

MANEJO DE RESIDUOS EN LA INDUSTRIA AVICOLA

Teresita Murillo

Apartado 4515-1000 San José

1. INTRODUCCION

Producción limpia es un concepto nuevo en Costa Rica basado en tres pilares fundamentales: a) menos contaminación lanzada al ambiente natural (agua, aire y suelos); b) menos generación de desechos; y c) menos demanda de recursos naturales (agua, energía y materia prima) por unidad de producción (MICIT-CEGESTI, 1995). Para la agroindustria, producción limpia conlleva una evaluación de la situación existente y el planeamiento de cambios en el sistema productivo en los puntos críticos de producción de contaminantes o uso inadecuado de los recursos disponibles. Mientras algunos procesos de tratamiento de residuos implican costos sin retribución económica, otros procesos y en general la optimización de recursos, generan múltiples beneficios económicos y ambientales.

La avicultura es una actividad que consiste de diversas etapas hasta lograr el producto final: huevos, carne de ave o sus derivados. Una empresa integrada usualmente maneja todas o algunas de las etapas: reproducción, incubación, alimentos balanceados, cría de aves productoras de huevos o de carne, proceso y proceso posterior. La población de aves en Costa Rica en el año de 1995 fue de 45 millones pollos de engorde, 394000 reproductores pesados, 32000 reproductores livianos, 2300000 ponedoras livianas (Cámara de Avicultores de Costa Rica).

Como parte del proceso productivo se generan materiales que en sí mismos no son el principal objetivo de la actividad avícola pero que tratados o dispuestos adecuadamente pueden reutilizarse o llegar al medio en forma ambientalmente segura. La diferencia entre las palabras residuo y subproducto cada vez es menos clara en

avicultura, así como en otras actividades productivas, conforme aumenta la reutilización de materiales como insumos para la misma u otras industrias. Materiales que anteriormente se desechaban o subutilizaban encuentran paulatinamente utilidad práctica y valor económico, de forma que llamarlos residuos no los categoriza adecuadamente, sin embargo, no existe una denominación adecuada.

2. RESIDUOS SÓLIDOS

2.1 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 es criado "en piso", lo mismo que los reproductores pesados. Las ponedoras livianas crecen durante la etapa de levante (hasta las 13-14 semanas) en piso, luego aproximadamente un 80% de ellas 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.

En términos generales se puede estimar la producción anual de gallinaza para 1995 en 52000 toneladas de pollinaza y 21000 toneladas de otras gallinazas. Bajo las condiciones de manejo de aves en Costa Rica, la cantidad producida de gallinaza por ave varía según su origen.

Cuadro 1. Producción de gallinaza/ave/ciclo de crecimiento

	Gallinaza (Kg/ave)
POLLO ENGORDE	1.15
REPRODUCTORES PESADOS (LEVANTE)	2.95
REPRODUCTORES PESADOS (PRODUCCIÓN)	13.03
PONEDORA LIVIANA(EN PISO, PRODUCCION)	3.77
PONEDORA LIVIANA (EN JAULA, PRODUCCION)	***

*** Dato no disponible.

La composición de la gallinaza varía según su origen.

Cuadro 2. Composición química de la pollinaza (pollo de engorde) (base seca).

MUESTRA	%						mg/kg				%
	N	P	Ca	Mg	K	S	Fe	Cu	Zn	Mn	
1	3.67	1.10	2.63	0.58	2.18	1.79	113	57	340	304	20.7
2	3.53	1.11	3.21	0.62	2.12	1.60	626	63	360	334	21.3
3	5.25	1.19	2.70	0.53	0.60	1.90	80	45	300	309	18.7
4	3.57	1.25	3.34	0.57	2.27	1.94	146	46	330	319	18.0
5	4.20	1.14	3.28	0.56	2.28	1.90	345	44	320	317	16.9
6	4.72	1.25	2.98	0.58	2.22	1.94	114	48	320	303	16.0
7	5.07	1.20	3.01	0.51	2.05	1.85	108	45	280	314	16.4
8	5.05	2.17	2.70	0.48	1.74		530	31	357	268	
9	3.98	2.10	4.35	0.56	2.58		1200	55	430	345	16.4
10	4.37	2.22	3.76	0.61	2.45	0.30	860	40	344	323	16.4
X	4.34	1.47	3.20	0.56	2.05	1.65	412	47	338	314	17.9

Ramírez, C., 1994 (sin publicar).

Cuadro 3. Composición química de la gallinaza (ponedoras) (base seca).

MUESTRA	%						mg/kg				%
	N	P	Ca	Mg	K	S	Fe	Cu	Zn	Mn	
1	3.25	1.21	12.10	0.60	2.21	1.58	236	28	290	319	15.6
2	3.18	1.10	11.90	0.66	1.81	1.94	116	29	290	337	16.8
X	3.22	1.16	12.00	0.63	2.01	1.76	176	28	290	328	16.2

Cuadro 4. Composición química de la gallinaza (reproductora pesada, levante) (base seca).

MUESTRA	%						mg/kg			
	N	P	Ca	Mg	K		Fe	Cu	Zn	Mn
1	2.45	1.05	2.82	0.73	2.58		380	77	940	790
2	2.68	2.96	4.27	0.84	3.16		594	42	637	363
3	2.44	1.81	2.47	0.58	1.87		309	28	460	341
4	2.03	1.98	2.86	0.79	2.60		410	36	590	550
X	2.40	1.95	3.10	0.74	2.55		423	46	657	511

Ramírez, C., 1994 (sin publicar).

Cuadro 5. Composición química de la gallinaza (reproductora pesada, producción) (base seca).

MUESTRA	%						mg/kg			
	N	P	Ca	Mg	K		Fe	Cu	Zn	Mn
1	2.14	1.40	17.0	0.77	3.98		475	61	580	780
2	2.97	2.60	18.27	0.69	3.22		1323	50	517	700
3	2.20	3.89	21.03	0.98	4.35		690	65	783	950
X	2.44	2.63	18.77	0.81	3.85		829	59	627	810

Ramírez, C., 1994 (sin publicar).

Cuadro 6. 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 CAFE	2.01	0.13	0.77	0.24	2.37	0.11	436	20	13	87
PERGAMINO CAFE	1.48	0.12	0.50	0.14	1.53		1247	16	23	62
ASERRIN	0.24	0.06	0.70	0.08	0.29		740	6	9	22
CASCARA MACADAMIA (EXOCARPO)	1.10	0.12	0.24	0.12	2.15		4000	24	26	269
CASCARA PIÑA	0.89	0.09	0.23	0.06	1.45	0.06	147	5	15	34

2.1.1 Uso agrícola de la gallinaza

La gallinaza tiene varios usos alternativos. Tradicionalmente se la ha aplicado directamente al suelo como fertilizante y mejorador de suelos con buenos resultados prácticos para los agricultores. Sin embargo, por su alto contenido de nitrógeno puede servir de sustrato a la cría de moscas y generar malos olores, por lo que de acuerdo a la legislación vigente debe ser tratada previo a su uso agrícola.

Utilizar la gallinaza como un componente para la fabricación de abonos orgánicos (compost) constituye una excelente alternativa. Este es un material con alto contenido de nitrógeno y otros nutrientes, tiene un bajo contenido de humedad si se le compara con residuos agroindustriales; con todo esto ayuda a balancear las fórmulas de compost.

La composición de la gallinaza no solo depende de su origen como tal, sino que está muy relacionada con la dieta formulada a las aves. Para disminuir la cantidad excretada de nutrientes se debe formular los alimentos balanceados de aves estimando cantidades de nutrientes con márgenes de seguridad razonablemente bajos (Patterson, P.H., 1994). También con este fin se recomienda la adición de enzimas al alimento con lo que aumenta su digestibilidad (Wyatt, C.L. 1994). La composición de las gallinazas podría variar en el futuro de acuerdo a estos criterios expuestos, como de hecho está sucediendo en otros lugares del mundo donde se pretende lograr una disminución de la excreción de elementos minerales por dos razones básicas: reducción de costos y producción de materiales con mayor facilidad de manejo (Vest, 1994).

La relación carbono:nitrógeno para la mezcla inicial de un compost debe hallarse en forma ideal entre 25:1 a 30:1, aunque es aceptable entre 20:1 hasta 40:1 (Northeast Regional Agricultural Engineering Service,

1992). La gallinaza tiene una relación carbono:nitrógeno de aproximadamente 13:1 (pollinaza) hasta 19:1 (gallinaza de reproductores pesados, producción).

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

Se ha encontrado gran diversidad en la calidad de los abonos orgánicos en cuanto a su valor fertilizante; 22 abonos orgánicos mostraron diferente efecto fertilizante en prueba de invernadero, desde prácticamente nula hasta un 200% de incremento de materia seca. Se han propuesto tanto la prueba de invernadero con planta indicadora como el bioensayo con microorganismos como los mejores indicadores para predecir la calidad de un abono orgánico (Vandevivere, P. y Ramírez, C., 1995; Vandevivere, P. y C. Ramírez, a., b., En Prensa).

En 1992 Costa Rica importó 130374 toneladas métricas de fertilizantes químicos (MICIT-CEGESTI, 1995). El reciclaje de materiales orgánicos para su aplicación al suelo podría traer múltiples beneficios tanto por su aporte de materia orgánica al suelo como por el suministro de nutrientes a los cultivos y contribuir parcial o totalmente a la sustitución de fertilizantes químicos y sustratos agrícolas importados. Sin embargo se necesita de mayor información para lograr productos de buena calidad de acuerdo a una óptima mezcla de materiales.

Otra alternativa de uso agrícola para la gallinaza constituye su aplicación al suelo al inicio del proceso de solarización, o sea el calentamiento del suelo por irradiación solar, mediante el empleo de coberturas plásticas transparentes. Utilizada la solarización con el fin de controlar malezas, su efecto es mayor cuando además se adiciona gallinaza al suelo (Herrera, F. y C. Ramírez, 1996).

La aplicación de la gallinaza incorporada al suelo puede ser otra forma de uso agrícola, con la que también se obtienen los beneficios de adición de materia orgánica al suelo y suministro de nutrientes a las plantas.

2.1.2 Uso pecuario de la gallinaza

El uso de excreta de aves para alimentación animal no es algo nuevo; el registro más antiguo data de 3000 años atrás en China, cuando la excreta de patos se usaba como alimento (Flachowsky y Henning, 1990).

La eliminación de nitrógeno amínico, producto del metabolismo de aminoácidos, en los mamíferos ocurre principalmente en forma de urea, por lo que se les denomina animales ureotéticos. En las aves la principal forma de excreción del nitrógeno es en forma de uratos, por lo que se les denomina uricotéticos.

La anatomía y fisiología del rumiante, en particular, le permite la utilización de nitrógeno no proteico y otros nutrientes presentes en este tipo de materiales. El rumen es el primer preestómago, en él se realiza una intensa actividad de modificación de los materiales ingeridos por una microflora asociada. Muchos de los compuestos, con nitrógeno no proteico, ingeridos por el animal, son convertidos por esta microflora, a amonio para luego pasar a formar parte de aminoácidos y finalmente proteína microbiana, la cual es a su vez fraccionada a aminoácidos y absorbida en el estómago verdadero (abomaso) e intestino delgado (Miller, 1979).

Para balancear las dietas que contienen gallinaza sobre todo es necesaria la adición de ingredientes que suministren energía (Flachowsky y Henning, 1990). Los requerimientos de minerales pueden ser cubiertos con el uso de gallinaza (Fanola, 1980). Se prefiere el uso de pollinaza (pollo de engorde) o gallinaza de reproductores pesados en su etapa de levante, ya que gallinazas de aves ponedoras livianas o reproductoras en su etapa de producción contienen altos niveles de calcio, el cual si se incluye en altas proporciones en la dieta puede ser un factor predisponente a la litiasis renal.

Cuadro 7. Composición nutricional de la pollinaza (pollo de engorde) (base seca).

MUESTRA	%							
	PC	FND	FAD	LIGN.	SILICE	HEMIC.	CELUL.	DMS
1	27.5	45.3	23.8	6.12	0.11	21.5	17.7	84.6
2	30.2	41.7	21.6	5.65	0.37	20.1	16.0	86.2
3	22.4	40.7	20.5	5.46	0.17	20.2	14.9	87.2
4	30.7	49.0	23.2	5.77	0.34	25.2	18.3	84.0
5	31.9	47.8	22.2	5.40	0.31	25.6	16.5	83.7
6	31.6	47.8	23.7	6.74	0.32	24.1	16.9	83.4

Ramírez, C., 1994 (sin publicar).

PC=proteína cruda, FND=fibra neutro detergente, FAD=fibra ácido detergente, LIGN.=lignina, HEMIC.=hemicelulosa, CELUL.=celulosa, DMS=digestibilidad in vitro de la materia seca.

Desde aproximadamente tres años atrás se despertó un gran interés en Costa Rica por incluir gallinaza en dietas de rumiantes. El suministro de una fuente nitrogenada sobre todo en áreas del país con menor precipitación, en la época seca, cuando disminuye tanto la cantidad como la calidad alimentaria de los forrajes de la región constituyó la principal razón para suplementar con gallinaza. Actualmente con las experiencias prácticas de los ganaderos su uso se ha generalizado al resto del país, y se ha encontrado que por su precio y calidad es una materia prima útil a la actividad ganadera.

2.2 Aves muertas

La viabilidad promedio del pollo de engorde es de un 95%. Las aves que van muriendo, a través del tiempo, necesitan de un método adecuado de disposición; en Costa Rica se han incinerado, colocado en tanques sépticos o bien se han enterrado.

Actualmente, el método con mayores perspectivas de uso es el propuesto por Murphy y Handwerker (1988), que consiste en la superposición sucesiva de capas de gallinaza, aves muertas y aserrín dentro de un cajón con aberturas laterales para la ventilación del

material, se añade agua hasta optimizar humedad (40-60%). Este método permite la elaboración de compost en la misma granja avícola, es barato, efectivo, biológica y ambientalmente seguro (Murphy, 1990).

Además de estos sistemas se han propuesto otros como preservación ácida, fermentación láctica, uso de levaduras proteolíticas, extrusión (Malone, 1990; Murphy y Silbert, 1990; Vandepopuliere, J.M., 1990).

3. RESIDUOS LIQUIDOS

Las plantas típicas de proceso de aves tienen un gasto de agua de 15 a 30 litros por ave. Las características del agua en general son una demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de 1800 mg/l, sólidos solubles totales de 1500 mg/l, grasas y aceites 500 mg/l (Valentine, 1990).

Tan importante como el sistema de tratamiento de las aguas residuales es la evaluación tanto del gasto de agua como de la calidad de la misma en los diferentes puntos dentro de la planta de proceso. Las aguas con bajo contenido de contaminantes orgánicos pueden ir a las últimas etapas del proceso de tratamiento, aguas bajo el límite permitido y aguas pluviales no deben recibir tratamiento ya que sobrecargan el sistema y aumentan su costo. Además es importante racionalizar el gasto de agua tanto para economizar el recurso como para reducir el volumen a tratar. Sistemas para evitar que sólidos lleguen a entrar en contacto con el agua reducen su contaminación, asimismo se deben recuperar sólidos y grasas antes de que inicie el tratamiento de las aguas para facilitar el mismo.

Generalmente la etapa inicial del tratamiento de las aguas residuales consiste de tratamientos físicos y/o químicos. Algunos de estos son cribado, centrifugación, sedimentación, flotación con aire y precipitación-floculación (Sayed, De Zeeuw y Lettinga, 1984).

Los sistemas de tratamiento más utilizados son las lagunas aeróbicas y anaeróbicas, cada uno con requerimientos específicos (Collins, 1990). En Holanda también es común desde 1977 el uso de reactores anaeróbicos del tipo "Upflow Anaerobic Sludge Blanket" (UASB) el cual es un sistema de bajo costo de operación y alta eficiencia de remoción de materia orgánica (Sayed, De Zeeuw y Lettinga, 1984).

4. REFERENCIAS

- COLLINS, E.R. 1990. Lagoon treatment for poultry wastes. *In* Proceedings National Poultry Waste Management Symposium, 1990. pp. 266-277.
- HERRERA, F. y C. RAMIREZ. 1996. Períodos de solarización y adición de gallinaza sobre la sobrevivencia de propágulos de *Cyperus rotundus* *Rottboellia cochinchinensis* y *Bidens pilosa*. *Agronomía Mesoamericana* 7(1):1-8.
- FANOLA, A. 1980. Estudio del efecto de minerales traza, sexo y peso en bovinos de carne alimentados con gallinaza. Tesis Msc. CATIE, Turrialba. 51 p.
- FLACHOWSKY, G. and A. HENNING. 1990. Composition and digestibility of untreated and chemically treated animal excreta for ruminants - a review. *Biological Wastes* 31:17-36.
- MALONE, G.W. 1990. Carcass preservation systems - acid preservation and proteolytic yeast. *In* Proceedings National Poultry Waste Management Symposium, 1990. pp. 52-55.
- COSTA RICA. MINISTERIO CIENCIA Y TECNOLOGIA (MICIT) y CENTRO GESTION TECNOLOGICA (CEGESTI). 1995. Oportunidades para la aplicación de tecnologías limpias en Costa Rica. Convenio Bilateral de Desarrollo Sostenible Costa Rica-Holanda, San José, Costa Rica.
- MILLER, W.J. 1979. Dairy cattle feeding and nutrition. Academic Press, New York. 411 p.
- MURPHY, D.W. 1990. Disease transfer studies in a dead bird composter. *In* Proceedings National Poultry Waste Management Symposium, 1990. pp. 25-27.
- MURPHY, D.W. and T.S. HANDWERKER. 1988. Preliminary investigations of composting as a method of dead birds disposal. *In* Proceedings National Poultry Waste Management Symposium, Columbus 1988. pp. 65-72.
- MURPHY, D.W. and S.A. SILBERT. 1990. Carcass preservation systems - lactic fermentation. *In* Proceedings National Poultry Waste Management Symposium, 1990. pp. 56-58.
- NORTHEAST REGIONAL AGRICULTURAL ENGINEERING SERVICE. 1992. On-farm composting handbook. R. Rynk, ed. Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Ithaca, Estados Unidos. 186p.
- PATTERSON, P. H. 1994. Estimating manure production based on nutrition and production: laying hens. *In* Proceedings National Poultry Waste Management Symposium, Athens, Estados Unidos, octubre 31-noviembre 2, 1994. pp. 90-96.
- PUGH, D.G.; D.L. RANKINS; T. POWE and G. D'ANDREA. 1994. Feeding broiler litter to beef cattle. *Veterinary medicine* :661-664.
- RAMIREZ, C. 1994. Proyecto I2 gallinaza. Universidad de Costa Rica-Corporación Pipasa. (Sin publicar).
- SAYED, S.; DE Z. WILLEM and G. LETTINGA. 1984. Anaerobic treatment of slaughterhouse waste using a flocculent sludge UASB reactor. *Agricultural Wastes* 11:197-226.
- VALENTINE, G.E. Jr. 1990. Dissolved air flotation residue dewatering/ utilization. *In* Proceedings National Poultry Waste Management Symposium, 1990. p. 278-283.
- VANDEVIVERE, P. y C. RAMIREZ. 1995. Control de calidad de abonos orgánicos por medio de bioensayos. *In* Simposio Centroamericano sobre Agricultura Orgánica, San José, Costa Rica, 6-11 marzo 1995. Acuerdo Bilateral de Desarrollo Sostenible Costa Rica-Holanda, pp. 121-140.
- VANDEVIVERE, P. and C. RAMIREZ. a. Nutrient value of organic fertilisers: I. Conventional Assays. *Soil Biology and Biochemistry* (En Prensa).
- VANDEVIVERE, P. and C. RAMIREZ. b. Nutrient value of organic fertilisers: II. Microbial assay. *Soil Biology and Biochemistry* (En Prensa).
- VEST, L. 1994. Estimating nutrient levels in broiler litter. *In* Proceedings National Poultry Waste Management Symposium, Athens, Estados Unidos, octubre 31-noviembre 2, 1994. pp. 97-103.
- WYATT, C.L. 1994. Feed formulation with enzymes to reduce nutrient output. *In* Proceedings National Poultry Waste Management Symposium, Athens, Estados Unidos, octubre 31-noviembre 2, 1994. pp. 81-89.