

“Huella de trigo”  
E.E.S.A N°1  
“Martín Fierro”  
Arrecifes, Buenos Aires

Alumnos: Alberti, Agustina  
Azarola, Máxima  
Girart, Mateo  
Izquierdo, Sol  
Micheli, Ricardo

Docente: Corvino, Yesica

Directora: Tronchoni, Vanesa

Tutor acompañante: Magri, Laura (INTA  
Arrecifes)

Miembro CREA: Sellart, Eduardo

Teléfono de contacto: +5491168324545

Mail: [corvino@agro.uba.ar](mailto:corvino@agro.uba.ar)

## RESUMEN

El trabajo de investigación analiza las dimensiones productivas, económicas, ambientales y sociales del uso de fertilizantes orgánicos en comparación a los de síntesis química. Los sistemas productivos animales generan un residuo, el cual puede dejar de serlo si se trata de forma adecuada. Los mismos pueden ser utilizados como fertilizantes en sistemas agrícolas y ganaderos, reemplazando los fertilizantes de síntesis química. Se realizó un ensayo con tres tratamientos en el cultivo de trigo 2021/22: testigo, fertilización nitrogenada mineral y fertilización con cama de pollo compostada. El impacto económico se calculó a partir de costo en el mercado y aplicación. El efecto en lo productivo se midió a partir de plantas logradas y biomasa generada. Para analizar el impacto ambiental, una forma de evaluar la sostenibilidad de los sistemas es a través de la huella de carbono, la cual se calculó para ambas fuentes de fertilización. Se realizan comentarios sobre el impacto social viéndolo como oportunidad para el desarrollo local y la generación de nuevos actores y empleo. Con este trabajo también se busca contribuir con algunos de los ODS (Objetivos del desarrollo sostenible). El ensayo se inició este año, el mismo continuará debido a que hay más variables a estudiar que, según ciclo productivo del trigo y biológico del suelo, llevan y requieren más tiempo de evaluación. La investigación forma parte de las actividades que se llevan a cabo en el SAIA, Sistema Agrícola Integrado Arrecifes, un espacio de trabajo conjunto entre la Escuela Secundaria Agraria de Arrecifes, la Agencia de Extensión de INTA Arrecifes y La Fundación Stegman, que busca contribuir a investigar y educar sobre la producción agropecuaria.

## FUNDAMENTACIÓN

A lo largo de los años las formas en que la sociedad se ha desarrollado han cambiado, sus necesidades se transformaron y crecieron demográficamente, mayormente en este último tiempo. Esto llevó a que en conjunto los modelos agropecuarios tengan un gran crecimiento y desarrollo apoyado a su vez por el gran avance tecnológico y de conocimiento.

Se pudo observar cómo los sistemas agropecuarios, para satisfacer esta gran demanda de las sociedades y poder cubrir sus necesidades, se han intensificado. Es decir, aumentaron la producción por unidad de superficie, lo que llevó por ejemplo a que haya más animales en un espacio más reducido. Sin embargo, aunque esto puede traer ciertas ventajas como el aumento de la producción hay ciertos factores riesgosos que no se tuvieron en cuenta. Por ejemplo, en muchos casos no se planificó adecuadamente el manejo de las heces, que en los sistemas intensificados se generan en exceso y acumulan en un sitio, pudiendo generar grandes consecuencias vinculadas al deterioro del medio ambiente: contaminación del aire y del suelo, eutrofización, lixiviación, entre otros. Además la acumulación de excretas puede ser un foco para la proliferación de factores zoonóticos o la vehiculización de microorganismos peligrosos para la salud.

A diferencia de otras situaciones, de esta problemática descrita también puede surgir una oportunidad territorial, ya que estos residuos bien gestionados pueden transformarse en un recurso valioso que pueda ser utilizado como enmienda orgánica o fertilizantes en otras producciones agrícolas.

En la gran mayoría de los sistemas de producción agropecuaria se utilizan fertilizantes para aumentar o lograr la cantidad de nutrientes necesaria para un buen desarrollo del cultivo y así obtener buenos rendimientos. La mayoría de los fertilizantes utilizados son de síntesis química, como por ejemplo el nitrógeno a través de la UREA. El impacto ambiental asociado a su utilización, sumado al elevado precio de mercado ha motivado la búsqueda de materiales alternativos, como son los fertilizantes de origen biológico. Estos tienen no solo la ventaja de provenir de la naturaleza, sino que también ayudan aportando nutrientes y materia orgánica, mejorando la estructura del suelo, regulando la temperatura, ayudando a almacenar la humedad y aumentando así la fertilidad de los suelos.

Estos puntos vacíos, que se dejaron sin protección alguna, son lo que llevó a potenciar este trabajo de investigación que se basa en utilizar estas debilidades para transformarlas en fortaleza.

Para poder lograr esto primero necesitamos saber ciertas cosas. Una de las principales actividades intensivas que se lleva a cabo en el partido de Arrecifes es la actividad avícola, donde suele generarse un residuo constituido por una mezcla de guano y cama de pollo. En primer lugar, el guano son las heces producidas por los pollos parrilleros, mientras que la cama de pollo es un material carbonado, generalmente cáscara de arroz, que se coloca en el galpón de pollos para proveer a los animales de un piso seco, que ayude a regular la humedad. Cuando se limpia el galpón la mezcla es retirada, y si bien son comúnmente llamados residuos, se trata de un subproducto que puede ser reutilizado si se le puede hacer un tratamiento adecuado. Resulta importante saber cómo manejar adecuadamente estos materiales, ya que si se llevan a cabo malas prácticas se corre un alto riesgo de contaminación de las aguas, tanto subterráneas como superficiales, el suelo y el agua. Por tal motivo, según el documento "Revisión del Manejo de Excretas Avícolas: Recomendaciones para el Futuro" del Ministerio de Agricultura de Canadá, la mejor forma de tratar este residuo es compostar para luego poder usarlo para fertilizar suelos agrícolas. Esto es gracias a que tienen 16 elementos que son esenciales para el crecimiento de las plantas dentro de los que se destacan el Nitrógeno, Potasio, Fósforo, Calcio, Magnesio, Azufre, Zinc y Cobre.

Para realizar una adecuada gestión de los residuos, se instauraron buenas prácticas de manejo a realizar durante la crianza de los animales, las cuales influyen y repercuten sobre las características del guano y cama de pollo. Algunas de estas serán mencionadas a continuación:

- Densidad de parrilleros/m<sup>2</sup> o de ponedoras/jaula = concentración de nutrientes.
- Medir el consumo de agua y evitar pérdidas que humedezcan la cama.
- Evitar pérdidas de comederos ya que el alimento no digerido es más difícil de descomponer.
- Adecuada ventilación del galpón para mejor secado
- Raciones ajustadas para una eficiente absorción de nutrientes del ave evitando así que estos se concentren en la cama.

Una vez retirada la mezcla de cama y excretas, es importante tener en cuenta la composición de nutrientes, la densidad y la humedad. El compostaje es el sistema de tratamiento más recomendado para este tipo de residuos sólidos orgánicos. Se trata de un proceso biológico que reduce el volumen de residuos en al menos un 30%, disminuye la humedad en un 50%, permite estabilizar el contenido de materia orgánica, reduce los olores de los residuos y permite eliminar los patógenos presentes. Hay que tener en cuenta donde se van a armar las pilas de compostaje, ya que, por ejemplo, al dejarlas al aire libre se puede perder parte del nitrógeno por volatilización. Para evitar que sucedan estas cosas hay ciertas Buenas Prácticas de manejo para llevar a cabo durante el compostaje, como cubrir las pilas con lonas o impermeabilizar el piso, sobre todo cuando las napas se encuentran a poca profundidad, y medir la temperatura en forma periódica para asegurar que se alcanzaron valores superiores a las 50°C pero que no se superen los 82°.

El tipo y cantidad de material utilizado como cama, el sitio de tratamiento y el manejo que se realice durante el compostaje va a incidir sobre el material final obtenido. Por tal motivo, tomar muestras cercanas a la aplicación de este es de suma importancia. El análisis de laboratorio brinda información como Materia seca, pH, Conductividad eléctrica, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, actividad biológica, madurez y contenido de patógenos.

La posibilidad de realizar estas buenas prácticas para transformar un residuo en un recurso, permitirá mitigar impactos ambientales, reutilizar materiales dentro del mismo territorio, agregarle valor a un subproducto y contribuir así al desarrollo sostenible. Actualmente existen 17 objetivos para alcanzar el desarrollo sostenible (ODS) y transformar el mundo: fin de la pobreza; hambre cero; salud y bienestar; educación de calidad; igualdad de género; agua limpia y saneamiento; energía asegurable y no contaminante, trabajo decente y crecimiento económico; industria, innovación e infraestructura; reducción de las desigualdades; ciudades y comunidades sostenibles; producción y consumo responsable; acción por el clima; vida submarina; vida de ecosistemas terrestres; paz justicia e instituciones sólidas y alianzas para lograr los objetivos. En este trabajo intentamos mostrar cómo algunos cambios en los sistemas productivos pueden aportar a estos ODS. Para esos buscamos hacer un análisis integral, midiendo no sólo cuestiones técnico productivas si no también ambientales. Una de las maneras de medir la sustentabilidad al producir es a través de la huella de carbono. La misma es un instrumento que permite estimar las emisiones de gases efecto invernadero emitidos por un individuo, organización, evento, proceso o producto (UK Carbon Trust) (ISO 14.064-14.067) y nos permite incorporar la evaluación ambiental cuando realizamos un cambio en los procesos productivos, en este caso el uso de compost de cama de pollo.

**OBJETIVO:**

En esta investigación, se realizó una prueba en un cultivo de trigo con el objetivo de analizar el impacto ambiental, económico, social y productivo del uso del compost de cama de pollo como enmienda orgánica y fertilizante de síntesis química en el cultivo de trigo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS:**

Para poder comparar los resultados, el diseño experimental fue realizado en bloques aterrizados con 3 repeticiones. Cada unidad está compuesta por una parcela de 48m<sup>2</sup> las cuales están separadas por un pasillo de 4m de ancho. Aquí se evaluaron tres tratamientos (testigo, urea, compost).

Se calculó según rendimiento esperado de trigo de 45 qq/ha las dosis de fertilización según requerimientos de nitrógeno y oferta del suelo. Según los resultados se necesitaban 92.74 kg N/ha. La cama de pollo aporta 6.78 kg/ton y la urea 460 kg/ton. Se necesitaba aplicar 14tn/ha de compost. Esta fertilización se comparó con la de un fertilizante químico (urea) producido en Bahía Blanca, considerando cubrir el mismo requerimiento (92,64 kg N) que el compost, lo que equivale a 200 kg de urea/ha.

La cama de pollo se retiró de una producción avícola de la ciudad de Arrecifes que se encuentra a 22,9 km del campo de experimentación (33°56'00,90''s,60°10'54,27''o). La cama estaba constituida por cáscara de arroz y excreta de pollos parrilleros y se compostó en forma pasiva durante 10 meses. Al finalizar el proceso de compostaje, se tomaron muestras y se realizó un análisis para conocer la calidad fisicoquímica, la madurez, estabilidad y el contenido de patógenos.

El 6 de junio se sembró el cultivo de trigo y el día 3/07/2021 se realizó la fertilización utilizando ambas fuentes nitrogenadas y un testigo sin fertilizar.

Para evaluar el efecto en lo productivo el día 13 de agosto se realizó un conteo de plantas/m<sup>2</sup> arrojando dos veces un aro de 0,25m<sup>2</sup> en cada parcela. Luego el día 21 de octubre se evaluó la biomasa tomando dos muestras de 0,25m<sup>2</sup> por parcela.

Para evaluar la huella de carbono se consideró la distancia transportada del fertilizante y el impacto de su producción. Los datos de emisiones se obtuvieron del inventario de ecoinvent y se afectaron por los km recorridos y las tn aplicadas. Para el caso del compost se consideró solamente el transporte debido a que el subproducto se va a generar y debería tratarse más allá de su reutilización como materia orgánica o no.

Por otro lado, la huella económica se tuvo en cuenta el costo de mercado de la UREA y su aplicación y valor que hoy tiene en la zona la utilización de una enmienda orgánica.

Por último, se tuvieron en cuenta los impactos sociales asociados a estas prácticas.

Vale aclarar que, aunque esta investigación se hizo basada en el Nitrógeno, hay otras variables físicas, químicas y biológicas que seguirán siendo estudiadas.

## RESULTADOS:

### Técnicos/productivos

	Plantas/m <sup>2</sup>	Biomasa tn/ha
Testigo	260	23
Urea	225	26,81
Cama	286	28,3 tn

### Ambiental: Huella de carbono

Urea	Emisiones por unidad	Unidades totales		Emisiones totales
Producción	3,073011 kg de CO <sub>2</sub> eq /kg de UREA	200kg de Urea		614,60 kg de CO <sub>2</sub> eq
Transporte	0,166 kg de CO <sub>2</sub> eq/ kg.tn	739km	0,2 tn	24,53 kg CO <sub>2</sub> eq
<b>Total</b>				<b>639,23 kg de CO<sub>2</sub> eq</b>

Compost	Emisiones por unidad	Unidades totales		Emisiones totales
Transporte	0,166 kg CO <sub>2</sub> eq/ kg.tn	22,9km	14 tn	53,22 kg de CO <sub>2</sub> eq
<b>Total</b>				<b>53,22 kg de CO<sub>2</sub> eq</b>

### Huella económica

Compost	Precio/tn/ha	Tn utilizadas/ha	Precio
Producto +aplicación	\$1000	14tn	<b>\$14.000</b>

Urea costo	Precio/tn	tn utilizadas/ha	Precio
Insumo (UREA)	\$99.000	0,2tn	<b>\$19.800</b>
	Precio/tha		
Costo aplicación	\$1500		\$1.500
<b>TOTAL</b>			<b>\$21.300</b>

### Impacto social:

Al encontrar un nuevo destino a la cama de pollo, el productor puede ver un incentivo para comenzar a realizar esta actividad, viendo los residuos orgánicos como una oportunidad más que como un problema. A su vez, se generarían nuevos puestos de trabajo, que permitirían movilizar el circuito productivo y económico vinculado al tratamiento, transporte y distribución de las enmiendas orgánicas en el territorio. Por otro lado canalizar formalmente la gestión, el tratamiento y uso de estos materiales, permitiría mitigar los impactos socio ambiental vinculados a la generación de olores, presencia de moscas y roedores, que en muchas ocasiones traen conflictos con las áreas pobladas y circundantes a las granjas avícolas.

### **Discusión y conclusión:**

Luego de evaluar integralmente esta práctica y examinar las distintas dimensiones se llega a la conclusión de que como en consecuencia de la intensificación de los sistemas se está generando un subproducto que gestionado adecuadamente tiene un valor agregado, no solo económico, sino que también ambiental y social, el cual contribuye a mitigar impactos ambientales y favoreciendo e incentivando la economía circular. Los resultados en cuanto a las plantas y biomasa generada fueron mayor en el tratamiento con compost. La huella de carbono utilizando compost es significativamente menor que a la utilización de urea, teniendo gran impacto su producción y transporte. El uso de compost permite evitar la producción de UREA y su transporte durante más de 700 km, evitando también los impactos ambientales asociados. Los resultados económicos también favorecieron a la utilización de compost, si bien esto es muy variable ya que cada zona maneja los costos, aún es un mercado no regulado y es importante que se regule más allá de lo económico, su tratamiento de compostaje. En cuanto a la dimensión social se genera valor agregado a un subproducto de la producción animal, aportando al desarrollo territorial a través de la generación de empleo y de la distribución de fertilizante en la zona. Sumado a esto, se estarían mitigando problemas socioambientales ya que se evitaría el olor, la contaminación de suelos, agua y aire. Resulta importante continuar investigando sobre estos temas, el suelo y la biodiversidad son elementos que necesitan ser conocidos y estudiados para la sostenibilidad de los sistemas. Es interesante además incorporar en la agenda todos los objetivos del desarrollo sostenible y ver de qué manera aportamos a los mismos desde nuestro lugar.



## FUENTES:

- Ecoinvent 3.3. Life cycle inventories of production systems. Swiss Centre for Life Cycle Inventories. 2014. Disponible en: <https://www.ecoinvent.org/>. Verificado 20/09/2021.
- SCyMA y SENASA (Secretaría de Control y Monitoreo Ambiental y Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria). 2019. Marco Normativo para la Producción, Registro y Aplicación de Compost. Resolución Conjunta 1/19.
- Ulibarry Paco González 2003. Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. Asesoría técnica parlamentaria. Biblioteca Nacional de Chile. Disponible en: [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias\\_ambientales\\_de\\_la\\_aplicacion\\_de\\_fertilizantes.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias_ambientales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf)
- FAO, IFA, 1999. Los fertilizantes y su uso. Disponible en: <http://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>
- Avendaño, D., Daniella, A., & Bonomelli, C. 2003. El proceso de compostaje. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Fruticultura y Enología. Santiago de Chile.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, Ministerio de Agricultura, Presidencia de la Nación, 2014. Buenas Prácticas de Manejo y Utilización de Cama de Pollo y Guano.
- Taller de compost y taller de huella de carbono a cargo de la Ingeniera Agrónoma del INTA Laura Magri.