

LA PRODUCCIÓN AVÍCOLA Y LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Esmeralda Lon-Wo

Instituto de Ciencia Animal

Carretera Central, km 47½, San José de las Lajas. La Habana. Cuba.

E-mail: elonwo@ica.co.cu

INTRODUCCIÓN

El agua, el suelo y el aire son recursos naturales esenciales que dan vida y deben ser protegidos. Desafortunadamente hay áreas en diversas partes del mundo donde estos recursos están contaminados.

La agricultura animal tiene un desempeño que es clave en el sostenimiento y protección del medio ambiente, pues la producción animal resultante de la transformación de los alimentos en productos de valor, tales como: carne, leche, huevos y lana, se generan a su vez, productos de desechos inevitables.

Los residuos ganaderos son la mezcla resultante de los excrementos del ganado y del material sobre el cual se recogen. Los excrementos pueden ser líquidos y sólidos y recogerse de distintas formas: si se recoge junto a la cama (vegetales, paja, serrín, etc.) se tendrá estiércol sólido, mientras que si se hace mediante lavado, como se tiende a hacer ahora, lo que se obtendrá es un residuo líquido denominado purín.

El incremento en el número de animales y la regionalización de las producciones han generado fuertes presiones sobre los productores de ganado y aves (Sutton *et al.* 2002) porque si las operaciones de producción no son manejadas adecuadamente, la descarga de nutrientes: materia orgánica, patógenos y emisión de gases a través de los desechos pueden causar significativa contaminación del agua y el aire.

La industria avícola si bien no es, según las estadísticas, la mayor contaminante con desechos orgánicos, no puede ser causa de complacencia porque cualquier producto de la excreción orgánica si se presenta en cantidades suficientes puede tener serias consecuencias ambientales.

Wiseman (1992) estimó que 1000 gallinas ponedoras con 2 kg de peso promedio producen 115 l de desechos por día con un contenido de humedad de 70%, mientras que 1000 pollos de ceba de 1 kg producirán 36 l/día incluyendo la cama con 30% de humedad. Entre 5 y 15 t de excretas/ha, según el contenido de N, equivalen a 250 kg de N orgánico total / ha / año, por lo que 1 ha soportaría 435 gallinas y 715 broilers.

En Asturias se calcula que, entre gallinas y pollos, hay aproximadamente 550000 animales (*Consejería de Agricultura del Principado de Asturias, 1999*). Con una estimación de 150 g de residuos por gallina y día, se obtiene una cantidad de aproximadamente 30000 toneladas de este particular residuo al año.

Cuando estos residuos se generan en un pequeño espacio (una granja de producción intensiva) que se encuentra relativamente cerca de algún núcleo poblacional, es cuando surge el verdadero problema. La tierra de por sí es capaz de asimilar sin excesivos problemas una determinada cantidad por unidad de área. Pero la no existencia de suficiente espacio, unida a la presencia de 'vecinos' que se puedan sentir perjudicados por los problemas de los residuos de gallinaza, puede ser origen de tensiones y problemas más serios. Además existe el verdadero daño que se realiza sobre el medio.

Más del 50% del N de los alimentos es excretado como ácido úrico, por tanto una estrategia sería inhibir su conversión a amonio, además de las múltiples combinaciones de manejo nutricional, sistemas de alojamiento, opciones de tratamiento, almacenaje y disposición de residuales, para reducir la contaminación

VIII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos

ambiental y proveer a largo plazo un crecimiento sostenible.

Los compuestos nitrogenados incluyen predominantemente:

- Fuentes inorgánicas (sales de amonio) y
- el rápidamente mineralizado ácido úrico (40 – 70% del N total)
- N orgánico de fácil descomposición con una baja tasa de C : N (proteína, péptidos y aminoácidos) y finalmente
- Materia orgánica nitrogenada lentamente mineralizada y con una alta tasa C : N (materiales complejos fibrosos).

Los primeros estarían asociados con pérdidas metabólicas, mientras que los dos últimos provienen de compuestos no digeridos que pueden haber estado o no sometidos a la actividad microbiana del tracto gastrointestinal (TGI) del ave.

Los compuestos de N gaseoso, desprendido de la volatilización de las excretas provoca olores desagradables, mientras que los productos sólidos de la excreción son aquellos asociados con ineficiencia digestiva y aquellos de origen metabólico, o sea por la contribución de los dos procesos básicos (digestión y metabolismo) y a cualquier tratamiento al cual ha estado sujeto el balance del producto total de la excreción.

El mayor problema es, sin duda, el olor que causa un verdadero perjuicio a las personas que habitan en las proximidades. La sensación de suciedad que acompaña a estos vertidos, así como la aparición de síntomas evidentes de la degradación ambiental en el entorno, son otros factores que pueden llevar a los vecinos del lugar a interponer una demanda.

En dos instalaciones del mayor complejo avícola de UK, muy cercanos entre sí y con unas 350 mil aves y un estimado de excreción de 140 mil kg de N/año en forma de NH_3 , Pitcaim *et al.* (2002) determinaron las concentraciones anuales promedio de NH_3 cerca de las instalaciones en $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que declinaron hasta $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a 650 m de los edificios; mientras que la deposición total de N estimada osciló alrededor de 80 kg

N/ha/año a 300 m de distancia y 14 kg N/ha/año a 650 m a favor del viento.

Estos estudios revelaron que el índice Ellenberg y el flujo de gases traza son los métodos de mayor impacto para determinar la emisión de amonio.

Cuadro 1. Emisión de gases por área en el tiempo

Emisión de gases	$\mu\text{g}/\text{m}^2 \text{ hora}^{-1}$	
	30 m	250m
N_2O	56	13
NO	131	80

También el índice de N Ellenberg disminuyó con la distancia de 6, cerca del galpón hasta 4.8 a 650 m con el viento a favor.

Sin embargo, el olor y el ruido son alteraciones o disturbios para los que no existe una definición universalmente aceptada para sean objetables. Como resultado la regulación y control de los olores en el ambiente es difícil debido a dificultades técnicas, para definir los límites de los olores, sus medidas y evaluación.

Mackie *et al.* (1998) emplearon una variedad de métodos directos (sensoriales) e indirectos con instrumentos analíticos para medir la intensidad de los olores y la determinación individual o clave para los componentes olorosos, y concluyeron que en su origen biológico, los olores están determinados por 4 clases principales de compuestos:

- Cadenas cortas y ramificadas de AGV
- Amonio y aminos volátiles
- Índoles y fenoles
- Compuestos azufrados volátiles

Con relación al fósforo inorgánico, éste puede llegar hasta el 60% del total excretado, y está asociado con la indigestibilidad del fitato de fósforo. Las materias primas de origen vegetal contienen alrededor de dos tercios del P en forma de fitatos, que es un complejo de gran resistencia al ataque de las enzimas endógenas de animales monogástricos, aunque aún se estudia el papel de la

microflora del intestino que puede hidrolizar fitato.

Además de que su disponibilidad es prácticamente nula, en el TGI de las aves forman complejos (quelatos) con cationes de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , N y con las proteasas gastrointestinales, lo cual reduce la disponibilidad de estos cationes y de los aminoácidos.

Según Hatten *et al.* (2001), el incremento de la producción avícola ocurrido en los últimos años ha determinado un mayor uso de las excretas como fertilizante y esto ha provocado la contaminación de las aguas. Con el almacenaje de las excretas y la acción de las bacterias fecales, y la acción mecánica o enzimática para el tratamiento de los desechos excretados, ocurre una rápida degradación, donde los compuestos orgánicos complejos que son relativamente inertes, se transforman en otros volátiles o reactivos.

El P excretado también es liberado mediante la acción de las fitasas contenidas en los microorganismos del suelo y pasa a ríos y lagos, dando lugar a los fenómenos de eutrofización de las corrientes de agua y de los reservorios acuáticos. Bajo estas circunstancias hay crecimiento acelerado de algas y agotamiento del contenido en oxígeno del agua, lo que provoca mortalidad de la fauna acuática.

No obstante, las excretas animales fueron y aún son recursos valiosos, aunque pueden ser el mayor obstáculo en el desarrollo futuro de la industria animal, si su impacto en el ambiente no se controla adecuadamente. Desde un punto de vista práctico, el P es en la actualidad el nutriente que regula la cantidad de estiércol que puede esparcirse en el suelo.

Por otra parte, las medidas de control para reducir la contaminación ambiental que provocan las granjas de animales (Uremovic *et al.* 2001) incluyen desde la reducción de animales por lotes de alimentación, hasta la aplicación de nuevos métodos y sistemas de alimentación que involucran la reducción del contenido de proteína en las raciones, la suplementación con enzimas y zeolitas naturales, sistemas de alimentación

multifacéticos y crianza de los animales en camas profundas y al aire libre.

El tipo de alimentación, el método de procesamiento de los alimentos y la acción de los microorganismos determinan diferencias en la excreción de aminoácidos y por ende en las digestibilidades verdaderas de los aminoácidos (Dastar *et al.* 2001). Asimismo, la eficiencia energética de la dieta depende no sólo de la concentración, sino de la fuente energética que se emplee.

La combinación negativa de estos factores determinará una mayor excreción de N que contaminará el ambiente, por lo que los nutricionistas deben jugar un mayor rol en la manipulación nutricional. El empleo de esquemas de alimentación que logren ahorro de proteína dietética y la suplementación con aminoácidos sintéticos de acuerdo con la biodisponibilidad de AA en los alimentos balanceados y en función de la concentración energética alcanzada (Cuadros 2 y 3), se logrará una mayor eficiencia nutritiva (Lon-Wo 2002) al disminuir la excreción de N.

El uso de enzimas y otros aditivos también contribuyen con la obtención de estos resultados. Muchos autores han informado mejoras en la disponibilidad de energía y aminoácidos con el uso de enzimas multicomponentes (Hosamani *et al.* 2001; Priudokiene *et al.* 2002; Cowan *et al.* 2002) porque incrementan la actividad enzimática en el TGI por acción de la microflora del TGI y por tanto estimulan la digestibilidad de las sustancias nutritivas de los alimentos.

La presencia de factores antinutricionales (FANs) influye negativamente en la digestión y utilización de nutrientes, pues las aves no sintetizan las enzimas específicas para su hidrólisis (Cortés y Avila 1997) y se limita el uso de muchas oleaginosas y cereales aún tan convencionales como la soya y el trigo, por lo que se requiere del uso de enzimas exógenas. Según Bedford (1996), las muestras de peor calidad responden mejor a las enzimas que las de alta, porque en las primeras está más comprometida la digestión de los nutrientes. También Ferket *et al.*

VIII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos

Cuadro 2. Consumo de alimento y nutrientes en la etapa global de la ceba (1-42 días)

Alimento total, g/ave	3586	3610	3548	43
Proteína bruta, g/ave	824,5 ^a	753,9 ^b	670,5 ^c	9,2 ⁺⁺⁺
Energía Metab., Mcal/ave	11,04	11,17	11,02	0,13
Metionina + Cistina, g/ave	25,29	25,65	25,49	0,29
Lisina, g/ave	44,07 ^a	36,40 ^b	33,63 ^c	0,43 ⁺⁺⁺
Fósforo no fítico, g/ave	13,68	13,77	13,58	0,15
Calcio, g/ave	32,1	32,3	31,8	0,4

Cuadro 3.- Comportamiento productivo en la etapa global de la ceba

MEDIDA	25-23-21	23-20-18	21-19-17	ES± Sign.
Peso vivo a 21d, g/ave	544	546	576	14
Peso vivo a 35d, g/ave	1380	1379	1390	21
Peso vivo a 42d, g/ave	1866	1893	1873	17
Ganancia de peso (1-21d) /ave	514	504	534	14
Ganancia de peso (22-35d) /ave	836	843	814	17
Ganancia de peso (36-42d) /ave	499	511	501	13
Ganancia de peso (1-42d),g/ave	1839	1851	1831	18
Conversión alimenticia ¹ , g/g				
Inicio	1,75	1,74	1,64	0,04
Crecimiento	1,95	1,96	2,00	0,03
Acabado	2,34 ^a	2,13 ^b	2,11 ^b	0,05 ⁺⁺⁺
Global	1,96	1,95	1,93	0,02
Eficiencia proteica ² , g/g				
Inicio	0,436	0,400	0,345	0,009
Crecimiento	0,451 ^a	0,413 ^b	0,381 ^c	0,008 ⁺⁺⁺
Acabado	0,462 ^a	0,394 ^b	0,359 ^b	0,015 ⁺⁺⁺
Global	0,448 ^a	0,410 ^b	0,366 ^c	0,004 ⁺⁺⁺

(Lon-Wo 2002)

¹-Relación alimento:ganancia de peso

²-Relación proteína consumida:ganancia de peso

(1997) tuvieron mejores resultados con dietas bajas en proteína.

El aislamiento de una bacteria aeróbica (*B. Licheniformiques*), que produce la enzima queratinasa y degrada la proteína de las plumas, despliega mayor actividad proteolítica que la mayoría de las proteasas (Shih *et al.* 1992).

El uso de enzimas específicas y complejos enzimáticos (Cuadro 4) cobra cada día más fuerza en el sentido de contrarrestar los efectos negativos, no sólo en los cereales y leguminosas convencionales, sino en otros alimentos alternativos (Soto-Solanova *et al.* 1997), por lo que con el incremento del valor nutricional de estos alimentos se lograrían ampliar las posibilidades de uso de materias primas que a la vez brindarían mayor flexibilidad a los

fabricantes de alimentos y más ganancias al productor (Navarro *et al.* 1997), además de un impacto más favorable en el ambiente.

El uso de las fitasas a la vez que reduce la excreción de P, mejora los índices productivos, la estructura corporal de las aves, la digestibilidad y utilización de los nutrientes en broilers y gallinas ponedoras. Simmons *et al.* (1990) incrementaron la disponibilidad de P desde 0,498 hasta 0,645, mientras que la excreción se redujo desde 2,7 hasta 1,9 g/ kg de MS de alimento consumido (Cuadro 5).

Otras enzimas (glucanasa, xilanas, celulasas) incrementan la degradación de los polisacáridos no almidón presentes en los cereales, que como el trigo, provocan un incremento de la viscosidad de la ingesta e incrementan su velocidad de pasaje por el

VIII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos

Cuadro 4. Comportamiento productivo de los pollos de ceba con β mananasa en dietas con soya sobrecaentada (Lon-Wo, 2001)

Indicadores	Sin enzima	Con enzima	ES \pm
Consumo de alimento, kg/ave	2,07	1,92	0,03**
Ganancia de peso vivo, kg/ave	1,31	1,29	0,02*
Relación alimento: ganancia	1,48	1,46	0,02*
Peso vivo final, kg/ave	1,40	1,32	0,02**
Viabilidad, %	82,8	81,6	3,1

* P<0,05 ** P<0,01

Cuadro 5.- Disponibilidad de fósforo en dietas de broilers

AUTOR	TIPO DE DIETA	CA:P G/KG	FITASA U/KG	P DISP. % CONS.
Simmons <i>et al.</i> (1990a)	M-SB-S	9 : 7,5	-	45
		6 : 4,5	1000	63
		6 : 4,5	1500	62
Schöner <i>et al.</i> (1991)	M-SB	7,2 : 5,7	-	54
		6 : 4,5	800	67
Schöner <i>et al.</i> (1992)	M-SB	6 : 5,3	-	49
		6 : 3,5	1500	70
Huyghebaert (1991)	S-T	9,9 : 7,3	-	46
		6 : 4	1000	65

M- Maíz; SB- Soya; S- Sorgo; T- Trigo

tracto digestivo, con un ineficiente uso de los nutrientes de la dieta (Cuadros 6 y 7).

El uso de zeolitas naturales (Castro *et al.* 2003) también ha permitido obtener una mayor eficiencia metabólica y menor excreción de N y otros elementos descontaminantes y causantes de olores desagradables.

- Granulometría para los diferentes usos
- Comportamiento productivo
- Aspectos sanitarios y beneficios al medio ambiente (olores desagradables, larvas de insectos, humedad, bacterias, hongos y parásitos).
- Destino posterior de las camas enriquecidas

Finalmente, aún cuando se logre una eficiente manipulación de la nutrición y el TGI de las aves, con el uso de las enzimas y aditivos, la producción de excretas continuará incrementando al ritmo que la producción animal crezca, por ello la otra vía para reducir el impacto negativo de las excretas en el ambiente es su uso como fertilizante, combustible y alimento (Shih 1997, Henuk *et al.* 2002 y Lucas 2002, entre otros).

Cuadro 6. Uso de celulasa en dietas con 10% de saccharina para pollos de ceba (7-35 días)

Indicadores	Control	Sin enzima	Con enzima	ES \pm
Consumo de alimento, kg/ave	1,88	1,91	1,93	0,04
Ganancia de peso vivo, kg/ave	0,97	0,99	1,02	0,02
Relación Alimento: ganancia	1,95	1,92	1,89	0,02
Peso vivo final, Kg/ave	1,08	1,10	1,13	0,03
Viabilidad, %	98,3	99,4	98,3	0,4

(Lon-Wo 2001)

VIII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos

Cuadro 7.- Efecto de la dieta y la suplementación enzimática en la viscosidad intestinal (cP) de pollos (21días) y pavitos (18días)

Dieta	Pollos		Pavitos	
	Velocidad (rpm)			
	1,5	6,0	1,5	6,0
Maíz-Soya	4,08a	3,15a	4,95b	3,61bc
Trigo	6,19b	5,26b	7,32a	5,37a
NC Trigo + enzima	4,48a	3,35a	3,93b	3,43bc
C Trigo	6,52b	5,16b	5,48ab	4,07b
C Trigo + enzima	4,57a	3,52a	3,74b	2,93c

(Couch *et al.* 1995)

Cuadro 8. Efecto del plano nutricional y la inclusión de zeolita en pollos de engorde

Medidas	Nivel nutricional				Nivel Zeolita, %		
	Normal	Medio	Bajo	EE±	0	5	EE±
Consumo g/ave	3698a	3214a	3364b	34*	3680	3516	28***
Ganancia g/ave	1714a	1521b	1372c	18***	1520	1551	15
Conversión	2,21a	2,45b	2,46b	0,03***	2,43	2,27	0,03

(Lon - wo *et al.* 2003)

Cuadro 9. Adsorción y desadsorción de micotoxinas AFB por las zeolitas (patrón 10 µg)

Yacimiento	Adsorción		Desadsorción	
	µg	%	µg	%
Prod, activo <0,2	7,99	79,9	0,60	7,47
Castilla <1,0	6,93	69,3	1,47	26,8
Castilla <0,2	8,95	89,5	1,27	16,4
Carolina <1,0	7,26	72,6	1,25	15,8
Chorrillo <1,0	5,40	54,0	1,67	31,3
San Andrés <1,0	5,44	54,4	1,48	28,5
Palmarito <1,0	7,94	79,4	1,01	12,7
Tasajeras <1,0	5,01	50,1	1,86	37,3
La Pita <1,0	5,70	57,0	0,95	16,7

Las zeolitas naturales en lechos, nidales y excretas (Lon Wo *et al.* 2003)