
COSTOS DE PRODUCCIÓN DE COMPOST DERIVADO DE RESIDUOS DE UN ESTABLECIMIENTO GANADERO EN ARGENTINA

SARMIENTO, Miguel¹
RODRÍGUEZ, Vanessa²
SÁNCHEZ, Inés³
SÁNCHEZ UGALDE, Rocío⁴

RESUMEN

El compost es un insumo agrícola derivado del proceso de compostaje, que puede ser utilizado como abono o fertilizante en todo tipo de cultivo. El compostaje es uno de los procesos biológicos más eficientes y adecuados para el manejo de los residuos orgánicos, y una alternativa viable desde los puntos de vista social, ambiental y económico. Es escasa la información existente sobre los costos de producción, comercialización y aplicación de compost en la producción agrícola. Por ello, en el presente trabajo se calculó el costo unitario de producción de compost a partir de residuos orgánicos obtenidos de la cría de ganado vacuno en un *feedlot* en la provincia de Santiago del Estero, Argentina. La metodología general de costos agropecuarios, fue la utilizada para calcular los costos de producción de compost. Primero, se describió; y, luego, se realizó la valuación del capital productivo del establecimiento. Posteriormente, se calculó el costo total y el costo medio, y finalmente, el beneficio total del productor, en función de sus ingresos. El costo total obtenido fue de USD\$93.467 para una producción anual de 1.440 toneladas de compost. La venta de toda la producción anual en el predio, generó un ingreso de USD\$329.143. En consecuencia, el empresario obtuvo un beneficio total de US\$235.675 en ese primer año.

Palabras clave: estiércol, ganado, *feedlot*, compostaje, costos

1. Ingeniero Forestal.
Dr. Facultad de Ciencias Forestales.
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina.
migui@unse.edu.ar

2. Lic. Biotecnología.
Facultad de Agronomía y Agroindustrias.
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina.
navyrod28@gmail.com

3. Lic. Química
Dr. Facultad de Agronomía y Agroindustrias.
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina.
inesdep@unse.edu.ar

4. Lic. en Economía.
Facultad de Ciencias Forestales.
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina.
rociosug@gmail.com

Tipo: artículo de investigación
Recibido: 30/01/2015
Aceptado: 10/04/2015

COSTS OF PRODUCTION OF COMPOST RESULTING FROM RESIDUES OF A LIVESTOCK ESTABLISHMENT IN ARGENTINA

ABSTRACT

Compost is an agricultural input resulting from the composting process, which can be used as fertilizer or manure in all types of crops. Composting is one of the most efficient and adequate biological processes for managing organic residues and a viable alternative from the social, environmental and economic viewpoints. Scarce information is available concerning the production, commercialization and application costs of compost in agricultural production. The objective of this study was to determine the unit cost of compost production from organic refuse resulting from raising livestock on a feedlot in the province of Santiago del Estero, Argentina. A general methodology for agricultural costs was adapted for the calculation of compost production costs. Once the productive capital of the farm was described and valued, the total and mean cost of compost production were calculated. Finally, the farmer's total benefit, as a function of his income, was determined. The total cost for the annual production of 1,440 tons of compost turned out to be USD\$93,467. Total annual income from the sale of the whole compost production on the farm was USD\$329,143. The farmer's total benefit was estimated at USD\$235,675 for the first year.

Keywords: livestock, manure, feedlot, composting, costs.

CUSTOS DE PRODUÇÃO DE COMPOSTO DERIVADOS DE RESÍDUOS DE UM ESTABELECIMENTO DE PECUÁRIOS NA ARGENTINA

RESUMO

O composto é um insumo agrícola derivado do processo de compostagem, que pode ser usado como fertilizante ou fertilizante em todos os tipos de culturas. A compostagem é um dos processos biológicos mais eficientes e adequados para o manejo de resíduos orgânicos, sendo uma alternativa viável do ponto de vista social, ambiental e econômico. Há pouca informação disponível sobre os custos de produção, comercialização e aplicação de composto na produção agrícola. Portanto, no presente trabalho o custo unitário de produção de composto foi calculado a partir de resíduos orgânicos obtidos da pecuária em um confinamento na província de Santiago del Estero, Argentina. A metodologia geral de custos agrícolas, foi utilizada para calcular os custos de produção de composto. Primeiro, foi descrito; e, então, a avaliação do capital produtivo do estabelecimento foi feita. Posteriormente, foram calculados o custo total e o custo médio e, finalmente, o lucro total do produtor, com base em sua renda. O custo total obtido foi de US \$ 93.467 para uma produção anual de 1.440 toneladas de composto. A venda de toda a produção anual da propriedade gerou uma receita de US \$ 329.143. Como resultado, o empreendedor obteve um lucro total de US \$ 235.675 naquele primeiro ano.

Palavras-chave: estrume, pecuária, confinamento, compostagem, custos.

COÛTS DE PRODUCTION DU COMPOST RÉSULTANT DES RÉSIDUS D'UN ÉTABLISSEMENT D'ÉLEVAGE EN ARGENTINE

RÉSUMÉ

Le compost est un intrant agricole issu du processus de compostage, qui peut être utilisé comme engrais ou fumier dans tous les types de cultures. Le compostage est l'un des processus biologiques les plus efficaces et adéquats pour la gestion des résidus organiques et une alternative viable du point de vue social, environnemental et économique. Il existe peu d'informations sur les coûts de production, de commercialisation et d'application du compost dans la production agricole. L'objectif de cette étude était de déterminer le coût unitaire de la production de compost à partir des déchets organiques résultant de l'élevage du bétail sur un parc d'engraissement à Santiago del Estero, Argentine. Une méthodologie générale pour les coûts agricoles a été adaptée pour le calcul des coûts de production du compost. Une fois le capital productif de la ferme décrit et évalué, le coût total et moyen de la production de compost a été calculé. Enfin, le bénéfice total de l'agriculteur, en fonction de son revenu, a été déterminé. Le coût total de la production annuelle de 1 440 tonnes de compost s'est élevé à 93 467 \$ USD. Le revenu annuel total provenant de la vente de la totalité de la production de compost à la ferme était de 329 143 \$ USD. Le bénéfice total de l'agriculteur a été estimé à 235 675 \$ USD pour la première année.

Mots-clés : bétail, fumier, parc d'engraissement, compostage, coûts.

INTRODUCCIÓN

El *feedlot* es un sistema de engorde intensivo de ganado en corral. El alimento consumido es suministrado por el hombre en espacios reducidos (corrales) para su engorde, a base de dietas de alta concentración energética y alta digestibilidad (Domingo *et al.*, 2013). Tiene como principal objetivo obtener una alta producción de carne por animal, que sea de calidad y con una alta eficiencia de conversión de kg de alimento/kg de carne (Gil, 2006).

El proceso productivo del *feedlot* genera un conjunto de deyecciones sólidas (excrementos) y líquidas (orina), que

forman un solo tipo de residuo, el “estiércol”. La composición del estiércol varía de acuerdo con: el tipo y la edad del animal, el tipo de alimentación que recibe, el uso o no de cama, el manejo de las heces desde el momento que son excretadas hasta que puedan ser utilizadas y el clima (Pordomingo, 2003; Bolton *et al.*, 2004). Un bovino de 400 kg elimina por día entre 20 kg a 24 kg de excremento fresco equivalente a 3 kg seco (Gil, 2006).

Una alternativa sostenible para los agricultores que enfrentan elevados costos de fertilizantes sintéticos y agroquímicos (Programa de Apoyo a la Formación

Profesional para la Inserción Laboral en el Perú, 2007) y para empresas, es la producción de compost a partir de residuos vegetales y estiércol (guano) de animales. El compostaje es uno de los procesos biológicos más eficientes y adecuados para el manejo de los residuos orgánicos y además, es una alternativa viable desde puntos de vista sociales, ambientales y económicos (Uribe *et al.*, 2004). Se debe tener en cuenta que, cada cultivo tiene una administración diferente de recursos y de tiempo en cuanto a la aplicación de abonos y enmiendas (pre-siembra) y cosechas (Uribe *et al.*, 2004).

En la actualidad la comercialización y utilización de la composta en la producción agrícola no ha sido aprovechada de manera eficiente. En algunos casos se utilizan los desechos orgánicos para producir composta de manera rudimentaria, no teniendo un proceso tecnológico que sea factible y sostenible, no existe un estudio detallado de las carencias técnicas y administrativas que pudieran limitar un proceso sostenible y sustentable. (Tavera, Galicia & Escamilla, s.f., párr. 1).

El valor del compost es importante para los productores agrícolas interesados en incrementar sus beneficios. Cantandhede & Monge (1999) concluyeron que la producción con volteo manual tiene un costo menor, que aquella con utilización de maquinaria pesada (cargador frontal), y es considerablemente menor al precio de mercado.

En Santiago del Estero, comercializan el de compost elaborado envasado en bolsas, a un promedio de US\$0,16/dm³. Por otro lado, los productores de *lombricompost* de Santiago del Estero, ofrecen en planta la bolsa de 25 kg a US\$4,11 (valores de diciembre de 2013) (Rodríguez, 2013).

La cría de ganado intensiva en el *feedlot* analizado, perteneciente a una firma local, genera una gran cantidad de estiércol en sus corrales. La cantidad total de animales existentes para engorde, varía entre 3.000 a 8.500 según las épocas, con una producción de excremento sólido diaria entre 300 y 750 kg.

El estudio de caso seleccionado es una firma ubicada en la provincia de Santiago del Estero, Argentina, la cual fue elegida por ser la de mayor envergadura en dicha provincia en lo que a elaboración de compost se refiere. Según Samuelson *et al.* (2003), Alonso y Serrano (2004) y Coronel de Renolfi (2011), el costo es la retribución en dinero que la empresa debe pagar para poder atraer y hacer uso de los recursos que necesita para producir bienes o servicios.

El **objetivo** de este trabajo fue obtener el valor del costo de producción unitario de compost en el proceso productivo a partir de residuos provenientes de deyecciones de ganado en un *feedlot*, mediante un estudio de caso en la provincia de Santiago del Estero, Argentina.

METODOLOGÍA

Materiales

El estudio fue realizado en una empresa dedicada al engorde de ganado, ubicada en la RN 34 en la provincia de Santiago del Estero, Argentina. Ocupa 56 ha, a un valor de mercado local de USD\$1.469/ha. Para la valoración, se consideró el valor de USD \$1, equivalente a \$6,08 (pesos argentinos) tomando un promedio del valor del dólar a diciembre de 2013, período en el cual se estiman los costos. Se destina a la producción de compost, una superficie de 0,75 ha, valuada en USD\$1.101,42 (Rodríguez, 2013). Para realizar este proceso, el establecimiento analizado cuenta con las siguientes **instalaciones** cuyas valoraciones se toman de Rodríguez (2013) y realiza una conversión de los valores expresados en pesos argentinos a dólares norteamericanos: *Tinglado metálico*: de 170,0 m² con bases y columnas de hormigón armado, estructuras metálicas reticulares, arcos y correas metálicas y chapas, valuado en USD\$8.544,67, con una vida útil (VU) de 40 años; *Oficina*: para tareas administrativas, de 50 m² cubiertos, valuada en USD\$13.163,59 (VU de 50 años); *Cancha de compostaje*: de losa impermeable, valuada en USD\$2.738,59 (VU 10 años); *Depósito de acopio*: con piso de losa, mampostería y revoque exterior e interior, valuado en US\$2.795,98 (VU 20 años); *Alambrado perimetral*: del predio destinado a la producción del compost. Ocupa 0,75 ha. El perímetro de esa superficie (150m x 50m) es de 400 metros lineales que, a razón de USD\$16,45/metro lineal de alambrado, representa USD\$6.581,8 de alambrado (VU 50 años); *Perforación*: a 136 m de profundidad con un valor de USD\$9.872,69.

Además, cuenta con los siguientes **equipamientos generales**: *Bomba de agua*: debido a la falta de red de agua corriente. El Valor Nuevo (VN) es USD\$7.404,52 y su Valor Residual (VR) es el 20 % del valor nuevo (VR=20%VN); su VU es de 20 años; *Tanque cisterna*: posee VN USD\$ 4.442,71 y VU de 20 años; *Tractor Deutz 38 HP modelo 2011*: VN USD\$35.156,50 (VR=30%VN) y VU de 20 años; *Camionetas*: Isuzu Modelo 1978 con VN USD\$7.075,43 (VR=30%VN) y VU de 10 años y; una camioneta Ford Modelo 2001 con VN USD\$4.936,35 (VR=30%VN), con VU de 10 años. Ambas suman un total de USD\$12.011,78 (ambas camionetas no fueron reemplazadas aunque hayan agotado su vida útil, y como siguen operando continúan generando gastos que son los que se cargan en este estudio).

La firma posee como **equipamiento específico** de la actividad de producción de compost, los siguientes equipos: *Criba vibratoria*: con un valor de USD\$21.538,93; *Trituradora*: valuada en USD\$253; *Criba manual*: con un valor de mercado de USD\$42,34; *Selladora manual*: con un valor de USD\$288,00; *Herramientas varias*: Rastrillo, Carretilla, Horquilla, Pala, Mangueras, todo valuado en USD\$197,45.

Datos de insumos.

Gastos de combustibles: 300 litros cada tres días. Si se considera que durante la semana se mueve la pala tres veces, se puede considerar 300 litros por semana. A un total anual de 36 semanas de funcionamiento multiplicado por 300 litros por semana, da

como resultado 10.800 litros de combustible diésel anuales a razón de USD\$1,32/litro arroja un valor de USD\$14.216,68; *Costo de mantenimiento de la pala*: está estipulado en un valor de USD\$82,27 mensuales, lo que totaliza USD\$987,24/año; *Consumo de energía eléctrica*: el consumo anual estimado es de USD\$1.974,54; *Materia prima utilizada*: bolsas plásticas para embolsar compost a USD\$1.316,36.

Otros costos.

Operarios: los operarios demoran 3 h en limpiar los corrales y lo hacen cada vez que se completa el ciclo de engorde (90 días), demoran 1 h en dar vuelta las pilas. La frecuencia de los volteos es de 3 veces por semana, por 60 días; y después, una vez el resto de los 60 días. La frecuencia de riego es una vez por semana en todo el proceso. Dentro del personal de operarios, existen 4 los cuales perciben un salario mensual de USD\$510,09 cada uno. Eso hace una suma de $510,09 \times 13 \times 4 = 26.524,68$ USD\$/año de salarios a operarios; *Administrativo*: existe en planta un administrativo que percibe 436,04 USD\$/mes lo que totaliza anualmente una suma de $436,04 \times 13 = 5.668,57$ USD\$/año. El cálculo incluye el Sueldo Anual Complementario (SAC); *Cargas sociales*: representan el 41,67 % de los sueldos y salarios (Coronel de Renolfi, 2011) por lo que $11.052,83$ (41,67 % de $26.524,68$) + $2362,09$ (41,67 % de $5.668,57$) = $13.414,92$; *Seguros, patentes e impuestos*: USD\$1.974,54; *Gastos varios*: USD\$658,18; *Gastos administrativos*: USD\$839,18; *Gastos de asesoramiento en compost* \$493,63/mes por 13 meses (incluye SAC) un total de USD\$6.417,25.

Cada corral de los 40 totales genera 15 t de residuos cada tres meses, ya que cada 3 meses se renueva el plantel de vacas para engordar. Eso resulta en una producción de 15 t x 4 períodos de tres meses al año lo que da como resultado final 2.400 t de residuos por año. Asumiendo que, las características químicas del residuo y del proceso son las óptimas, el 60% del residuo puede convertirse en *compost*, se obtendrían una producción de 1.440 t de *compost* al año.

Método

Los *factores productivos* de cualquier empresa productiva son: Tierra, Trabajo, Capital y Empresario. La retribución que les corresponde es: Renta, Sueldos y Salarios, Interés y Beneficio, respectivamente. El capital de producción lo componen: tierra con sus mejoras extraordinarias y ordinarias, el capital de explotación fijo y el capital de explotación circulante (Frank, 1995 y Coronel de Renolfi, 2011). *Tierra*: lo constituye el inmueble propiamente dicho. *Mejoras Extraordinarias*: son las que una vez realizadas, quedan incorporadas a la tierra (desmonte, limpieza del terreno, nivelación, sistemas de riego, obras de drenaje, caminos internos, etc.). *Mejoras Ordinarias*: mantienen su individualidad, diferenciándose de la tierra, es todo lo clavado y plantado sobre la misma (alambrados, corrales, aguadas, construcciones, instalaciones, galpones, cancha de secado de compost, etc.). Mientras la tierra y las mejoras extraordinarias sirven para infinitos actos productivos (la tierra es económicamente indestructible), las mejoras ordinarias sirven para un limitado número de actos productivos. *Capital de Explotación Fijo*: sirve para varios actos productivos y puede

ser *Vivo*, como son los animales de trabajo, animales de renta, reproductores, etc.; o *Inanimado*, como las maquinarias, herramientas, rodados, muebles y útiles, etc. *Capital de Explotación Circulante*: se emplea en un acto productivo, ya que se consume totalmente con su uso. Por ejemplo, los gastos de conservación de máquinas, de conservación de mejoras (mantenimiento de las mejoras extraordinarias), productos químicos, envases, bolsas, material descartable, combustibles y lubricantes, salarios, impuestos, servicios, seguros, etc. También lo es el *stock* de compost producido listo para la venta.

También, es importante medir el valor del capital involucrado e incidencia de cada uno de ellos en el costo total de producción. A continuación, se presentan algunos conceptos referidos a la valuación del capital de producción que se presentaron anteriormente: *Valor a Nuevo* (VN): es el precio del bien al momento de la valuación. Por ejemplo, la tierra se valúa por su precio de mercado, libre de mejoras. En el caso de bienes (como las mejoras extraordinarias), su valuación es el costo de realización. En todos los casos, se entiende que es el precio en el momento en que se estima el costo y no el precio de adquisición años atrás. *Valor Residual Activo* (VRA): solo se aplica a bienes que se amortizan. Es el valor de un bien en un determinado momento de su vida útil. Por ejemplo, las mejoras ordinarias (alambrados, instalaciones) y el

capital de explotación fijo inanimado (máquinas, rodados), sujetos a amortizar, se valúan por el VRA con la fórmula siguiente: $VRA = VN \times (Df/Dt)$. Donde VRA es el *Valor Residual Activo*; VN es el *Valor a Nuevo*; Df es la *duración futura* (años que faltan para llegar al final de la vida útil) y Dt es la *duración total* (total de años de vida útil). Para algunos bienes, existe habitualmente un mercado del usado y se conoce el precio de ellos, caso de máquinas, rodados y tractores. En esos casos, puede reemplazarse el VRA por el valor de reventa, que se acerca más a la realidad. *Valor Residual Pasivo* (VRP): es el valor que resta de un bien que llegó al fin de su vida útil.

En los bienes que duran más de un ciclo productivo, en el costo inciden sus tres componentes (G+A+I), salvo algunas excepciones. Frank (1995) define al costo total (CT) de producción como la suma en valor de los bienes y servicios insumidos en un proceso productivo, valores expresados a través de *gastos* (G), *amortizaciones* (A) e *intereses* (I). En símbolos: $CT=G+A+I$, donde G constituye la parte del costo que representa las erogaciones; A es la amortización (o depreciación); I es el Interés, que es la retribución al capital que se ha invertido.

La incidencia del *Gasto* (G) en el Costo Total (CT) se muestra en la Tabla 1 (Coronel de Renolfi, 2011).

Tabla 1. Gasto (G), Amortización (A) e Interés (I) según el capital.

Tipo de capital	Gasto	Amortización	Interés
Tierra	De conservación	---	Valuación x Rf
Mejoras extraordinarias	De conservación	---	Valuación x If
Mejoras ordinarias	De reparación y mantenimiento	VN/n	VRA x If
Capital fijo inanimado	De reparación y mantenimiento	(VN-VRP)/n	VRA x Im
Capital fijo vivo:			
<i>Animales de trabajo</i>		(VN-VRP)/n	Valor x Im
<i>Animales de renta</i>	De mantenimiento	---	Valor x Im
<i>Reproductores</i>		(VN-VRP)/n	Valor x Im
Capital circulante	De producción	---	Valor x Ic

Fuente: elaboración propia

Según Coronel de Renolfi (2011), el cálculo de la *Amortización (A)* al momento de estimar costos, puede efectuarse por diferentes métodos, pero el *Método Lineal* es de uso generalizado, debido a la sencillez del cálculo. Su expresión analítica es como sigue: $A = (VN - VRP)/Dt$. En la estimación del *Interés (I)*, la tasa no puede aplicarse sobre el valor a nuevo (salvo que sea una empresa recién instalada). Se calcula sobre el valor asignado en su valuación, o puede

simplificarse y hacerlo sobre el capital promedio inmovilizado, cuya expresión es $(VN + VRP)/2$.

Como orientación, se puede establecer el uso de las siguientes tasas de interés: 5 % como *Renta fundiaria (Rf)*, 6 % - 8 % como *Interés fundiario (If)*, 8 % - 10 % para el *Interés mobiliario (Im)*, 10 % - 12 % para el *Interés circulante (Ic)*, según plantea Coronel de Renolfi (2011).

INGRESOS Y BENEFICIOS DEL PRODUCTOR

Los *Beneficios Totales (BT)* se calculan como la diferencia entre los *Ingresos Totales (IT)* generados por la venta del producto y los *Costos Totales (CT)* de producción (Fischer *et al.*, 1989; Coronel de Renolfi, 2011; Nicholson y Snyder, 2011). Matemáticamente, $BT = IT - CT$.

Los *Beneficios Totales (BT)* se verán maximizados ante la disminución de los *Costos Totales (CT)* de producción o con el aumento de los *Ingresos Totales (IT)* por la venta.

El **costo unitario** (por tonelada, por litro y dm^3) de compost fue obtenido de la

siguiente manera: (i) Descripción y valuación del capital productivo con que se cuenta: datos del establecimiento (caracterización de las instalaciones, construcciones y mejoras, maquinarias y vehículos, gasto de combustible, costo de mantenimiento y de operarios, equipamiento específico, consumo energético, otros gastos); (ii) Desarrollo de la cuenta de explotación a fin de calcular el Costo Total (CT) (\$) y el Costo Medio (CM) (\$/kg, \$/t, \$/dm³) del proceso productivo de compost; (iii) Cálculo del Costo Total (CT) (\$/t y \$/kg) del proceso de producción de compost en el establecimiento; y (iv) Cálculo del Beneficio Total (BT) del productor.

Para la valuación del capital, se contó con el valor de la infraestructura (cancha de compostaje, galpones, etc.), que comprende la habilitación del área destinada. Se tuvo en cuenta un período de amortización de 10 años. Se tuvieron en cuenta el *valor a nuevo* (VN) de los equipos, valor residual pasivo (VRP) para calcular la amortización; y luego, el *Interés* del capital inmovilizado en esta actividad. Se tuvieron en cuentas las siguientes consideraciones: (i) Calcular la amortización por el *Método Lineal*; (ii) Considerar el valor de los bienes en la mitad de su vida útil; (iii) En el cálculo de los intereses considerar: Rf 5 %; If 6 %; Im 8 % y Ic 12 %; (iv) Gastos de comercialización: calculados como un 5 % del precio de venta; (v) Gastos de Transporte: calculado como un 3 % del precio de venta.

Primero, se calculó la valuación del capital: Gasto, Amortización e Interés a partir de los valores de los elementos que componen el capital referido a la tierra con sus mejoras. Se calcularon los valores de la tierra (0,75 ha), del galpón, la oficina, la cancha de compostaje, el depósito de acopio, alambrado y la perforación. Luego, se calcularon los mismos valores pero para los bienes de capital (bomba de agua, el tractor, camioneta, tanque cisterna, criba vibradora, trituradora, criba manual, selladora manual y herramientas varias) de esta actividad. Finalmente, se realizaron los cálculos referidos a los insumos, tales como bolsas plásticas, gastos de energía, mantenimiento de equipos, combustibles seguros y gastos de personal, incluyendo los de asesoramiento.

El *Costo Total* (CT) de producción se calculó como la suma en valor de los bienes y servicios incurridos en un proceso productivo, valores expresados a través de *Gastos* (G), *Amortizaciones* (A) e *Intereses* (I). Según la siguiente expresión: $CT=G+A+I$.

El *Beneficio Total* (BT) del productor estuvo dado por la diferencia entre el Ingreso Total (IT) y el Costo Total (CT) (Nicholson & Snyder, 2011). El Ingreso Total se lo obtuvo con la siguiente expresión: $IT= p \times Q$, donde p es el precio del producto y Q la cantidad producida. Por lo tanto, $BT=IT-CT$.

RESULTADOS

Tabla 2. Capital referido a la tierra y sus mejoras con valor a nuevo, valuación, gasto, amortización e interés.

Capital	Valor a nuevo (USD\$)	Valuación (USD\$)	Gasto (USD\$)	Amortización (USD\$)	Interés (USD\$)
Tierra (0,75 ha)	1.101,42	1.101,42	22,03	0	55,07
Galpón	8.544,67	4.272,34	170,89	106,81	256,34
Oficina	13.164	6.581,80	263,27	131,64	394,91
Cancha	2.738,59	1.369,30	54,77	136,93	82,16
Depósito de acopio	2.795,98	1.397,99	55,92	69,90	83,88
Alambrado (0,75 ha)					
400 m lineales	6.581,80	3.290,90	131,64	65,82	197,45
Perforación (a 136 m de profundidad)	9.873	4.936,35	197,45	0,00	246,82
Total	44.799,46	22.950,10	895,97	511,10	1.316,63

Muestra la valuación, gasto, amortización e interés a partir de los valores a nuevo.

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Capital referido a maquinarias y equipamiento con valor a nuevo, valuación, gasto, amortización e interés.

Capital	Valor a nuevo (USD\$)	Valuación (USD\$)	Gasto (USD\$)	Amortización (USD\$)	Interés (USD\$)
Bomba de agua	7.404,52	3.702,26	74,05	296,18	296,18
Tractor Deutz 2011	35.156,50	17.578,25	351,57	1.230,48	1.406,26
Camioneta	7.075,43	3.537,72	70,75	495,28	283,02
Tanque cisterna	4.442,71	2.221,36	44,43	188,73	177,71
Criba vibradora	21.538,93	10.769,47	215,39	1.722,37	861,56
Trituradora	253,90	126,95	2,539	20,30	10,16
Criba manual	42,34	21,17	0,42	3,39	1,69
Selladora manual	228,00	114,00	2,28	23,03	9,12
Herramientas varias	197,45	98,73	1,97	31,58	7,90
Total	76.339,78	38.169,91	763,40	4.011,34	3.053,60

Muestra valores de maquinarias y equipamiento (bienes de capital).

Fuente: elaboración propia

Tabla 4. Capital referido a insumos y otros costos con cálculos de valuación, gasto e interés.

Capital	Valuación (USD\$)	Gasto(G) (USD\$)	Interés(I) (USD\$)
Bolsas plásticas	1.315,79	1.315,79	157,89
Gastos de energía	1.974,54	1.974,54	236,94
Mantenimiento de equipos	987,24	987,24	118,47
Combustible	14.256,00	14.256,00	1710,72
Seguros	1.974,54	1.974,54	236,94
Personal administrativo	5.668,57	5.668,57	680,23
Personal operario (4)	26.524,68	26.524,68	3182,96
Cargas sociales	13.414,92	13.414,92	1609,79
Gastos varios	658,18	658,18	78,98
Gastos administrativos	839,18	839,18	100,70
Gastos asesoramiento	6.417,25	6.417,25	770,07
Total	74.030,89	74.030,89	8.883,69

Se muestran los cálculos de la valuación, gastos e intereses de los insumos y otros costos.

Fuente: elaboración propia

Tabla 5. Gastos, Amortización e Intereses totales medidos en dólares de diciembre del 2013.

Gasto (G) (USD \$)	Amortización (A) (USD \$)	Interés (I) (USD \$)
75.690,26	4522,43	13253,92

Contiene los valores totales obtenidos de los gastos, amortizaciones e intereses.

Fuente: elaboración propia

Cálculo del Costo Total anual de producción (CT) de compost en un año

A partir de la suma de los valores totales de la tabla 5 y considerando que en 1 año se producirían 1.440 t de compost (según la actividad productiva que se realiza en ese establecimiento), se realizaron los cálculos para obtener el costo total anual de producción (CT).

$$CT = \text{Gasto} + \text{Amortización} + \text{Intereses} = CT = \text{USD\$}75.690,26 + \text{USD\$}4.522,43 + \text{USD\$}13.253,92 = \text{USD\$}93.467,62.$$

Costo Medio (por tonelada). Para calcular el Costo Total Medio (o promedio), se divide el CT entre la producción

$$C_{\text{medio}} (t) = \frac{CT}{\text{Producción}} = \frac{\text{USD\$ } 93.467,62}{1.440 \text{ t}} = 64,91 \text{ USD\$/t}$$

Costo Medio (por kilogramo). El costo por kilogramo se obtuvo dividiendo el costo por tonelada entre 1.000.

$$C_{\text{medio}} (\text{kg}) = \frac{\text{CT}}{\text{Producción}} = \frac{\text{USD\$ } 93.467,62}{1.440.000 \text{ kg}} = 0,06491 \text{ USD\$/kg}$$

Costo Medio (por litro o dm³). El compost posee una densidad de 700 kg/m³ (FAO, 2012), que expresado en toneladas arroja un valor de 0,70 t/m³. Por lo tanto, la producción de 1.440 toneladas ocupa un volumen de 2.057,142 m³. Si el costo de producción total de 2.057.142 dm³ de compost es USD \$93.467,62, su valor unitario será:

$$C_{\text{medio}} (\text{dm}^3) = \frac{\text{CT}}{\text{Producción}} = \frac{\text{USD\$ } 93.467,62}{2.057.142 \text{ dm}^3} = 0,0454 \text{ USD\$/dm}^3$$

Beneficio Total (BT) del productor. Para el cálculo BT del productor, se necesita el Ingreso Total (IT) y el Costo Total (CT). El valor del IT se obtiene multiplicando el precio de mercado del producto y la cantidad de producción total vendida. Considerando que el precio promedio en el mercado es de USD\$0,16/dm³ de compost y la cantidad producida y vendida a ese precio es de 2.057.142 dm³, quedará: $IT = p \times q =$

$$\frac{\text{USD\$ } 0,16}{\text{dm}^3} \times 2.057.142 \text{ dm}^3 = \text{USD \$ } 329.142,72$$

Si se considera el costo total de producción $CT = \text{USD\$}93.467,62$ de los 2.057.142 dm³, el valor del BT quedará por la simple diferencia entre el IT y el CT: el Beneficio Total anual del empresario será: $BT = IT - CT = \text{USD\$}329.142,72 - \text{USD\$ } 93.467,62 = \text{USD\$}235.675,1$

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los costos de producción en el estudio de caso analizado, fueron de USD \$64,91 por tonelada. Este valor es más elevado que el obtenido por Cantanhede y Monge (1999) quienes obtuvieron US \$48 por tonelada. Según las consideraciones realizadas y los cálculos efectuados, si en el *feedlot* se decide realizar trimestralmente la limpieza de los 40 corrales, procesar los residuos extraídos y luego venderla, el desarrollo de esta actividad otorgaría beneficios positivos.

El costo total (CT) calculado para la producción anual de 1.440 t de compost, es de USD\$93.467, mientras que el ingreso total (IT) anual calculado por la venta en el

predio de toda la producción es de USD\$329.143. El beneficio total (BT) para el empresario sería de USD\$235.675 en el primer año. En este sentido, a los dueños del establecimiento, producir y vender compost *in situ*, no solo les generaría un beneficio económico sino que además, lo beneficiaría con el reconocimiento de ser un establecimiento que implementa tecnología para lograr una producción más limpia y sustentable.

Es necesario, en otra oportunidad, observar la actividad productora de compost desde el análisis financiero de la inversión, costos e ingresos anuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO SEBASTIÁN, R., & SERRANO BERMEJO, A. 2004. Economía de la Empresa Agroalimentaria. ED. Mundi-Prensa. Madrid, España. 383 pp.
- BOLTON, A., STUDDERT, G. A., & ECHEVERRIA, H. E. 2004. Utilización de estiércol de animales en confinamiento como fuente de recursos para la agricultura. Revista Argentina Producción animal 24 (1-2): 53-73. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pauturas/pauturas_fertilizacion/31-Bolton.pdf Accesado en: 20/06/2017.
- CANTANHEDE, A., & MONGE G. 1999. Compostificación de residuos de mercado en Lima, Perú. En: Conferencia Internacional sobre tratamiento biológico de los residuos del ambiente. ORBIT99. Weimar, Alemania. OPS/OMS, CEPIS. 15 p. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/proyecto.pdf>. Accesado en: 15/05/2017.
- CORONEL DE RENOLFI, M. 2011. Cómo calcular costos forestales. ED. Lucrecia. Santiago del Estero, Argentina. 152 pp.
- DOMINGO, M., PICONE, L., VIDELA, C., & MACEIRA, N. 2013. Volatilización de amoníaco y emisiones de dióxido de carbono a partir de un sistema intensivo de producción de carne. Ciencias del Suelo 31 (1): 107-118. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672013000100010. Accesado en: 12/05/2017.
- FAO. 2012. Taller. Técnicas de compostaje Paraguay. 21.06.2012. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO, Roma. Disponible en: http://mutante.inia.gob.ve/congresos_externos/compostaje_normalizacion/BIBLIOGRAFIA/Bib_Fao_tecnicas_compostaje.pdf. Accesado en: 05/05/2017.
- FISCHER, S., DORNBUSCH, R., & R. SCHMALENSEE. 1989. Economía. ED. McGraw-Hill. Buenos Aires, Argentina. 1005 pp.
- FRANK, R. 1995. Introducción al cálculo de costos agropecuarios. ED. El Ateneo. Buenos Aires. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/44438037_Introduccion_al_calculo_de_costos_agropecuarios_Rodolfo_Guillermo_Frank.
- GIL, S. 2006. Engorde intensivo (Feedlot), elementos que intervienen y posibles impactos en el medioambiente. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/08-feedlot.pdf. Accesado en: 23/05/2017.
- NICHOLSON, W., & SNYDER, C. 2011. Microeconomía Intermedia y su aplicación. ED. Cengage Learning. México. 653 pp.
- PORDOMINGO, A. 2003. Gestión ambiental en el Feed Lot, Guía de las buenas prácticas. INTA Aguilares. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/gestion-ambiental-en-el-feedlot-guia-de-buenas-practicas>. Accesado en: 20/05/2017.

Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú. 2007. "Manual para la producción de compost con microorganismos eficaces" Capacitate Perú (APROLAB)-Convenio ALA/2004/016-895. Disponible en: http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/manual_para_elaboracion_de_compost.pdf. Accesado en: 20/05/2017.

RODRÍGUEZ, G. V. 2013. Biotecnología aplicada y costos relacionados en el tratamiento de residuos sólidos de un feedlot. Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia. Universidad Nacional de Tucumán. Tesis de grado. Argentina. 192 pp.

SAMUELSON, P., NORDHAUS, W., & PÉREZ ENRI, D. 2003. Economía. McGraw-Hill. Buenos Aires. 752 pp.

TAVERA CORTÉS, M. E., GALICIA, S., & ESCAMILLA, P. E. (s.f.). Proyecto de

viabilidad tecnológico para producción de composta mediante residuos orgánicos. México. Sección de Estudios de posgrado e Investigación. (SEPI) Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas. Disponible en: [http://www.virtual.sepi.upiicsa.ipn.mx/pp_web_sepi_composta/files/Articulo%20\(ESCA\).pdf](http://www.virtual.sepi.upiicsa.ipn.mx/pp_web_sepi_composta/files/Articulo%20(ESCA).pdf). Accesado en: 20/05/2017.

URIBE, L., VANEGAS, B., & CARDONA, G. 2004. Plan de negocios para la creación de una planta de procesamiento de residuos sólidos urbanos para la producción de compost: viabilidad para tres ubicaciones en la ciudad de Bogotá y sus alrededores. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería. Carrera de Ingeniería Industrial. 412 pp. Disponible en: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis149.pdf>. Accesado en: 28/05/2017.