	47.981	47.981	47.981	47.981	47.981	47.981
Costo de bienes vendidos sustrato		62.169	62.169	62.169	62.169	62.169	62.169	62.169	62.169	62.169	62.169
Total costo de bienes vendidos		110.150	110.150	110.150	110.150	110.150	110.150	110.150	110.150	110.150	110.150
Administración e imprevistos Compomite		3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516
Administración e imprevistos sustrato		34.476	34.476	34.476	34.476	34.476	34.476	34.476	34.476	34.476	34.476
Total O&M		37.992	37.992	37.992	37.992	37.992	37.992	37.992	37.992	37.992	37.992
Total Costo Producción (-)		148.142	148.142	148.142	148.142	148.142	148.142	148.142	148.142	148.142	148.142
Amortización		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Intereses		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saldo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Costos Financieros (-)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aporte Biovalor	110.000										
Saldo antes de impuestos (=)	-136.867	43.052	43.052	43.052	43.052	43.052	43.052	43.052	43.052	43.052	43.052
Depreciación de activos		24.687	24.687	24.687	24.687	24.687	24.687	24.687	24.687	24.687	24.687
Amortización capital financiero		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saldo imponible IRAE		18.365	18.365	18.365	18.365	18.365	18.365	18.365	18.365	18.365	18.365
IRAE - proyecto		4.591	4.591	4.591	4.591	4.591	4.591	4.591	4.591	4.591	4.591
Saldo después de impuestos (=)	-136.867	38.461	38.461	38.461	38.461	38.461	38.461	38.461	38.461	38.461	38.461
Flujo de caja acumulado beneficiario (con aporte Biovalor)	-136.867	-98.406	-59.945	-21.484	16.976	55.437	93.898	132.359	170.819	209.280	247.741
Flujo de caja acumulado (sin aporte Biovalor)	-246.867	-208.406	-169.945	-131.484	-93.024	-54.563	-16.102	22.359	60.819	99.280	137.741

6.3 Indicadores de rentabilidad

Tabla 10: Indicadores de rentabilidad

Indicadores de rentabilidad	Proyecto de inversión con subsidio Biovalor	Proyecto de inversión sin subsidio
Período de recuperación simple (años)	3,6	6,4
TIR- tasa interna de retorno (10 años)	25%	9,0%
VAN - valor actual neto (10 años) (USD)	127.131	17.131

El VAN positivo y la TIR mayor a 7.5% denotan que el proyecto de inversión es rentable con los supuestos utilizados. Se recuperaría la inversión en 6.4 años, período menor a la vida útil de la maquinaria estimado en 10 años.

Cabe señalar que las estimaciones realizadas indican que la maquinaria no está operando a su capacidad máxima, por lo que la rentabilidad de la inversión podría ser mayor. Considerando que la materia prima y la infraestructura de operación están disponibles en el predio, se estima que el nivel de uso de la nueva línea de producción instalada es consecuencia del volumen de ventas concretado por la empresa en un mercado incipiente.

6.4 Escenarios de sensibilidad

Se presentan escenarios de sensibilidad con respecto a la inversión y el volumen vendido, para evaluar qué impactos tienen variaciones en estas variables en el período de recuperación de la inversión y en la TIR, sin considerar el subsidio de Biovalor.

Los siguientes gráficos comparan la sensibilidad de factores, siempre considerando que el resto de los factores no cambia (*ceteris paribus*). Se constata que el proyecto de inversión es sensible tanto al volumen de ventas como al monto de inversión.

En el caso del volumen vendido, en el modelo los metros cúbicos vendidos varían por igual para los dos productos, Compomite y sustratos. Los cambios en el volumen vendido impactan también en la cantidad de insumos que se necesitan y en los costos variables: la electricidad, los gastos administrativos y comerciales y la mano de obra. Se modeló en base al supuesto que los repuestos incluidos entre los costos de mantenimiento de la peletizadora también son variables. El margen bruto y neto no varía cuando cambia el volumen vendido.

En el modelo, si el volumen vendido disminuye un 10%, sin que la inversión varíe, el tiempo de recuperación de la inversión aumenta de 6,4 a 7 años, con un TIR de 7,1% y la inversión ya es menor a la tasa de descuento empleada y por lo tanto se considera como no rentable. La inversión total tiene una sensibilidad similar: Si la inversión es un 10% mayor al monto actual, la inversión deja de ser atractiva, con una TIR de 7.2% y un tiempo de repago de 6,9 años. Si el volumen vendido disminuye un 45% para los dos productos, el proyecto deja de ser rentable con una TIR de 7.1% y un VAN negativo para la empresa. A su vez, si el volumen de ventas totales se duplicara (lo que la capacidad ociosa de la maquinaria permitiría), el tiempo de repago se reduciría a 3,5 años y la inversión arrojaría una TIR de 26%, un escenario muy atractivo.

Ilustración 2 Sensibilidad del retorno de la inversión a cambios en la inversión total y en la maquinaria (USD) y en el volumen vendido ($\text{m}^3/\text{año}$).

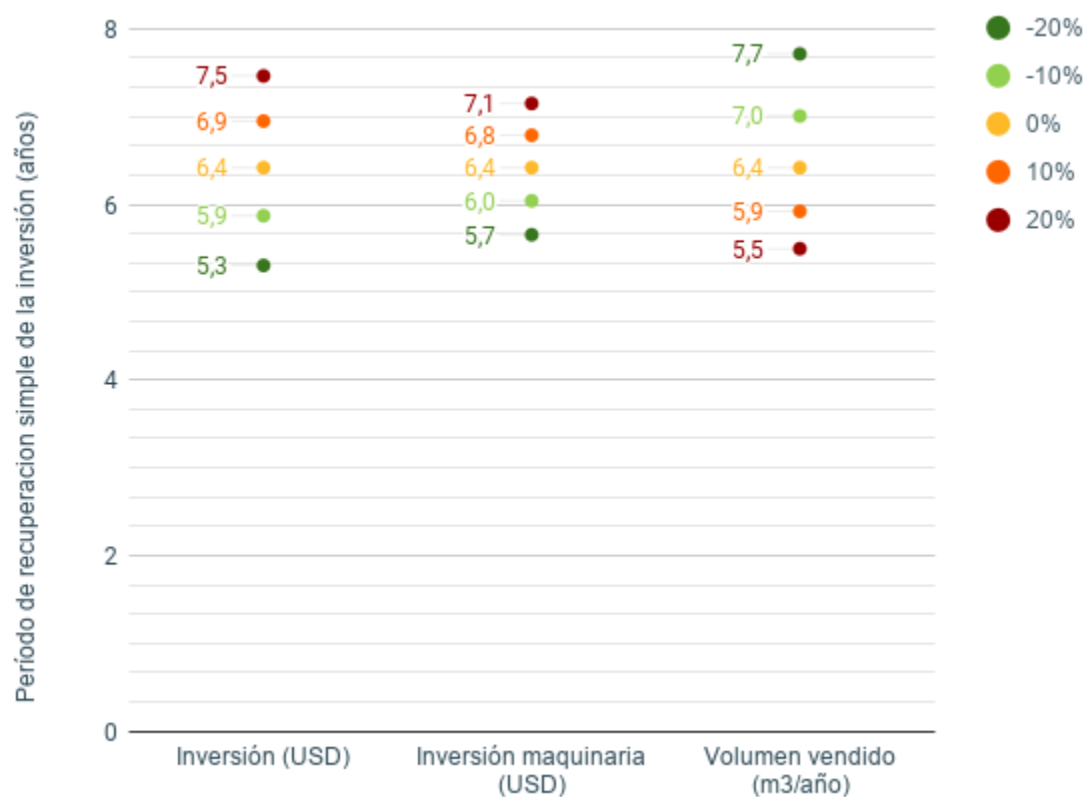
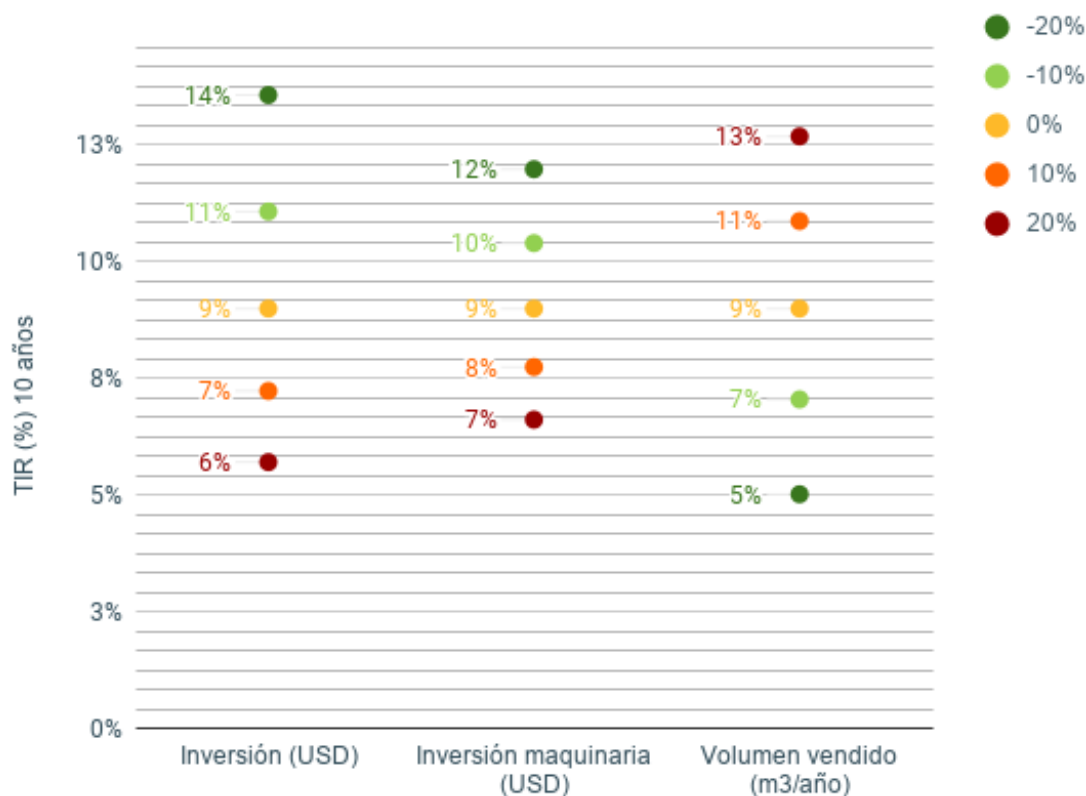


Ilustración 3 Sensibilidad de la TIR a cambios en la inversión total, en la maquinaria (USD) y en el volumen vendido (m³/año)



7 Limitantes identificadas

La primera limitante que se presentó fue la ausencia de proveedores nacionales o regionales que tuvieran una tecnología de peletizado validada para el compost. Contar con proveedores cercanos se considera clave para un buen servicio post-venta. A través de Biovalor se realizó un llamado internacional a proveedores y se recibieron escasas ofertas. Finalmente fue BioTerra quien contrató los servicios de la empresa Lawson Mills Biomass Solutions Ltda., empresa canadiense que pudo acompañar a BioTerra durante la instalación y puesta en marcha de la tecnología, pero no así durante el proceso de ajuste y aprendizaje de la tecnología, lo que implicó un mayor esfuerzo para BioTerra.

En lo que concierne al desarrollo de nuevas formulaciones, las limitantes más destacadas fueron disponer del tiempo de los recursos humanos de la empresa para el desarrollo de nuevas formulaciones y la falta de materias primas que permitan enriquecer el compost y obtener un producto comercialmente competitivo para el mercado nacional.

8 Conclusiones

Atendiendo los resultados obtenidos, se concluye **que la nueva línea de producción instalada en BioTerra, planta de compostaje que gestiona cerca de 18.000 ton de residuos BF/año y logra una reducción de GEI de 555,8 ton de CO₂ eq/año, fue exitosa en el alcance de los objetivos** perseguidos por la empresa y el proyecto Biovalor. Se desarrollaron formulaciones de mayor valor agregado que el compost y mayor precio de venta que resultaron competitivas y atractivas en nuevos mercados. Por otro lado, cabe mencionar que aún restan formulaciones por desarrollar y capacidad productiva ociosa por ocupar.

Desde el punto de vista técnico, se validó el uso de una tecnología novedosa para el país, que permite fabricar pelets a base de compost y enriquecerlos con nutrientes, a la vez que se puede ocupar el tiempo ocioso de su mezcladora para la formulación de sustratos. La tecnología adquirida permite producir formulaciones peletizadas a base de compost con buen desempeño agronómico, aplicables con maquinaria agrícola de uso común en nuestro país, y de logística más económica y sencilla.

La empresa pudo posicionarse como proveedor de productos elaborados a base de compost en mercados nuevos y más distantes como el de Salto a 450 km, donde no lo era cuando su oferta de productos se limitaba al compost.

Desde el punto de vista económico el proyecto ya es medianamente rentable funcionando al 45% de su capacidad potencial. Incluso sin el subsidio del proyecto Biovalor, los resultados igualmente se consideran atractivos, con una TIR a 10 años de 9%, VAN de 17.131 USD y tiempo de repago de 6.4 años. La rentabilidad del proyecto es sensible al volumen vendido y al monto de inversión. Una disminución del 10% del volumen vendido total o un aumento del 10% del monto de inversión hacen que el proyecto no sea atractivo. En conclusión, es clave acceder a los mercados y generar ventas sostenidas para hacer viable la inversión.

Se generaron dos puestos de trabajo para operar la nueva línea. El Compomite se comercializa a un valor cuatro veces mayor y el sustrato a un valor dos veces mayor al del Compost Premium por metro cúbico. La producción de sustratos, que respondía a un objetivo secundario de la empresa en un inicio, presenta un margen bruto y neto más atractivo que el Compomite. Por otra parte, requiere de una menor inversión, tan solo una mezcladora y un sistema de embolsado que agilice su empaque. Sin embargo, se entiende que el desarrollo de ambos tipos de productos sigue siendo de interés para la empresa atendiendo una estrategia de aumentar su cartera de productos y acceder a mercados nuevos y diferentes.

Cabe resaltar el impacto indirecto positivo que la nueva línea de peletizado tuvo para la empresa. Ahora tiene la opción de retirar el compost de la intemperie una vez terminado, independizándose de las ventas concretadas. Así, previene su deterioro, y a la vez lo emplea para la producción de formulaciones de mayor valor agregado que se acopian embolsadas y bajo techo hasta la próxima zafra de ventas. El liberar espacio en la playa de compostaje/maduración, agiliza el flujo de materiales de un área a otra dentro de la planta y en consecuencia desfavorece la ocurrencia de siniestros ambientales al traccionar el ingreso de residuos al proceso de compostaje.

Por último, mencionar que el apoyo económico no reembolsable ejecutado desde Biovalor (110.000 USD, fondos GEF), fue un incentivo de relevancia para que la empresa decidiera invertir en esta nueva línea de producción de la que se tenían muchas interrogantes y pocas respuestas.

9 Anexo resultados técnicos

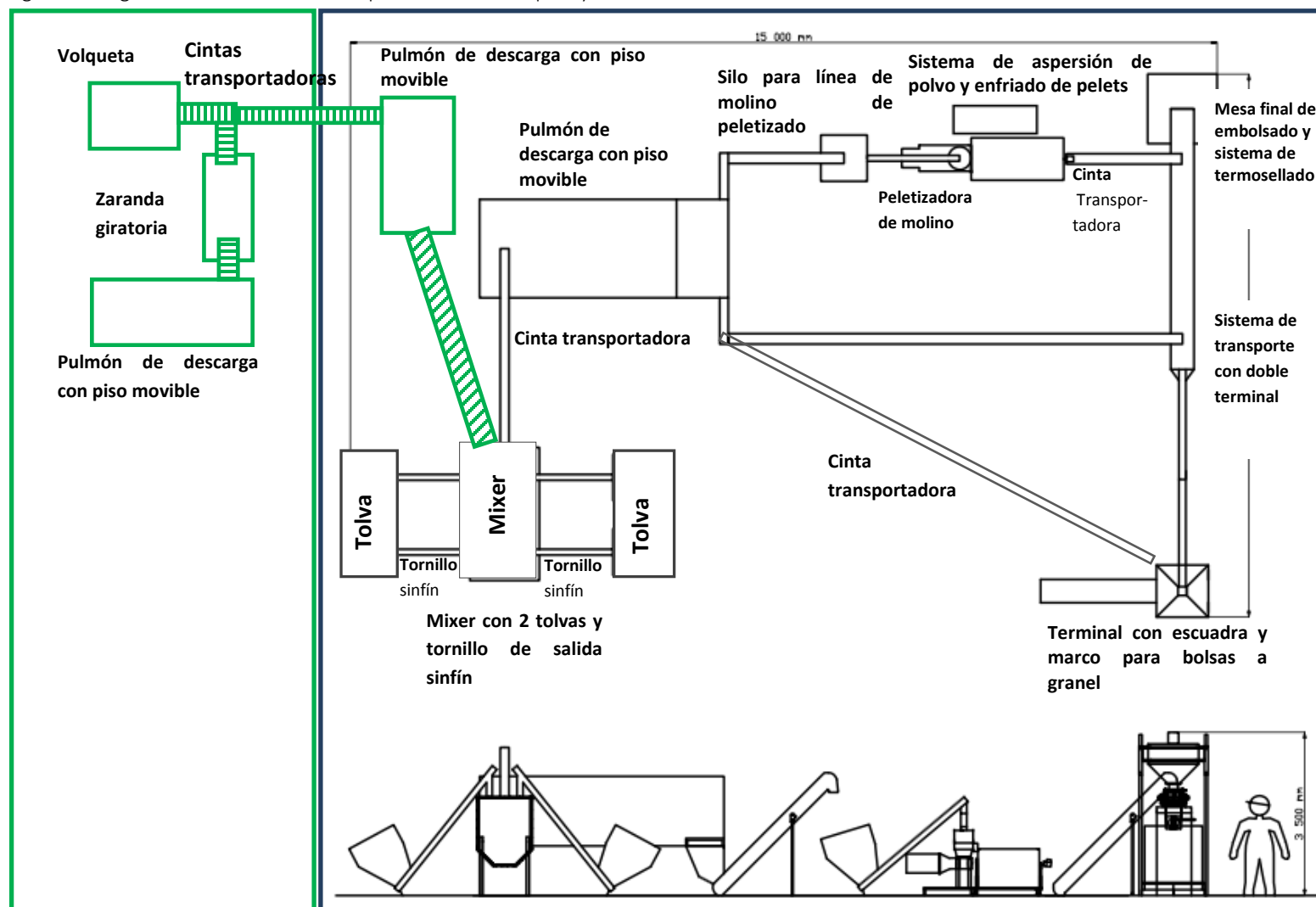
9.1 Anexo 1: Detalle de equipos instalados en el marco del proyecto demostrativo, compromiso celebrado entre MIEM/DNE y ONUDI con Miltay S.A.

Equipos adquiridos en el predio de Miltay S.A. de parte de la empresa contratista (Lawsons Mills)

Ítem	Equipos	Descripción
1	Peletizadora	Peletizadora de molino, con sistema de enfriamiento, humidificación y cribado integrado. Potencia 50Kw. Capacidad de trabajo: 0.3 a 1 ton/hr. Inyector de humedad en el brazo de acondicionamiento. Sistema de control de polvo de 3.500 cfm y sistema de enfriamiento para la remoción parcial del polvo fino y enfriamiento asistido de los pelets. Incluye sistema de transporte del pelet al sistema de transporte con doble terminal mencionado más adelante
2	Mixer con tolvas y cinta de salida	Alimentador / mezclador de fertilizantes con 2 cajas de alimentación integradas para mezclar los componentes, volumen de cada caja: 0,5m ³ , y recipiente para la descarga del componente principal de los materiales a mezclar. Potencia 24Kw. Capacidad de trabajo 8 m ³ /hora, con un agitador incorporado. Presenta sistema de salida de material hacia pulmón de descarga con piso movable detallado a continuación.
3	Pulmón de descarga con piso movable	Pulmón de descarga con sistema de piso movable para trasladar material. Capacidad 5 toneladas. Panel de control y engranaje para sistema de expulsión del material. Sistema de salida para dos líneas, dado que se producirán por un lado sustratos y por otro pelets de abono orgánico/orgánico mineral. Un sistema descarga directamente a la línea de empaque de doble salida y el otro al silo detallado a continuación.
4	Silo para línea de molino de peletizado	Silo de alimentación de fertilizantes con brazo integrado para mezclar materiales. El diseño del brazo permite la mezcla de materiales con alto contenido de humedad. Presenta puerto de salida con sinfín para alimentar la línea de peletizado.
5	Transportador de pelets con doble terminal	Transportador con doble terminal. Una terminal con escuadra y marco para bolsas a granel. La otra con tolva para abono peletizado y sistema manual de carga de bolsas de 5 a 55 kg/bolsa. Incluye mesa de final de embolsado y sistema de termosellado para bolsas de material poli. También presenta una terminal para la línea transportadora proveniente del molino enfriador de pelets. Total KW 4,5.
6	Repuestos para peletizadora	Repuesto clave para equipo peletizador de 6mm de diámetro diseñado para materiales de alta humedad.
7	Cubierta de rodillos	Cubiertas reforzadas para sistemas de rodillos.

9.2 Anexo 2: Diagrama de la línea de producción adquirida por BioTerra (Miltay S.A.) e instalada en su predio en el marco del contrato existente con PROYECTO GEF 4890/ONUDI 120323.

Figura 6: Diagrama de la nueva línea de peletizado de compost y formulación de sustratos.



Los componentes agregados por BioTerra (en verde) son para la mejora de procesos preexistentes y potenciar el funcionamiento de la nueva línea adquirida.

10 Referencias

Normativa DGSA-MGAP: habilita el registro de insumos orgánicos (resolución DGSA Nº 97/018) tales como las enmiendas orgánicas (resolución DGSA Nº 141/018), y los fertilizante orgánicos y órgano-minerales (resolución DGSA Nº 536/019 Anexo II y III, respectivamente), link [aquí](#).

Caracterización de compost y vermicompost (enmiendas orgánicas) fabricados en Uruguay. Biovalor, link [aquí](#).

Estudio de tecnologías de compostaje, link [aquí](#).

Normativa ambiental que alcanza a generadores y operadores de residuos sólidos industriales y asimilados, link [aquí](#).

FAO, 2013. Román P., Martínez María M., Pantoja A. Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Oficina Regional para América Latina y el Caribe Santiago de Chile, 2013. <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

Matei P.M., Sánchez Báscones M , Martín Villullas M. T., Díez Gutiérrez M.A., García-González M.C.. 2014. Eficiencia del compostaje de sarmientos de vid mediante pilas abiertas como método de higienización. Universidad de Valladolid, Palencia, España (2) Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, Finca Zamadueñas.

https://www.researchgate.net/profile/Petruta_Matei2/publication/274251254_Eficiencia_del_compostaje_de_sarmientos_de_vid_mediante_pilas_abiertas_como_metodode_higienizacion/links/5519b8ca0cf2f51a6fea21f1.pdf

Benzano F, Emmer V., González M.J., 2016. UGP Biovalor. Cuantificación de residuos generados en sectores agroindustriales uruguayos. <https://biovalor.gub.uy/descarga/informe-tecnico-cuantificacion-residuos-generados-sectores-agropecuarios-agroindustriales-uruguayos/>

Escobar Ecobar N., Mora Delgado J., Romero Jola N.J. Identificación de poblaciones microbianas en compost de residuos orgánicos de fincas cafeteras de Cundinamarca. Boletín científico Centro de Museos. Museo de Historia Natural. ISSN 0123 - 3068 bol. cient. mus. hist. nat. 16 (1): 75 - 88. <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v16n1/v16n1a06.pdf>

FAO. 2015 Año internacional de los suelos. Suelos sanos para una vida sana. Compostaje: vamos a devolver algo al suelo. <http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/281085/>