

ALTERNATIVAS DE USO PARA LA GALLINAZA

Teresita Murillo

Apartado 4515-1000 San José

INTRODUCCIÓN

Las actividades productivas agropecuarias se desarrollan, usualmente, dentro de un marco donde confluyen numerosos factores productivos, económicos y sociales que interactúan, de forma que cada actividad es particular en sí misma. En los últimos años se han añadido a los factores tradicionales otros que modifican sustancialmente este marco de interacciones, tales como la globalización, la reconversión (buscando ventajas competitivas), regulaciones ambientales, la necesidad de mejorar los índices energéticos, mayor cobertura de comunicaciones, interacciones con otros sectores productivos y de la sociedad, etc.

Los sistemas biológicos son la base de la actividad agropecuaria; como tales, con la acción humana, la especie biológica de interés, el ambiente en que se desarrolla, la tecnología, sistema de producción, calidad de materias primas y otros se logra un producto(s), subproducto(s) y desecho(s) en calidades y cantidades variables. La capacidad de producción en conjunto con las posibilidades de mercadeo y la retribución económica obtenida, le permite a los diferentes sectores agropecuarios conducirse con mayor o menor flexibilidad dentro del marco de interacciones que se menciona anteriormente. Por supuesto, son factores decisivos la educación, la transferencia tecnológica y la capacidad del sector para agremiarse.

La avicultura es una actividad que consiste de diversas etapas que pueden agruparse en tres categorías. Una categoría que se podría llamar "biológica" que incluye reproducción y producción de huevo fértil, incubación, desarrollo de aves, producción de huevo comercial. La categoría "industrial" incluye: producción de alimentos balanceados, proceso y proceso posterior de carne de ave, empaque y proceso de huevo comercial. La categoría "comercial" incluye: distribución, venta y publicidad de productos avícolas. La cantidad aproximada de aves y de productores en Costa Rica en 1998 se describe en el cuadro 1 (Cámara Nacional de Avicultores).

Cuadro 1. Número de aves y de productores avícolas en Costa Rica en 1998

	# Aves/año	# Productores *
Pollo engorde	47 000 000	316
Reproductores pesados (huevo fértil)	370 000	3
Reproductores livianos (huevo fértil)	51 000	2
Ponedora liviana (huevo comercial)	2 044 000	276

* Es diferente al número de granjas.

Específicamente, en las etapas en se trabaja con sistemas biológicos, la avicultura enfrenta el desafío de mantener una constante revisión de los procesos y optimización de uso de los recursos disponibles. El manejo de los desechos se ha convertido en aspecto crítico desde el punto de vista económico, de cumplimiento con las regulaciones ambientales y de imagen social. En la medida que el desecho requiere de tratamiento y no se logra retribución económica neta de él, se convierte en una carga que desfavorece la rentabilidad de las granjas. Por otra parte, si el desecho se transforma en subproducto que tiene valor económico neto constituye una fuente de ingreso adicional que estimula la producción de las granjas.

GALLINAZA

Se denomina gallinaza a la excreta de ave sola o en mezcla con otros materiales, aunque también en el caso específico de excreta de pollo de engorde se le llama pollinaza.

En Costa Rica, comercialmente, todo el pollo de engorde y los reproductores pesados son criados "en piso". Las ponedoras livianas crecen, durante la etapa de levante (hasta las 15-16 semanas), aproximadamente un 30% de ellas en jaula y el resto en piso, luego durante la etapa de producción aproximadamente un 80% son mantenidas en jaulas y el 20% restante en piso. Para aves criadas en piso los materiales de "cama" más comúnmente utilizados son el aserrín, viruta de madera y cascarilla de arroz; para las aves criadas en jaula no se utiliza material de cama. Actualmente el material de cama disponible en mayores cantidades es la cascarilla de arroz.

En términos generales se puede estimar la producción anual de gallinaza para 1998 en 54.000 ton. de pollinaza y 11.500 ton. de otras gallinazas. Bajo las condiciones de manejo de aves en Costa Rica, la cantidad producida de gallinaza por ave y la composición química varía según su origen (Murillo, 1996).

El contenido de humedad de la gallinaza de aves criadas en piso usualmente se encuentra entre 15 a 25%. Durante la época seca tiende a disminuir y se incrementa durante la época lluviosa. La humedad también es menor en galpones donde se utiliza el sistema de bebederos de niple y mayor cuando el sistema de bebederos es de campana o canoas abiertas. Los techos en buenas condiciones impiden la entrada de agua a los galpones durante la época lluviosa, en consecuencia, la humedad de la gallinaza es menor. El contenido de humedad de la gallinaza de aves criadas en jaula generalmente tiene valores mucho mayores que las de aves criadas en piso, pero pueden variar ampliamente de acuerdo al sistema de producción.

La cantidad de gallinaza tiende a ser menor en galpones de piso de concreto y mayor en los que tienen piso de tierra, esto por cuanto, el piso debe tener un nivel uniforme a fin de que las aves alcancen los comederos y bebederos. El suelo de galpones de piso de tierra por lo general es de nivel irregular y se nivela aumentando el grosor de material de cama. Este hecho puede influir en la composición química, porque algo de tierra se recoge junto con la gallinaza cuando ésta es retirada de los galpones.

Cuadro 2. Análisis químico de algunos residuos agroindustriales y pollinaza (base seca)

Material	%						mg/kg			
	N	P	Ca	Mg	K	S	Fe	Cu	Zn	Mn
Pollinaza	4.34	1.47	3.20	0.56	2.05	1.65	412	47	338	314
Fibra fruta Palma africana	0.73	0.18	0.29	0.18	0.49	0.11	1440	27	21	42
Cáscara banano	1.22	0.25	0.32	0.15	6.70		70	13	16	70
Raquis banano	1.47	0.17	0.43	0.19	7.80		68	13	11	73
Broza café	2.01	0.13	0.77	0.24	2.37	0.11	436	20	13	87
Pergamino café	1.48	0.12	0.50	0.14	1.53		1247	16	23	62
Aserrín	0.24	0.06	0.70	0.08	0.29		740	6	9	22
Cáscara macadamia (exocarpo)	1.10	0.12	0.24	0.12	2.15		4000	24	26	269
Cáscara piña	0.89	0.09	0.23	0.06	1.45	0.06	147	5	15	34

Hansen et. al. (1993) realizaron una amplia revisión sobre el compostaje de gallinaza y presentan datos sobre el desarrollo del proceso según diferentes relaciones iniciales C:N. Uno de los factores críticos es que la conversión posible del 85% del $\text{NH}_3\text{-N}$ ocurre entre las 12 horas iniciales hasta los 4-5 días del proceso de compostaje, por lo que la mezcla con materiales de alto contenido de carbono y relaciones crecientes de C:N de la mezcla total reducen las pérdidas de nitrógeno, aumentando su retención en el compost. Las pérdidas de nitrógeno por volatilización aumentan conforme disminuye la relación C:N de la mezcla total. Se ha tratado de retener nitrógeno en la mezcla también mediante el uso de adsorbentes y enmiendas; con este fin en orden descendente de eficiencia se ha encontrado fibra de coco, zeolitas naturales, sulfato de aluminio, cloruro de calcio (Kithome, Paul y Bomke, 1999). El contenido de nitrógeno del compost es una característica muy apreciada en el mismo.

Los ingredientes de la mezcla inicial tienen gran influencia sobre las características del compost resultante, a pesar de que se use una relación C:N de 30:1 como criterio de proporción. Las pérdidas de peso del compost se informa que se encuentran en un ámbito entre 16% y 73%, a partir de la mezcla inicial. Pueden variar también el pH, conductividad eléctrica y curvas de temperatura cuando se mezcla la gallinaza con diferentes materiales como fuente de carbono (Flynn y Wood, 1996).

Las mezclas de materiales para producir compost deben formularse en principio de acuerdo a los contenidos de nitrógeno, carbono y humedad (Northeast Regional Agricultural Engineering Service, 1992). Sin embargo, el aporte total de nutrientes de los diferentes ingredientes influye sobre la composición del producto final.

En 1996 se hicieron varios tipos de compost utilizando algunos residuos agroindustriales y gallinaza. La proporción de los materiales se determinó ajustando la relación C:N en 25:1 y corrigiendo por el contenido de humedad. Los montones de mezcla de materiales se colocaron en un sistema de aireación forzada hasta el momento en que la temperatura disminuía hasta punto constante. La humedad se ajustaba periódicamente si descendía a menos del 40%. En el cuadro 3 se presenta el análisis químico total de estos compost.

Cuadro 3. Análisis químico de diferentes compost

	%					mg/kg			
	N	P	Ca	Mg	K	Fe	Cu	Zn	Mn
Pulpa naranja + Gallinaza (reproductores producción)	2.25	3.02	7.43	0.86	2.70	1814	30	322	626
Pulpa naranja + Broza café + Pollinaza + Cascarilla de arroz	2.70	1.66	3.22	0.54	1.54	947	24	244	427
Broza café + Pollinaza + Aserrín	3.36	1.24	2.43	0.37	1.75	545	22	177	177
Cáscara piña + Broza café + Pollinaza + Aserrín	2.56	1.23	2.26	0.30	1.23	628	19	198	180
Exocarpo macadamia + Pollinaza	1.65	0.27	0.56	0.13	1.66	4193	16	57	187
Exocarpo macadamia + Pollinaza + Broza de café + Aserrín	2.30	0.94	2.34	0.34	1.95	2090	27	194	278

La dificultad para los avicultores de elaborar compost, a base de gallinaza y residuos agroindustriales formulando de acuerdo con la relación C:N, estriba en el hecho de que como la gallinaza tiene alto contenido de nitrógeno y bajo contenido de humedad, mientras que la mayoría de residuos agroindustriales tienen altos contenidos de humedad, las cantidades de gallinaza la mayoría de las veces no sobrepasan el 20% de la mezcla total, con lo que los volúmenes a tratar son todavía mayores así como los costos de transporte. Por esta razón las alianzas estratégicas con otras actividades que tengan desechos, ricos en carbono, son deseables.

USO PECUARIO DE LA GALLINAZA.

Murillo (1996) hace una breve descripción del uso que se da en Costa Rica a la gallinaza para la alimentación de rumiantes.

Las cantidades empleadas en alimentación de rumiantes son muy variables y dependientes de la estación y del valor de los bovinos en el mercado nacional e internacional.

LA GALLINAZA COMO UN RECURSO ENERGÉTICO

COMBUSTIÓN COMPLETA (DIRECTA)

Al inicio de los años 80 se identificó la gallinaza como un combustible potencial y a partir de entonces "The Energy Technology Support Unit" (ETSU) del Departamento de Industria y Comercio del Reino Unido ha impulsado la investigación y desarrollo de tecnología para su aprovechamiento.

La gallinaza tiene un contenido calórico neto de 13.5 GJ/tonelada, aproximadamente la mitad del carbón mineral, con la ventaja que es un combustible de biomasa renovable, que puede sustituir en parte el uso de fuentes no renovables. El contenido de cenizas es de 12-15% con la ventaja también que son aprovechables como fertilizantes (Scott, 1997). La concentración relativa de nutrientes en la ceniza es de 30% P_2O_5 , 17% K_2O y 4% Mg y se han realizado pruebas de campo donde se ha comprobado la viabilidad de usarla como fuente de nutrientes para los cultivos (Agricultural Development and Advisory Service, 1993).

El primer intento práctico de aprovechamiento energético de la gallinaza ocurrió en 1986, desarrollándose con ayuda de la ETSU en una empresa familiar, dedicada a la cría de aves y producción de ornamentales en invernadero, ubicada en Beckford, Reino Unido. La empresa contaba con una caldera alimentada por carbón, en donde se generaba calor tanto para los galpones avícolas como para los invernaderos. Fueron necesarias modificaciones al sistema de combustión y de almacenamiento de combustible, luego de muchos intentos de prueba y error. En 1991 este sistema también fue capaz de generar energía eléctrica además de energía térmica. En 1996 los propietarios decidieron salir de operación por cuanto la tecnología de control de emisiones aún no estaba perfeccionada para estos sistemas y los plazos para estar cumpliendo los nuevos límites eran menores a sus posibilidades. A pesar de que se detuvo esta operación, marcó un hito en el sentido de que permitió demostrar en la práctica, las características combustibles de la gallinaza y la posibilidad de su aprovechamiento (Scott, 1997).

El segundo intento, a mayor escala, fue asumido por la empresa Fibropower, y materializado por la construcción y operación de la primera planta comercial de generación eléctrica, en el mundo, utilizando como único combustible la gallinaza. Esta planta está localizada en Eye, Suffolk, Reino Unido e inició operaciones en 1992. Genera 12.7 MW de electricidad y consume 130.000 toneladas de gallinaza por año. La gallinaza es recolectada de granjas ubicadas en un radio de 50 km. Con la experiencia previa se introdujeron modificaciones a los sistemas convencionales de combustión. Con la energía térmica generada se produce vapor de agua que mueve un turbo-alternador y

la energía eléctrica producida se “coloca” en la red nacional de conducción eléctrica. El sistema de control de emisiones consiste de un precipitador electrostático de tres pasos, después del cual los gases salen a la atmósfera. Esta planta fue posible gracias a un esfuerzo financiero conjunto del Bank of America, Mitsubishi Bank of Japan, Fibropower y la Comunidad Económica Europea (ETSU, s.f.).

Se ha publicado en internet un estudio de factibilidad de un sistema de combustión directa para gallinaza (<http://www.versar.com/pprp/eci/economic.htm>).

La segunda planta comercial de generación eléctrica fue construida en Glandford, Lincolnshire, Reino Unido. Los problemas experimentados en la planta de Eye sirvieron para mejorar el diseño general y aumentar la eficiencia. Tiene una capacidad de generación de 13.5 MW y un consumo de 180.000 toneladas por año de gallinaza (FEC, 1995).

A finales de 1998 inició operaciones la tercera planta de generación de energía eléctrica a partir de gallinaza, con una capacidad de generación de 38,5 MW. Se encuentra localizada en Thetford, Reino Unido. Utiliza la gallinaza como único combustible, en una cantidad de 400.000 toneladas por año.

De acuerdo con la experiencia acumulada hasta el momento, el tamaño mínimo de una planta eléctrica de este tipo, es de 120.000 toneladas de gallinaza por año, para que sea económicamente viable (Nina Butcher, Fibropower, comunicación personal). Por ahora la cantidad de gallinaza generada en todo el país no alcanza para el tamaño mínimo rentable de una planta de combustión completa, sin embargo, es posible que con la unión con otros generadores de desechos de biomasa se pueda llegar a una cantidad adecuada. La gallinaza presenta la ventaja de tener un contenido de humedad que la hace un combustible de uso directo (sin eliminación de agua previo a combustión).

En Costa Rica se encuentran ejemplos de plantas generadoras de energía térmica y eléctrica por combustión directa, sobre todo en la industria azucarera.

GASIFICACIÓN, PROCESO TÉRMICO.

Este es un proceso térmico en el cual los combustibles pueden ser carbón, biomasa, desechos y otros, que son introducidos junto con los agentes de gasificación tales como aire, oxígeno y vapor, u oxígeno y dióxido de carbono, en un reactor. Las temperaturas de reacción son típicamente de 815 hasta 1038°C. Las cenizas son separadas y la porción del combustible que se gasifica es colectado, eliminado el

polvo que arrastra y si se requiere enfriado y purificado. Las plantas que trabajan con este proceso pueden convertir desechos sólidos en un producto gaseoso con variedad de usos:

- a) gas combustible para generación de energía térmica
- b) gas de síntesis para procesos químicos (ej. metanol) y
- c) gas para la generación de energía eléctrica.

Gran variedad de materiales de biomasa son utilizables para la gasificación, por ejemplo: viruta y aserrín de madera, paja, bagaso, olores, desechos municipales, lodos activados, plástico de rechazo, gallinaza, etc. (<http://www.versar.com/pprp/eci/execsum,.htm>).

Para la generación de electricidad los gases producidos por la gasificación son sacados del reactor inicial y conducidos a una caldera donde se queman para generar vapor de agua que mueve una turbina que finalmente mueve un generador eléctrico. La gasificación, a diferencia de la incineración (combustión directa), es mucho más limpia en términos de emisiones al aire y no requiere de complicados sistemas de control.

La empresa estadounidense Primenergy reclama haber hecho pruebas de gasificación en 1997, en una planta piloto de gasificación a una tasa de una tonelada por hora, lo que le permitió estimar las condiciones del proceso. Estas pruebas se corrieron con la supervisión del "DOEs Southeast Regional Biomass Energy Program", Departamento de Energía de los Estados Unidos. La ceniza resultante puede ser utilizada como fertilizante por su alto contenido de fósforo y potasio (Primenergy, s.f.).

En Costa Rica se encuentra operando un sistema de gasificación que genera energía térmica y eléctrica en la finca El Pelón de la Bajura, utilizando como combustible granza de arroz (Mario Rímolo, El Pelón de la Bajura, comunicación personal, 1998).

De acuerdo con la experiencia acumulada hasta el momento, el tamaño mínimo de una planta eléctrica de este tipo, es de 120.000 toneladas de gallinaza por año, para que sea económicamente viable (W.N. Scott, Primenergy, comunicación personal). Es posible que la inversión inicial se reduzca considerablemente si se logra la invención de un motor de combustión para los gases obtenidos (Mario Rímolo, El Pelón de la Bajura, comunicación personal, 1998). Por ahora la cantidad de gallinaza generada en todo el país no alcanza para el tamaño mínimo rentable de una planta de gasificación, sin embargo, es posible que con la unión con otros generadores de desechos de biomasa se pueda llegar a una cantidad adecuada. La gallinaza presenta la ventaja de tener un contenido de humedad que la hace un combustible de uso directo (sin eliminación de agua previo a gasificación). En un periódico local (La Nación, 1999) apareció la noticia de una empresa estadounidense que estudia la posibilidad de generar electricidad con desechos agrícolas.

GASIFICACIÓN, DIGESTIÓN ANAERÓBICA.

Este proceso consiste en la digestión bacteriana anaeróbica con la consiguiente generación de metano que es un gas combustible. El proceso tiene algunas características que limitan su uso, en el caso de la gallinaza:

- a) La gallinaza debe estar en forma líquida (requiere adición de agua)
- b) La digestión introduce otro paso previo a la combustión
- c) La energía recuperada es menor que en los casos anteriores
- d) El volumen de reducción de la cantidad de desecho no es significativa, y además posterior a la digestión este se encuentra en forma líquida lo que dificulta el manejo. (<http://www.versar.com/pprp/eci/execsum.htm>).

Con el gas metano fácilmente se puede obtener energía térmica. Por otra parte, si se resuelve en forma satisfactoria las limitantes anteriores, tiene la ventaja de que existen motores de combustión para el gas generado, lo que reduce muy sensiblemente la inversión para establecer plantas de generación eléctrica.

En Costa Rica existen plantas de generación de energía térmica y eléctrica con el gas metano producido en las plantas de tratamiento de aguas residuales de beneficios de café.

REFERENCIAS

- AGRICULTURAL DEVELOPMENT AND ADVISORY SERVICE. 1993. The potential for a blend of broiler litter ash and processed ruminant livestock manure or poultry manure. ETSU E/GS/00124/REP 3. Energy Technology Support Unit, Department of Trade and Industry, United Kingdom. 34 p.
- ANONIMO. 1998. The engineering and economic feasibility of using poultry litter as a fuel to generate electric power at Maryland's Eastern Correctional Institute. (<http://www.versar.com/pprp/eci/execsum.htm>).
- ETSU. s.f. Energy from agricultural wastes: Eye extended renewable energy case study. Technology Status Report 7. Energy Technology Support Unit, Department of Trade and Industry, United Kingdom. 4 p.
- FEC Ltd. 1995. Use of poultry litter for power generation – monitoring of Glanford power station. ETSU B/M1/00412/REP. Energy Technology Support Unit, Department of Trade and Industry, United Kingdom. 35 p.
- FLYNN, R. P. and C.W. WOOD. 1996. Temperature and chemical changes during composting of broiler litter. *Compost Science & Utilization* 4(3):62-70.
- HANSEN, R.C.; H.M. KEENER, C. MARUGG; W.A. DICK and H.A.J. HOITINK. 1993. Composting of poultry manure. In *Science and Engineering of Composting: Design, Environmental, Microbiological and Utilization Aspects*. Eds. Harry A.J. Hoitink and Harold M. Keener. Worthington, Ohio, Estados Unidos, Renaissance. Pp. 131-153.
- KITHOME, M.; J.W. PAUL and A.A. BOMKE. 1999. Reducing nitrogen losses during simulated composting of poultry manure using adsorbents or chemical amendments. *Journal of Environmental Quality* 28:194-201.

- BARQUERO, M. 1999. Energía con basura agrícola. La Nación, 30 marzo.
- MURILLO, T. 1996. Manejo de residuos en la industria avícola. In Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales (10:8-12 Julio : 1996 : San José), Memoria: Agronomía y Recursos Naturales. Editores Floria Bertsch, Walter Badilla, Jaime García. 1. ed San José, Costa Rica: EUNED, EUNA, 1996. pp. 65-69.
- NORTHEAST REGIONAL AGRICULTURAL ENGINEERING SERVICE. 1992. On- farm composting handbook. R. Rynk, ed. Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Ithaca, Estados Unidos. 186p.
- PRIMENERGY INC. S.f. A cost effective environmentally responsible solution for the use of poultry litter. Tulsa, Oklahoma, Estados Unidos. 3 p.
- SCOTT, P.J. 1997. Review of medium scale energy recovery from poultry litter. ETSU BU/1/00549/03/REP. Energy Technology Support Unit, Department of Trade and Industry, United Kingdom. 46 p.

PALABRAS CLAVES: subproductos, gallinaza, análisis químico