



CAMA DE GALPÓN DE AVES

**Utilización, reutilización
y disposición final.**

Marcos Antonio Dai Prá
Victor Fernando Büttow Roll



**Asociación Colombiana de
Médicos Veterinarios y Zootecnistas
Especialistas en Avicultura**



CAMA DE GALPÓN DE AVES

**Utilización, reutilización
y disposición final.**

Marcos Antonio Dai Prá
Victor Fernando Büttow Roll
Editores

Marina Godoy
Traducción

© Marcos Antonio Dai Prá
©Victor Fernando Büttow Roll

1ª edición en español

Diseño de portada: Laura Morales.
Proyecto Gráfico y Edición: Fuga Publicidad

Datos Internacionales de Catalogación de la Publicación

C172 Cama de galpón de aves: utilización, reutilización y disposición final /(organizadores) Marcos Antonio Dai Prá, Victor Fernando Büttow Roll. – I. ed. – Porto Alegre: Editora Manas / Evangraf, 2012
88 p. : il.

Incluye bibliografía.

ISBN 978-85-7727-384-3

I. Ave – Crianza. 2. Suelos – Manejo. 3. Sustentabilidad. 4.
Ave – Crianza – Calidad. I. Dai Prá, Marcos Antonio.
II. Roll, Victor Fernando Büttow.

CDU 636.5
CDU 636.5

(Bibliotecaria responsable: Sabrina Leal Araujo – CRB 10/1507)

Prefacio

La avicultura brasilera tiene gran importancia social, sobre todo en los estados del sur, sudeste y centro oeste, ya que emplea directamente e indirectamente miles de personas y responde por una parte significativa del Producto Interno Bruto (PIB) nacional. Adicionalmente, en los últimos años Brasil se ha posicionado como el mayor exportador mundial de carne de pollo.

Para que este sistema de producción sea rentable y ambientalmente sostenible es necesario, entre otras cosas, que el material de cama a utilizar sea el apropiado. La elección y el manejo adecuado de la cama pueden reducir la incidencia de lesiones en las aves en áreas como pecho, articulaciones y cojín plantar y de la misma manera puede promover un incremento en el desempeño y mejora de la sanidad de las aves.

En este sentido, con esta obra dirigida a productores, académicos y profesionales involucrados con la avicultura moderna, se pretende llenar el vacío que existe en la literatura técnica. Para tal fin, se abordó un enfoque moderno y ampliamente ilustrado para abarcar los diversos aspectos de la utilización, reutilización y disposición final de la cama de origen aviar.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1

Aspectos relacionados con la utilización de la cama	7
Humedad de la cama.....	14
Temperatura de la cama.....	19
pH de la cama	21
Espesor de la cama	23

CAPÍTULO 2

Aspectos relacionados con la reutilización de la cama.....	25
Cubrimiento de la cama (fermentación)	30
Cubrimiento de la cama apilada en una sola hilera.....	31
Cubrimiento de la cama en toda la extensión del galpón	36
Acidificación de la cama.....	40
Aplicación de acidificante.....	41
Alcalinización de la cama.....	45
Aplicación de alcalinizante.....	47

CAPÍTULO 3

Disposición final de la cama de aves	55
Características de los desechos de las aves.....	57
Impacto ambiental de los desechos de las aves.....	58
Materia orgánica en el suelo.....	60
Tratamiento de la cama de aves	61
Compostaje	63
Uso de la cama de aves como abono orgánico.....	66
Características fisicoquímicas.....	68
Bioindicadores de fitotoxicidad.....	70
Reutilización de la cama por varios lotes	72
Educación ambiental en la sustentabilidad de la avicultura	77
 Bibliografía.....	 81
Autores.....	88

CAPÍTULO I

ASPECTOS RELACIONADOS CON LA UTILIZACIÓN DE LA CAMA

Aline Piccini Roll, Victor Fernando Büttow Roll

La cama es el material dispuesto en el galpón para evitar el contacto directo del ave con el piso, el cual ayuda a absorber el agua, a incorporar las heces, orina y plumas y a reducir las oscilaciones de temperatura en el galpón. De acuerdo con esto, la elección del material a ser utilizado como cama es de fundamental importancia y el productor debe estar atento a algunas características básicas de ésta siempre con la meta de obtener el mejor desempeño de las aves.

El material elegido para ser utilizado como cama debe mostrar buena capacidad higroscópica, ser rico en carbono (celulosa y lignina), tener partículas de tamaño medio (material picado o triturado), tener baja conductividad térmica, liberar fácilmente al ambiente la humedad absorbida, que pueda ser tratado por método físico (calor) para no ser vehículo de patógenos, tener bajo costo de adquisición, buena disponibilidad en la región y también debe servir para la utilización posterior como fertilizante (Dai Prá et al., 2009).

Teniendo en cuenta que las aves permanecen sobre la cama, prácticamente el 100% de su vida (con apenas dos pequeños periodos en los que no están en contacto con la misma: desde el momento de la eclosión en la incubadora hasta la llegada al galpón y desde el cargue en el galpón hasta la llegada a la planta de beneficio), la cama debe proporcionar el máximo de condiciones de confort y de bienestar a las aves para garantizar que puedan expresar todo su potencial genético. En este sentido, la cama debe ser manejada con la meta de prevenir la proliferación de insectos y de minimizar la producción de amoníaco y la exposición de las aves a agentes patógenos.

CAMA DE GALPÓN DE AVES

En la región sur de Brasil, los materiales más utilizados como cama en los galpones de pollo de engorde son la viruta de pino, la cascarilla de arroz y el aserrín. La viruta de pino está constituida por los restos de madera procesada de forma industrial en los aserraderos y contiene partículas de un tamaño aproximado de 3 cm (Figura 1).



Figura 1. Proceso industrial de producción y empaque de viruta.

La viruta de madera es el material preferido por los productores en los galpones de pollo de engorde y es utilizada de manera rutinaria como cama en la cría intensiva de aves (Figura 2). Sin embargo, éste material se ha vuelto escaso en el mercado brasileiro lo que ha conllevado a un incremento de los costos y a una reducción de la viabilidad económica del negocio. Teniendo en cuenta lo anterior, es interesante y necesario realizar la búsqueda de materiales alternativos que puedan ser utilizados como sustitutos de la viruta.



Figura 2. Galpón alistado con cama nueva de viruta.

Para que un producto sea seleccionado como cama en la cría de pollos de engorde es necesario tener en cuenta algunas características, de tal manera que al compararlas con las características de la viruta de madera sean iguales o superiores en eficiencia.

En algunas regiones productoras de arroz de Brasil, la cascarilla es el material de cama más utilizado. Sin embargo, algunos productores no la utilizan porque creen que la cascarilla de arroz consumida por los pollitos hace que se disminuya la ingestión de alimento balanceado.

Santos et al., (2000), realizaron un estudio en el que se utilizó viruta de madera, cascarilla de arroz, cascarilla de café y tusa de maíz para evaluar el desempeño de pollos de engorde y encontraron que no existe un efecto significativo del tipo de material de cama sobre la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia. De estos resultados se infiere que dichos materiales pueden ser utilizados como sustitutos de la viruta de madera.

La cascarilla de arroz es el subproducto del procesamiento del arroz en los molinos y contiene partículas de 6 mm aproximadamente (Figura 3).



Figura 3. Detalle de la cama nueva con cascarilla de arroz utilizada en regiones productoras de este cereal.

El aserrín es un subproducto del procesamiento de la madera de reforestación, obtenida del serrado de la misma y contiene partículas de 2 mm aproximadamente (Figura 4).



Figura 4. Cama nueva de aserrín de madera.

También se pueden utilizar otros materiales dependiendo de la disponibilidad en la región, como por ejemplo, tusa del maíz, cascarilla de café, tallos de girasol, arena, cascarilla de maní, bagazo de caña de azúcar, paja picada de trigo, cebada y frijol (Jorge et al., 1995).

La tusa de maíz triturada puede ser una alternativa económicamente viable, sin embargo, es de poca disponibilidad. Por otro lado, la cascarilla de café es una opción en las regiones que son productoras lo cual sirve para reducir el costo de la cama y lo mismo aplica para los tallos de girasol en las regiones productoras de biodiesel.

Oliveira y Carvalho (2002), utilizaron residuos del cultivo de girasol y heno de braquiaria como cama para pollos de engorde y encontraron que estos materiales presentaron un comportamiento similar respecto al confort de las aves.

Los materiales como el pasto elefante y la braquiaria (henos de gramíneas), a pesar de la dificultad en el secado, podrían ser utilizados debido a la facilidad del cultivo y al volumen obtenido. Angelo et al., (1997) y Sorbara et al., (2000), también encontraron adecuados para uso como cama de pollo de engorde los henos de diversos pastos, pajas de varios cultivos y pulpa de cítricos, entre otros.

La arena posee una buena absorción y capacidad de drenaje de agua, por lo tanto podría ser una alternativa para la sustitución de la viruta y su utilización podría arrojar resultados de desempeño inclusive mejores que la cama de viruta, sin que se afecten las variables de mortalidad, conversión alimenticia, características de la carcasa y lesiones en las patas en los pollos (Bilgili et al., 1999). Bowers et al., (2003), evaluaron la temperatura de las camas nuevas y usadas de arena y de viruta y encontraron que la cama de arena nueva presenta una temperatura de hasta 5,5 °C inferior al compararla con la cama de viruta. Teniendo en cuenta lo anterior, los autores recomiendan la utilización de cama de arena en los meses más calientes del año.

Según Fiorentin (2005), el manejo correcto de la cama es esencial para la salud y el desempeño de las aves y también, para la calidad final de la carcasa, lo cual redundaría en un mejor desempeño de las aves y mejores ingresos para los productores y los integradores (Figuras 5 y 6).

Sin embargo, el manejo de la cama no siempre es perfecto y los diferentes sustratos se comportan de manera diferente cuando son sometidos a la humedad, sea esta por desperdicio de los bebederos o por algún problema de diarrea en el lote.

CAMA DE GALPÓN DE AVES



Figura 5. A la izquierda, ejemplo de manejo adecuado de la cama con volteo frecuente y a la derecha, cama mal manejada con presencia de empastamientos.



Figura 6. Lesiones de patas y callos en el pecho.

En una evaluación realizada durante el periodo de invierno en la región sur del Brasil, donde la formación de empastamientos de la cama se exagera por el exceso de humedad, se evaluó la incidencia de pododermatitis de acuerdo al tipo de sustrato utilizado (Tabla 1).

Por ejemplo, el buen manejo en la recepción de los pollitos en el galpón exige que antes del alojamiento de las aves se realice la distribución uniforme de la cama, evitando las partículas grandes y su empastamiento y promoviendo una buena ventilación del galpón, factor fundamental para que la cama quede seca y suelta.

Incidencia de pododermatitis de acuerdo al sustrato utilizado como cama.		
Tipo de sustrato	Nº de lotes evaluados	% promedio de callos
Cascarilla de arroz	40	45
Viruta de madera	40	33
Mixto (50% cascarilla de arroz + 50% viruta)	40	18

Tabla 1. Fuente: Dai Prá, 2006 (datos no publicados).

La calefacción del galpón es un punto importante en el manejo inicial de los pollitos y no debe ser descuidada ya que es necesario mantener la temperatura de la cama entre los 30° y 32° C.

Las aves son animales homeotérmicos, lo que significa que son capaces de mantener su temperatura corporal interna haciendo uso en parte de la energía proveniente de la alimentación. Cuando la temperatura del galpón no se encuentra dentro del rango de confort térmico de las aves, ellas empiezan a utilizar la mayor parte de la energía del alimento (cuyo propósito original es ser utilizada para la producción), con el objeto de regular la temperatura, lo cual conlleva una disminución de su desempeño productivo.

Posterior a la cría de un lote de pollos de engorde, la cama está compuesta además del sustrato inicial, de excretas, restos del alimento, plumas, piel e insectos. Esta composición resulta en promedio, en 14% de proteína bruta, 16% de fibra bruta, 13% de materia mineral y 0,41% de extracto etéreo (Fiorentin 2005). Así, la cama suministra las condiciones especiales para el desarrollo bacteriano con valores adecuados de pH entre 8 y 9 en camas reutilizadas y actividad de agua entre 0,90 y 0,92 (Dai Prá et al., 2010).

Además de todo lo anterior, la temperatura en el galpón varía en condiciones normales de 20 a 32 °C (Ävila et al., 1992), dependiendo de la semana de cría, lo cual favorece la creación de un hábitat óptimo para las bacterias, sobre todo las mesófilas aeróbicas o microaerófilas.

De igual forma, la cama ofrece condiciones para el desarrollo de muchas bacterias indeseables, como por ejemplo, *Salmonella spp.*,

Campylobacter spp., *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* y *Staphylococcus aureus* (Werle et al., 2010) y la acumulación de dichos patógenos en la cama es preocupante para la salud del lote y más aún, para la salud de los consumidores.

HUMEDAD DE LA CAMA

La humedad en la cama es uno de los factores que impiden su reutilización en lotes posteriores. Una forma práctica de evaluar la humedad es coger un puñado y presionarla suavemente (Figura 7). Las partículas de la cama se deben adherir suavemente a la mano y cuando se suelta, debe desintegrarse al contacto con el suelo. Si hay un exceso de humedad, la cama seguirá compacta, incluso después de haber sido arrojada al suelo. Si la cama está muy seca, no se adherirá a la mano cuando se aprieta.



Figura 7. Método rápido para estimar la humedad de la cama.

Los niveles de humedad de la cama deben estar entre 20 y 35%. Una cama con contenido de humedad por debajo del 20 % resulta en el incremento de la concentración de polvo dentro del galpón, el cual irrita el sistema respiratorio de las aves y las predispone al desarrollo de infecciones. Por otro lado, el exceso de humedad de la cama, es decir, un índice por encima de 35 % puede causar problemas de salud y/o del bienestar en las aves, aumentar la incidencia de lesiones en el pecho, quemaduras cutáneas, pododermatitis, decomisos y la pérdida la calidad de la carcasa.

El tamaño de las partículas también es de gran importancia para la absorción de humedad y la compactación de la cama. Esta última ocurre debido a la humedad de la misma, pisoteo de las aves, goteo o escurrimiento de agua por problemas en los bebederos y desperdicio de la ración de los comederos, entre otros factores, llevando a la formación de empastamientos que pueden perjudicar el lote, lo cual incrementa la incidencia de lesiones (Figura 8).



Figura 8. Compactación de la cama con formación de costras.

Oliveira y Carvalho (2002) observaron que cuando la cama se encuentra húmeda y se ha compactado hay un incremento en la incidencia de las lesiones cutáneas en las regiones del pecho, tarsos y cojín plantar de los pollos de engorde. Los mismos autores encontraron que la densidad de población es un aspecto importante a considerar, ya que el elevado número de aves por metro cuadrado puede llevar a una reducción en la tasa de crecimiento, aumento de la mortalidad, cama con baja calidad y aumento en la incidencia de lesiones en la carcasa del pollo.

Abreu y Abreu (2002), encontraron que una densidad elevada puede resultar en el aumento de los índices de daño de bebederos, lo que a su vez conlleva a escapes de agua, aumentando de esta manera la humedad de la cama.

Sin embargo, en un estudio realizado con diferentes densidades, Oliveira y Carvalho (2002) encontraron que el aumento de la densidad poblacional no fue suficiente para causar efectos negativos sobre el peso al sacrificio, rendimiento de la carcasa y de los cortes, ya sea debido a la competencia por el alimento o por estrés causado por el número excesivo de aves. Los mismos autores concluyeron que es posible alojar aves a una densidad de 15 aves por metro cuadrado, utilizando cama a base de residuos de girasol y de heno de braquiaria, sin que se vea afectado el peso al sacrificio, los rendimientos de la carcasa y de los cortes y las lesiones de pecho, tarsos y cojín plantar. También concluyeron que la alta densidad permite un aumento significativo en la producción de carne por metro cuadrado.

Jorge et al., (1995), evaluaron cinco tipos diferentes de la cama en dos periodos distintos del año: lluvioso y seco. Aunque no hubo diferencias estadísticamente significativas, algunos tipos de materiales fueron más susceptibles a la formación de humedad que otros (Tabla 2).

El tipo de sustrato influye directamente en el porcentaje de humedad de la cama durante el ciclo de cría de las aves. La absorción de agua es variable, por ejemplo la viruta de pino retiene 207 gramos de agua por cada 100 gramos de material, mientras que la cascarilla de arroz sólo retiene 171 gramos (Norte & Bell, 1990).

Porcentaje de humedad en cinco tipos de cama en dos períodos de evaluación.		
Periodo	Tipo de cama	% Humedad a los 38 días
Lluvioso	Viruta	27,0
	Cascarilla de café	25,2
	Cascarilla de arroz	27,2
	Cascarilla de frijol	30,6
	Bagazo de caña	34,3
Seco	Viruta	29,4
	Cascarilla de café	23,2
	Cascarilla de arroz	31,3
	Cascarilla de frijol	31,2
	Bagazo de caña	31,0

Tabla 2. Fuente: Adaptado de Jorge et al., (1995).

La cama con alta humedad también puede contribuir al aumento de los niveles de amoníaco. La humedad asociada con el proceso de maduración de la cama permite la proliferación de algunos tipos de hongos y bacterias desnitrificantes que actúan sobre el ácido úrico de las excretas por medio de la enzima uricasa, generando varios subproductos. El principal es el amoníaco, el cual es una sustancia con pH muy alto que alcaliniza el sustrato de origen vegetal, inicialmente ácido.

Así, la volatilización del amoniaco está relacionada con la humedad de la cama, que aumenta con la cantidad de aves (Graças et al., 1990). Al estar directamente relacionado el contenido de la humedad con la cantidad de amoniaco liberado, se puede inferir que el aumento de la densidad poblacional conlleva una mayor humedad de la cama y consecuentemente a una mayor volatilización de amoniaco.

El amoniaco es un gas incoloro e irritante para las mucosas, que se forma a partir de la descomposición microbiana del ácido úrico eliminado por las aves y que al ser inhalado en cantidades superiores a 25 ppm causa pérdida de peso (Lott, 2003) y superiores a 60 ppm predispone las aves a problemas respiratorios, lo cual termina promoviendo el aumento de las complicaciones secundarias posteriores a la vacunación,

pudiendo inclusive, producir una reducción en la tasa y profundidad de la respiración, perjudicando así los procesos fisiológicos de intercambio gaseoso (Oliveira et al., 2003).

De acuerdo con lo anterior, se hace necesario el control de dicha volatilización por medio de la medición de la cantidad de amoniaco en la cama (Figura 9).



Figura 9. Medición de los niveles de amoniaco a la altura de las aves.

La adición de sustancias o compuestos a la cama puede favorecer el aumento de la fijación de nitrógeno por medio de reacciones químicas, por lo tanto sería una alternativa a utilizar con el objeto de reducir las pérdidas de nitrógeno por la volatilización del amoniaco (Neme et al., 2000).

Es posible reducir la volatilización del amoniaco y la incidencia de las enfermedades respiratorias de las aves y del ser humano, por medio de la utilización de aditivos a la cama, así como también es posible la reducción del contenido de nitrógeno en la cama, lo cual en caso que no se controle, disminuye su valor como fertilizante (Oliveira et al., 2003).

Entre los aditivos que pueden ser agregados a la cama se encuentra el sulfato de aluminio que es efectivo en reducir el pH de la cama y consecuentemente la volatilización del amoniaco (Oliveira et al., 2003). Moore Jr, et al., (2000) encontraron una reducción significativa del pH de la cama principalmente durante las primeras cuatro semanas del ciclo al utilizar sulfato de aluminio.

El yeso agrícola se puede adicionar a la cama de pollo lo cual provoca una reducción del pH y de las pérdidas de amoniaco por volatilización. De igual manera, la cal viva (Figura 10) ha sido utilizada para mejorar la calidad de la cama (Dai Prá et al., 2008)



Figura 10. Aplicación de cal viva para mejorar la calidad de la cama.

El amoníaco, aunque tiene efecto negativo en niveles elevados al interior del galpón por proporcionar discomfort en las aves, es extremadamente importante para el control de algunas poblaciones de microorganismos que se desarrollan en la cama.

Los niveles de sensibilidad a la alcalinización difieren entre especies. Por ejemplo, *Staphylococcus aureus* es resistente a pH 12, sin embargo la mayoría de las enterobacterias y algunos virus son sensibles al ambiente alcalino (Jorge et al., 1997).

TEMPERATURA DE LA CAMA

A pesar de ser prácticamente ignorada por los técnicos y los productores, la temperatura de la cama es un factor determinante para el buen desempeño de los lotes.

En condiciones normales la temperatura de la cama debe estar cercana a la temperatura del ambiente del galpón, con el objeto de brindar condiciones de bienestar a las aves y no interferir negativamente

en el desempeño de las mismas. La relación entre la temperatura de la cama y del ambiente del galpón (Figura 11) nos da una idea clara de la situación y nos permite tomar acciones para minimizar las pérdidas que surjan por este hecho.

En lotes menores de 20 días, pero sobre todo durante la primera semana, nos debemos preocupar cuando la temperatura de la cama está en un nivel inferior a la temperatura del ambiente. Por ejemplo, si en el día la temperatura ambiente es de 30 °C y la temperatura de la cama es de 23 °C, tenemos una diferencia de siete grados. Esta diferencia es el límite para que la ganancia de peso de los pollitos no comience a verse afectada. A partir de ahí, en la medida en que incrementa la diferencia, la situación tiene repercusiones negativas en el desempeño de las aves.

Por otro lado, en lotes con edades superiores a 20 días, la preocupación debe ser dirigida a temperaturas de camas superiores a la temperatura ambiental del galpón. Por ejemplo, si la temperatura ambiente es de 27 °C y la temperatura de la cama a 37 °C, tenemos 10 grados de más. A partir de esta diferencia comienza a haber una influencia negativa sobre el lote, empeorando la ganancia de peso.



Figura 11. La relación entre temperatura de la cama y temperatura ambiental (el termómetro en posición horizontal está marcando la temperatura del ambiente y el termómetro en posición vertical mide la temperatura de la cama a través de la sonda que se inserta en la misma)

En la tabla 3 se observan los resultados de un estudio realizado durante dos años consecutivos a lotes seleccionadas al azar, en los que se midió la temperatura ambiental y la temperatura de las cama a los 5 y 35 días de edad y se estableció su correlación con el índice la ganancia diaria de peso de las aves a la edad de sacrificio.

Estándar de GPD (Ganancia de Peso Diaria) de acuerdo a la temperatura de la cama en relación con la temperatura ambiente			
	Temperatura normal en ambas edades	Temperatura normal en una edad	Temperatura anormal en ambas edades
GPD	2% por encima del estándar de la línea	1% por debajo del estándar de la línea	3% por debajo del estándar de la línea

Tabla 3. Fuente: Dai Prá 2010 (datos no publicados).

pH DE LA CAMA

Cuando la cama es nueva el pH es ligeramente ácido, pero la incorporación de las heces y el posterior desdoblamiento del ácido úrico en amoníaco comienza gradualmente a producir la alcalinización del medio. Después de la cría del primer lote, la cama entra en una fase de estabilización del pH, situándose entre 8 y 9, sin mayores cambios, incluso si se utiliza posteriormente en varios lotes (Prá Dai et al., 2010). Este rango es en gran medida favorable para la multiplicación de la mayoría de las bacterias de interés en la avicultura, principalmente *Salmonelas* y *Campylobacter*.

El pH es un indicador de electrones disociados y puede ser manipulado hacia arriba o hacia abajo dificultando de ese modo la multiplicación de bacterias patógenas (Tiquia et al., 2000) y puede ser medido a través de la utilización de kits como el ilustrado en la Figura 12.

La reducción en el pH puede disminuir la concentración de bacterias y mejorar las condiciones ambientales dentro de los galpones ya que el amoníaco se volatiliza sólo bajo condiciones de alcalinidad

(Tiquia et al., 2000). La liberación de amoniaco es menor a pH por debajo de 7, y por el contrario, es mayor cuando está por encima de 8 (Terzich, 1997). El mantenimiento de la acidez en la cama es benéfico para las aves, sin embargo es difícil de lograr debido al aporte constante de ácido úrico a través de las excretas.



Figura 12. Evaluación del pH por medio de un kit

El aumento de los niveles de pH entre 12 y 13 durante el período de vacío sanitario es muy interesante desde el punto de vista salubre y de la mejora del ambiente interno del galpón. Esta condición de alcalinidad crea un ambiente desfavorable para el crecimiento bacteriano y promueve la rápida volatilización de amoniaco en un período en el que el galpón está abierto y no hay aves en el interior. Al momento de introducir un nuevo lote de pollitos la cama estará en una condición favorable, lo que permitirá crear un ambiente propicio para que las aves puedan expresar todo el potencial genético que poseen.

ESPESOR DE LA CAMA

Las camas con mayor espesor han sido una herramienta bastante útil para reducir la incidencia de pododermatitis en pollos de engorde. Desde el momento en que las patas de los pollos adquirieron un "status" de producto noble en materia de exportaciones de la industria avícola, hubo un movimiento para mejorar la calidad de la cama con el objeto de reducir las pérdidas de patas en el proceso. Por eso es muy común encontrar camas con más de 10 cm de espesor bien manejadas, las cuales permiten el máximo aprovechamiento de las patas (Figura 13)



Figura 13. Cama reutilizada con espesor de 13 cm.

El factor que más contribuye a incrementar la incidencia de pododermatitis es el material de la cama, tanto por su calidad como por su cantidad. El tamaño excesivo de las partículas y el empastamiento de la cama son factores para aumentar el riesgo de desarrollar dermatitis de contacto que termina generando callo en el cojín plantar (Bilgili et al., 2009).

El ecosistema de la cama es muy diferente al que se encuentra en los ciegos de las aves, sitio de alta concentración de *Clostridium spp.* Sin embargo, el aumento en el espesor de la cama puede conducir a la aparición de enteritis necrótica provocada por *Clostridium perfringens* (Tabla 4). Una hipótesis para explicar este hecho es que debido a que la cama es más profunda, se generan áreas de compactación próximas al piso del galpón que generan un ambiente anaeróbico favorable para el desarrollo de dicha bacteria.

Incidencia de Clostridiosis de acuerdo con el espesor de la cama en el período de julio de 2009 a diciembre de 2010.			
Espesor de la cama	nº galpones evaluados	Casos de Clostridiosis	%
Hasta 5 cm	43	02	4,65
6 - 10 cm	65	06	9,23
Mayor a 11 cm	114	36	31,58

Tabla 4. Fuente: Dai Prá 2010 Datos no publicados.

La solución para minimizar el efecto negativo del aumento del espesor de la cama fue aumentar el periodo de vacío sanitario (aproximadamente 25 días), hacer volteos frecuentes de la cama (proporcionando aireación del área compactada) y retirar las partes del material compactado. Con la implementación de esta práctica no se presentó Clostridiosis en el 93 % de los galpones que tenían un espesor de cama superior a 11 cm. En los galpones con un espesor de hasta 5 cm y de 6 a 10 cm, no hubo recurrencia de Clostridiosis el siguiente lote.

CAPÍTULO II

ASPECTOS RELACIONADOS CON LA REUTILIZACIÓN DE LA CAMA

Marcos Antonio Dai Prá, Edgar Mores

La reutilización de la cama es una necesidad para la supervivencia de la industria avícola y está sustentada en dos aspectos fundamentales: el costo de producción y la sostenibilidad ambiental. Al reciclar se evita el costo de la compra de material de cama necesario para cubrir todo el piso de los galpones con una profundidad entre 5 a 10 cm.

Cambiar la cama cada vez que salga un lote de aves crea un costo ambiental elevado, ya que toneladas de este material tienen como destino zonas de cultivos sin las condiciones necesarias para degradar y absorber sus ingredientes, de esta manera comprometiendo las aguas subterráneas y las aguas superficiales de la región. Además, sería necesario contar grandes extensiones de bosques para generar más cama nueva. El costo de adquirir esta nueva cama, presumiblemente, haría inviable una actividad que no tiene condiciones para asumir nuevos costos.

Tal vez por esta razón, Taxhton et al., (2003) observaron que la práctica de la reutilización de la cama, retirando únicamente las áreas de empastamiento, se estaba volviendo muy común en la industria avícola de EE.UU.

La microbiota de la cama es extremadamente diversa debido al suministro continuo de materia fecal durante el ciclo de cría y a la incorporación de hongos y bacterias derivadas del medio ambiente (Jorge et al., 1995). En este contexto, es muy común el concepto de que la simple acumulación de materia fecal en la cama resulta en el aumento de microorganismos patógenos, además de intensificar la generación de gases nocivos para la salud de las aves (Watson et al., 2003). Sin embargo, la cama no sólo es acumulación de materia fecal sobre un sustrato, sino más bien el producto dinámico de un metabolismo intenso que resulta

en la maduración del material. Por lo tanto, manejar adecuadamente la cama significa interferir en el proceso para minimizar los efectos negativos y mejorar las características favorables.

También se debe considerar que en la cama reutilizada existe un efecto entre las poblaciones microbianas que actúan de manera coordinada y dinámica imponiéndose restricciones mutuamente. Las acciones de estas poblaciones de microorganismos tienen una marcada variabilidad, así bajo algunas circunstancias puede haber un problema de salud en el lote y en otras ocasiones hay un beneficio que se obtiene por el efecto de exclusión por competitividad con la resultante reducción de los títulos de las bacterias patógenas (Fiorentin, 2005).

Al evaluar la presencia de enterobacterias en la cama nueva, se observa que los títulos suben rápidamente en la primera semana de cría los cuales se mantienen altos hasta la cuarta semana. A partir de ese momento comienza una fuerte caída, de tal manera que cuanto mayor sea la edad de sacrificio de lote, menor van a ser los niveles de dichos microorganismos (Jorge et al., 1995). Esto se puede explicar por el aumento de la presencia de heces, amoníaco y de humedad en la cama. Estos datos concuerdan con los de Terzich et al., (2000) quienes después de verificar la incidencia promedio de cada tipo de bacterias en diferentes regiones de los Estados Unidos encontraron que *Staphylococcus* fue más el frecuente en las camas nuevas.

Al suplementar la dieta con el 5% de cama utilizada proveniente de pollo adultos, se redujo significativamente la colonización de los ciegos y otros órganos por *Salmonella* en pollitas Leghorn, pero no en gallinas adultas, lo que indica que es posible aumentar la resistencia a *Salmonella* tras la exposición al contenido intestinal de aves adultas (Corrier et al., 1993). Del mismo modo, Corrier et al., (1992) observaron que los pollitos criados en camas reutilizadas, tenían niveles más altos de ácidos grasos volátiles en el ciego y mayor resistencia a la colonización intestinal por *Salmonella* que los pollitos criados en cama nueva.

Varios estudios han demostrado que el uso de sustancias o métodos que promueven la descontaminación de la cama son alternativas viables para ser aplicadas en la reutilización de la cama durante varios lotes consecutivos (Corrier et al., 1992, Jeffrey et al., 1998, Hartel et al., 2000, Marcos Ward et al., 2000, Cherry y Pope, 2000, Ferreira et al.,

2004, Kwak et al., 2005, Vincent et al., 2007, Roll et al., 2008, Daí Prá et al., 2008, Stringfellow et al., 2010, Macklin y Krehling 2010, Larrison et al., 2010) y la justificación de no reutilizar la cama se basa únicamente en los aspectos sanitarios de los lotes.

Las limitaciones técnicas a la reutilización de la cama están perdiendo fuerza de manera gradual, principalmente debido a la aparición de metodologías eficaces para la descontaminación de la misma. Pero aún existe una gran pregunta sobre el número de lotes que se pueden criar sobre la misma cama. Respecto a lo anterior, se debe estar seguro de una cosa: no se recomienda volver a utilizar la cama cuando el lote anterior pasó por un problema sanitario, o cuando la tasa de decomisos en planta de beneficio fue alta. En este caso, la limpieza y desinfección de las instalaciones, así como el cambio de la cama debe ser una medida que deberá adoptarse con la mayor urgencia.

La reutilización de la cama, de hecho, ya se ha venido realizando en la industria avícola por largo tiempo con resultados de rendimiento que no se diferencian de los de pollos criados en cama nueva (Kennard et al., 1951, McCartney, 1971, Jones y Hagler, 1983).

Aunque Vieira y Moran (1999) encontraron que el alojamiento en cama usada resultó en una reducción en la ganancia inicial de peso en pollos de engorde, el peso corporal a la edad de sacrificio fue similar al de pollos criados en cama nueva debido a la ganancia de peso compensatoria.

Según Fiorentin (2006), la cama reutilizada no representa perjuicio alguno para las aves ya que las aves criadas en camas reutilizadas, a partir del segundo lote tienen una tendencia a ser más productivas, probablemente debido a un aumento de la inmunidad adquirida y estimulada de forma temprana desde el alojamiento. El contacto desde la llegada de las aves al galpón con cama rica en bacterias que quedan del lote anterior facilita la colonización inicial de la flora intestinal. Otra posible explicación para la reducción en los recuentos de bacterias patógenas puede ser por el aumento de la inmunidad debido a la exposición a una cama con bajos niveles de contaminación inicial (Corrier et al. 1992, 1993).

La cama es un reservorio de *Salmonella spp.* cuyo origen pueden ser las mismas aves o los vectores que permanecen en la instalación durante el período de vacío sanitario. Santos et al., (2005) demostraron que la población de *Salmonella spp.* en la cama está correlacionada positivamente con la población de *Salmonella spp.* en heces de aves, lo que demuestra que el muestreo de la cama es un buen indicador del estado microbiológico de las heces.

Por otra parte, la interacción entre los pollitos y la cama es un círculo vicioso que hay que romper. La descontaminación de la cama es muy importante y algunos parámetros tales como temperatura, pH y actividad el agua (a_w) deben tenerse en cuenta al elegir el método de reutilización. La Tabla 5 muestra las condiciones óptimas y los límites superior e inferior de crecimiento de salmonelas.

Límites al crecimiento de <i>Salmonella</i> .			
Condiciones	Mínimo	Óptimo	Máximo
Temperatura (°C)	5,2	35-43	46,2
PH	3,8	7-7,5	9,5
a_w	0,94	0,99	>0,99

Tabla 5. Fuente: ICMSF (1996).

La presencia de salmonelas en la cama de pollos de engorde disminuye a medida que incrementa el número de lotes criados sobre ella. Lo cual indica que la reutilización de la cama de alguna manera promueve la denominada exclusión competitiva.

Estos datos concuerdan con Thaxton et al., (2003), quienes encontraron que no hay correlación significativa entre el número de reutilizaciones y la población de bacterias aerobias y anaerobias presentes en la cama (Tabla 6 y Figura 14). De acuerdo a los autores, una vez se ha establecido la población de bacterias en la cama, permanecerá relativamente constante en el tiempo sin importar el número de aves que sean alojadas en la misma.

De acuerdo a esto, Thaxton et al., (2003) concluyeron que la población microbiana no aumenta con el incremento en las reutilizaciones de la cama y sostienen que no hay razón desde el punto de vista microbiológico para su cambio después de cada lote.

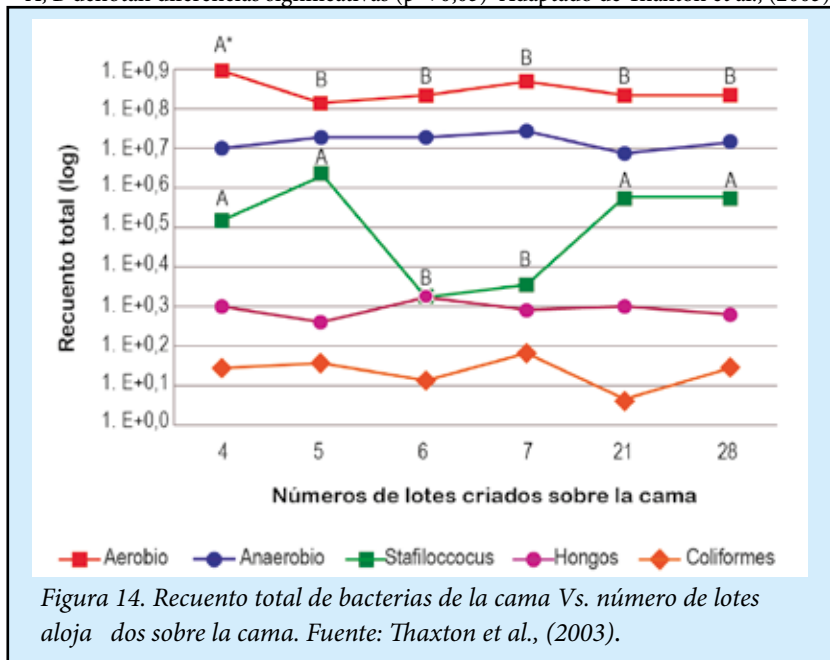
Cuento de bacterias en función del número de lotes alojados sobre la misma cama.

Galpones (n)	Lotes (n)	Aerobios (UFCx10 ⁸)	Anaerobios (UFC x 10 ⁷)	<i>Stafilococcus</i> (UFC)	Hongos y levaduras (UFC x10 ³)	Coliformes (UFCx10 ⁴)
6	4	8,2 ± 3,14	1,26 ± 0,60	1,6 x 10 ⁵ ± 8,02	1,1 ± 0,98	2,8 ± 1,86
6	5	1,3 ± 0,09	1,78 ± 0,68	2,9 x 10 ⁶ ± 1,27	0,4 ± 5,29	3,4 ± 1,41
10	6	2,0 ± 0,50	1,53 ± 65,0	1,6 x 10 ³ ± 0,57	1,4 ± 0,53	1,4 ± 0,98
10	7	4,6 ± 0,13	2,02 ± 65,2	3,5 x 10 ³ ± 2,9	0,7 ± 8,62	5,4 ± 0,47
14	21	2,6 ± 0,42	0,80 ± 32,2	7,0 x 10 ⁵ ± 3,66	0,7 ± 2,33	4,7 ± 0,20
11	28	2,8 ± 0,58	1,09 ± 36,9	4,2 10 ⁵ ± 2,29	0,7 ± 1,77	2,0 ± 1,00

Tabla 6. Fuente: Adaptado de Thaxton et al., (2003).

A. Recuento expresado unidades formadoras de colonias por gramo de muestra con el error estándar de la media. B. Coeficientes de correlación de número de lotes para aerobios ($r = -0.1700$, $p < 0,21$), anaerobios ($r = -0.1977$, $p < 0,14$), *Stafilococcus* ($r = -0.0206$, $P < 0,88$), hongos y levaduras ($r = -0,1077$, $P < 0,43$) y coliformes ($r = -0,1249$, $P < 0,34$)

* A, B denotan diferencias significativas ($p < 0,05$) Adaptado de Thaxton et al., (2003)



La reutilización de la cama durante varios lotes subsecuentes es esencial para la industria avícola. Sin embargo, el uso de algún tipo de tratamiento con el fin de reducir la carga de bacterias patógenas es crítico para que ésta no sea la causa de la contaminación de los lotes.

Hay varios métodos disponibles para lograr este propósito y entre los principales se encuentran la fermentación, la acidificación y alcalinización de la cama.

CUBRIMIENTO DE LA CAMA (FERMENTACIÓN):

El cubrimiento de la cama se puede hacer en dos formas: api-lando la cama en una única hilera en el centro del galpón, cubriéndola con lona plástica, o simplemente cubriendo toda la extensión del galpón con plástico sin necesidad de mover la cama.

El cubrimiento de la cama en toda la extensión del galpón muestra buenos resultados respecto a la reducción de Enterobacterias y en el control de vectores como los cucarrones (Silva et al., 2007). Para que el método sea eficiente es necesario realizar el cubrimiento inmediatamente después de que se termine el cargue del lote con el objeto de evitar la fuga de los insectos que se encuentran en la cama.

A diferencia del anterior, el cubrimiento de la cama en una única hilera en el centro del galpón permite el escape de los insectos durante el proceso de amontonamiento. La mano de obra para la realización de esta tarea, así como la dificultad para la higienización del plástico después de su uso, son factores que han dificultado la implementación de esta metodología en Brasil. Además de esto, se ha asociado el cubrimiento con la aparición de cuadros de enteritis necrótica en invierno, cuando la cama presenta mayor porcentaje de humedad.

CUBRIMIENTO DE CAMA APILADA EN UNA SOLA HILERA:

Este método es eficiente en el control y reducción de bacterias patógenas. Debe ser realizado siguiendo rigurosamente las etapas descritas a continuación.

- A). Después de la salida de las aves programar un periodo de vacío sanitario mínimo de 18 días, que es el tiempo adecuado para la realización de todas las tareas y para que no se vea comprometida la metodología.
- B). Realizar la quema de las plumas con la utilización de un lanza llamas.
- C). Remover la cama compactada de todo el galpón. Este material debe ser amontonado y cubierto en un área que esté lo más distante del galpón.
- D). Amontonamiento de la cama en una única hilera en el centro del galpón en el sentido longitudinal de la instalación. Para que el proceso sea eficiente la pila debe tener al menos 1,20 metros de altura.
- E). Cubrir la pila en toda su extensión con una lona plástica y fijar los bordes.
- F). La cama debe permanecer amontonada y cubierta por un periodo mínimo de 12 días con temperaturas superiores a 60 grados Celsius para que ocurra el adecuado proceso de fermentación.
- G). Después de la permanencia del tiempo mínimo de la cama apilada y cubierta, el plástico debe ser retirado, lavado, desinfectado y guardado en un sitio adecuado de tal manera que quede lista para ser utilizada en el lote siguiente. Con el objeto de preservar el plástico, la presencia de roedores en este lugar debe ser controlada.
- H). Esparcir el material por todo el piso del galpón, teniendo cuidado de revolver la cama y ventilar el galpón para retirar el exceso de humedad. Este proceso debe ocurrir por un periodo mínimo de tres días.
- I). Colocar una capa de cama nueva de dos centímetros sobre la cama usada en el área donde se va a realizar la recepción de las aves. Esta área debe ser del 25 al 30 % del total del galpón.
- J). Montaje de los equipos para el alojamiento del siguiente lote.

CAMA DE GALPÓN DE AVES

A continuación se presenta una secuencia de figuras (Figura 15 a 22) que permiten la visualización en detalle del método de tratamiento de la cama por medio del cubrimiento con plástico de una sola hilera de cama en el centro del galpón.



Figura 15. Salida del lote y retirada de equipos.



Figura 16. Quema de plumas con el uso de un lanza llamas.



Figura 17. Retiro de cama compactada.



Figura 18. Amontonamiento de la cama en una sola hilera en el centro del galpón.



Figura 19. Cubrimiento con lona plástica de la cama apilada.



Figura 20. Distribución de la cama después del retiro de la lona.



Figura 21. Utilización de cama nueva sobre la cama vieja en el área de recepción de pollitos.



Figura 22. Galpón listo con un nuevo lote de pollitos alojado.

CUBRIMIENTO DE LA CAMA EN TODA LA EXTENSIÓN DEL GALPÓN.

Este método es eficiente en el control y reducción de las bacterias patógenas y ayuda en forma significativa al control del cucarrón.

- A). De la misma manera que en el método anterior se debe programar un periodo de vacío sanitario de al menos 18 días.
- B). Retirar o suspender todos los equipos del galpón.
- C). Retirar la cama próxima a los muros y vigas centrales para facilitar la fijación de la lona.
- D). Cubrir la cama con lona plástica en toda la extensión del galpón, fijando los bordes.
- E). La cama debe permanecer cubierta por un periodo mínimo de 12 días para que ocurra un adecuado proceso de fermentación.
- F). Después de la permanencia del tiempo mínimo de la cama cubierta (12 días), el plástico debe ser retirado, lavado, desinfectado y depositado en un lugar adecuado para ser usado en el siguiente lote. La presencia de roedores en éste local debe ser controlada para la preservación del plástico.
- G). Revolver la cama y ventilar el galpón para retirar el exceso de humedad. Este proceso debe ser realizado en un periodo mínimo de 3 días.
- H). Colocar una capa de cama nueva de dos centímetros sobre la cama usada en el área donde las aves serán inicialmente alojadas. Esta área debe ser del 25 al 30 % del total del galpón.
- I). Montaje de los equipos para el alojamiento del siguiente lote.

A continuación se presenta una secuencia de figuras (Figura 23 a 28) que permiten la visualización en detalle del método de tratamiento de la cama por medio del cubrimiento de la cama con plástico en toda la extensión del galpón.



Figura 23. Estado de la cama, posterior a la salida del lote.



Figura 24. Preparación de la cama para el cubrimiento.

CAMA DE GALPÓN DE AVES



Figura 25. Cubrimiento de la cama en toda la extensión del galpón.



Figura 26. Retiro del plástico posterior a 12 días de estar cubriendo la cama.



Figura 27. Volteo de la cama para retirar el exceso de humedad que se genera durante el proceso.



Figura 28. Muerte de cucarrones después de la retirada del plástico.

ACIDIFICACIÓN DE LA CAMA

Al acidificarse la cama puede llegar a un pH por debajo de 4, se promueve la reducción de la concentración de bacterias viables en la cama y mejora las condiciones ambientales dentro del galpón (Ivanov, 2001). Esto se puede lograr con el uso de productos a base de *Bacillus* (*B. subtilis*, *B. maceras*, *B. polymix*), aluminosilicatos que son minerales que contienen óxido de aluminio (Al_2O_3) y sílice o dióxido de silicio (SiO_2), diatomita o tierra diatomácea (polvo inerte proveniente de los depósitos fósiles de algas fitoplanctónicas), yeso (CaSO_4) que es un residuo de la producción de ácido fosfórico, o productos químicos tales como bisulfato de sodio (NaHSO_4) o sulfato de aluminio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$).

Vicente et al., (2007) encontraron que la utilización de un acidificante de cama redujo el aislamiento de *Salmonellas* en las tonsilas cecales de pollos criados en cama nueva o reutilizada concluyendo que la transmisión horizontal de esta bacteria se puede reducir.

Neme et al., (2000) encontraron que la adición de yeso a una dosis de 43 % en peso de la cama de pollo reduce el pH de 8,96 a 8,11, proporcionando condiciones desfavorables para el crecimiento de bacterias ureolíticas, reduciendo de esta manera la descomposición de ácido úrico y por lo tanto la volatilización del nitrógeno en forma de amoníaco.

Burgess et al., (1998) observaron que al adicionar sulfato de aluminio a una dosis de 10 % del peso de la cama compuesta de cascarilla de arroz provoca una reducción en el pH de 7,47 a 4,43.

APLICACIÓN DE ACIDIFICANTE

Este método es eficiente en el control y reducción de bacterias patógenas y ayuda de forma significativa a mejorar el ambiente del galpón después del alojamiento de las aves.

- A). Programar un periodo de vacío sanitario de mínimo 15 días.
- B). Retirar y suspender todos los equipos del galpón.
- C). Realizar la quema de las plumas con la utilización de un lanza llamas.
- D). Remoción de la cama compactada de todo el galpón. Este material debe ser amontonado y cubierto en un área lo más distante posible del galpón.
- E). Aplicación de producto acidificante en toda la extensión del galpón en la superficie de la cama, mínimo 10 días antes de la programación del alojamiento.
- F). Colocar una capa de cama nueva de dos centímetros sobre la cama usada donde las aves serán inicialmente alojadas. Esta área debe ser del 25 al 30 % del total del galpón.
- G). Montaje de los equipos para el alojamiento del siguiente lote.

A continuación se presenta una secuencia de figuras (Figura 29 a 36) que permiten la visualización en detalle del método de tratamiento de la cama por medio del uso de sustancias acidificantes.



Figura 29. Lote listo para ser enviado a planta de beneficio.



Figura 30. Retiro de cama compactada.



Figura 31. Quema de plumas en la superficie de la cama con uso de un equipo lanza llamas.



Figura 32. Preparación y volteo de la cama para la aplicación de acidificante.



Figura 33. Aplicación manual de acidificante diluído en agua.



Figura 34. Medición del pH de la cama, después del uso del acidificante.



Figura 35. Adición de cama nueva sobre la cama vieja en el área de recepción.



Figura 36. Lote alojado después del tratamiento con sustancia acidificante.

ALCALINIZACIÓN DE LA CAMA

La alcalinización de la cama a un pH por encima de 11 permite reducir la concentración de bacterias. El uso de cal viva (CaO) o cal hidratada (CaOH), propician estos niveles con relativa facilidad y bajo costo. Stanush et al., (2000) observaron una disminución de UFC (Unidades Formadoras de Colonias) de bacterias totales en camas tratadas con CaOH a partir de una dosis de 0,2 % del peso de la cama. Siguiendo esta misma línea Dai Prá et al., (2008), encontraron una reducción del 97 % de UFC para *Salmonella spp* y *Clostridium spp* a una dosis de 300 gramos y del 100 % a dosis de 600 y 900 gramos de CaO por m^2 de superficie de cama (Figura 37).

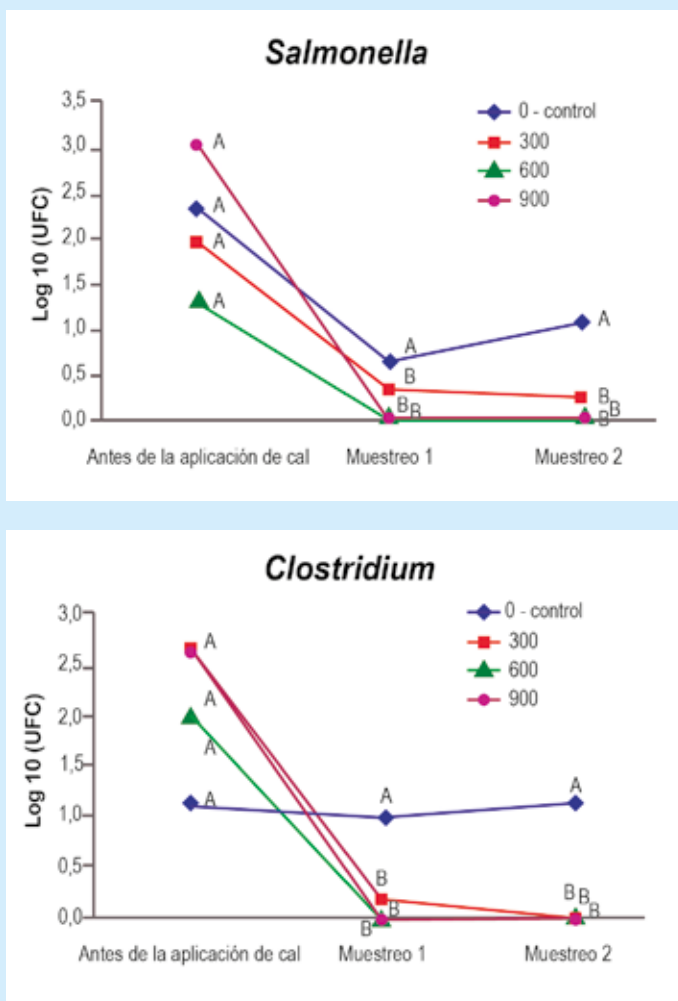


Figura 37. Efecto de la aplicación de cal viva sobre el número de *Salmonella* spp.(arriba) y *Clostridium* spp (abajo) Log 10 UFC. Las letras mayúsculas distintas en la misma línea difieren significativamente ($P < 0.005$) por el test de Fisher.

Fuente; Dai Prá et al., 2009

Además del efecto alcalinizante, estos productos promueven la reducción de la actividad de agua (a_w) en la cama. Dai Prá et al., (2008) demostraron que el uso de CaO en la cama reduce de forma significativa la presencia de agua libre.

Actividad de agua en la cama antes y después de la aplicación de cal viva.				
	Antes	Después	Diferencia (reducción)	Prob.
T1 0 gramos/m ²	0.885	0.883	0.0013 (0.2%)	0.574
T2 300 gramos/m ²	0.908	0.883	0.0257 (2.75%)	0.009
T3 600 gramos/m ²	0.905	0.879	0.0258 (2.87%)	0.000
T4 900 gramos/m ²	0.889	0.855	0.0343 (3.82%)	0.001
Tabla 7. Fuente: Dai Prá et al., (2009)				

APLICACIÓN DE ALCALINIZANTE

Este método es eficiente en el control y reducción de bacterias patógenas por medio de la elevación del pH y reducción de la actividad del agua.

- Programar un periodo de vacío sanitario de al menos 15 días.
- Retirar o suspender todos los equipos del galpón
- Realizar la quema de plumas con la utilización de un lanza llamas.
- Remoción de la cama compactada de todo el galpón. Este material debe ser almacenado y cubierto en un área lo más distante posible del galpón.
- Aplicación del producto alcalinizante (cal viva CaO o cal hidratada CaOH) en toda la extensión del galpón máximo 3 días después del sacrificio del lote anterior.
- Incorporación de la cal en la cama de tal forma que quede una mezcla bien homogénea.
- Cerrar totalmente el galpón (puertas, cortinas internas y externas)
- Colocar una capa de cama nueva de dos centímetros sobre la cama usada donde las aves serán alojadas inicialmente. Esta área debe ser del 25 al 30 % del total del galpón.
- Montaje de los equipos para el alojamiento del siguiente lote.

CAMA DE GALPÓN DE AVES

A continuación se presenta una secuencia de figuras (Figura 38 a 49) que permiten la visualización en detalle del método de tratamiento de la cama por medio del uso de sustancias alcalinizantes.



Figura 38. Estado de la cama posterior a la salida del lote para sacrificio y retiro de los equipos.



Figura 39. Quema de plumas en la superficie de la cama con el uso de un lanza llamas.



Figura 40. Eliminación de la cama compactada para mejorar la eficiencia de la cal.



Figura 41. Aplicación de la cal con el uso de un tractor.



Figura 42. Aplicación de la cal con equipo de tracción manual.



Figura 43. Galpón después de la aplicación de cal en toda su extensión.



Figura 44. Incorporación de la cal en la cama con el uso de un tractor.



Figura 45. Incorporación de la cal en la cama con equipo motorizado manejado por el productor.



Figura 46. El no retirar totalmente la cama compactada dificulta la acción de la cal.



Figura 47. Apariencia de la cama después del tratamiento con aplicación e incorporación de la cal.

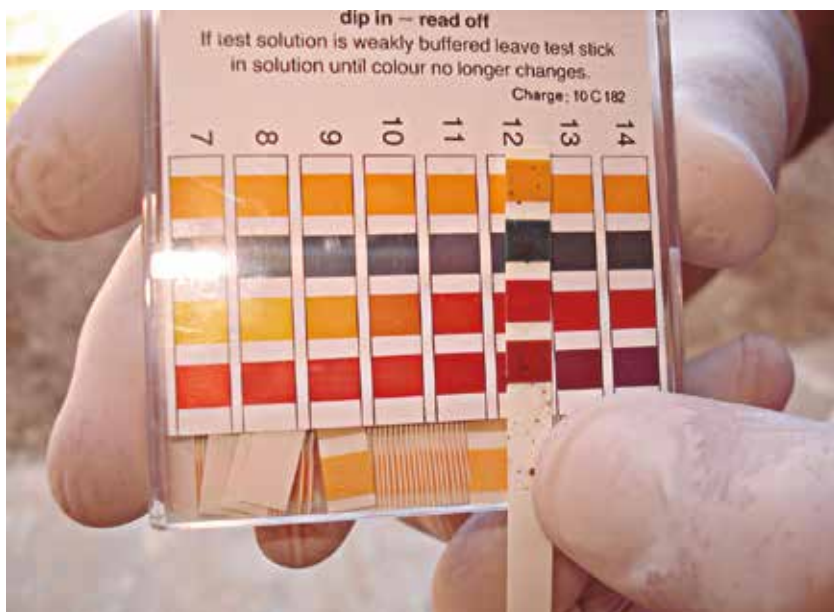


Figura 48. Medición de pH de la cama después del uso de la cal viva.



Figura 49. Cama nueva sobre la cama usada en el área de recepción.

La reutilización de la cama en la industria avícola debe ser analizada en relación a los aspectos sanitarios, ambientales y económicos para que se pueda alcanzar la anhelada sustentabilidad de la actividad avícola.

La presencia de bacterias en la cama de pollos es inherente al sistema de crianza y no puede ser eliminada, sin embargo se deben tomar acciones con el objeto de minimizar los efectos de esos patógenos en la salud de los lotes criados.

El tratamiento de la cama con cualquiera de los métodos mencionados tiene efectos sobre el control de bacterias patógenas. Sin embargo, el método que se elija deberá cumplir obligatoriamente con ciertos criterios. El primero y más importante es preguntar al productor integrado si tiene las condiciones para poner en práctica la metodología propuesta. Es decir, si es posible aplicar el método en esa propiedad. El segundo criterio es que sea efectivo en el control de bacterias patógenas. El tercer criterio es que sea aceptado por las auditorías que la empresa recibe. El cuarto criterio es que ayude a controlar la presencia de vectores como los cucarrones presentes en las instalaciones de pollos.

La reutilización de la cama en la cría de pollos de engorde es una práctica viable, imprescindible y deseable, tanto en aspectos sanitarios como ambientales, sin embargo es necesario adoptar procedimientos eficientes en el proceso del tratamiento que busquen la reducción de riesgo a la salud humana y de las aves que allí serán criadas.

Según Santos et al., (2005), se deberían realizar investigaciones con el fin de determinar los puntos críticos en las granjas para reducir o eliminar *Salmonella spp.* Sin embargo, por falta de tiempo y debido a los costos de los análisis no son muchos los estudios que evalúan la presencia de esta bacteria en la cama de pollo.

CAPÍTULO III

DISPOSICIÓN FINAL DE LA CAMA DE AVES

Énrico Kund Corrêa, Pablo Machado Mendes,
Luciara Bilhalva Correa

A pesar de toda la capacidad científica y tecnológica disponible, el ser humano aún posee grandes limitaciones para elucidar la mayoría de los problemas que azotan a nuestro planeta. Miseria, hambre, enfermedades y la continua degradación del ambiente son algunos de los desafíos impuestos para la ciencia. Hasta hace pocos años, el temor por la extinción de la vida en la tierra provenía de un posible holocausto nuclear. Sin embargo, ahora se suma a esa preocupación la alteración climática global de origen antrópico (humano) que de acuerdo a la mayoría de los pronósticos puede amenazar la estabilidad de la biosfera.

El término polución, del latín *polluere* (ensuciar, corromper, que se torna perjudicial para la salud) actualmente es cada vez más utilizado en nuestro idioma. Conceptualmente podemos definir polución como la liberación de sustancias, radiaciones, vibraciones y ruidos resultantes de los procesos de la actividad humana en un ambiente, que van a perjudicar los ecosistemas biológicos y/o seres humanos. En este sentido, la avicultura intensiva es considerada por los entes de fiscalización ambiental como una importante causal de impacto al medio ambiente. Sin embargo, esta actividad es justificada socialmente ya que involucra un elevado número de productores rurales, principalmente en el segmento denominado de agricultura familiar, además de contribuir a reducir el éxodo rural por medio de la generación de ingresos y la utilización de mano de obra, así manteniendo al hombre en el sector rural.

La avicultura es una de las formas más eficientes de producir proteína animal para la alimentación humana. Los pollos de engorde son animales eficientes en transformar granos a proteína animal en corto tiempo, con la utilización de reducido espacio por ave. Además de esto, la producción de pollos de engorde ha sido una de las actividades zootécnicas que más ha presentado avances tanto en términos cuantitativos como cualita-

tivos en las últimas décadas. Este incremento en la producción también se reflejó en cambios significativos en la estructura organizacional de la propiedad rural dedicada a la avicultura, en la que se destaca la especialización en la actividad, necesaria para alcanzar una economía de escala para viabilizar el emprendimiento. Esto condujo a la implementación de granjas con decenas de millares de aves alojadas, lo que conlleva una concentración de residuos orgánicos provenientes del proceso de cría en propiedades con áreas limitadas. Esta concentración de producción de aves origina volúmenes considerables de residuos que pueden contaminar el ambiente, degradar la naturaleza y constituir serio riesgo para la salud de las poblaciones.

La creciente escasez de recursos naturales junto con los problemas de polución ambiental, han obligado al ser humano a reconsiderar el reciclaje de los materiales. Teniendo en cuenta que los costos acarreados por la utilización de abonos químicos para los cultivos agrícolas presentan frecuentes incrementos, cada vez es más común el uso de abonos orgánicos por parte de los agricultores.

A comienzos de la década del 70 eran necesarios 70 días para el crecimiento y engorde de un pollo que consumía cerca de 2.5 kg de ración para alcanzar 1 kg de ganancia de peso, teniendo en cuenta que el 80% de ese peso era considerado comestible. Actualmente, un pollo engorde necesita 42 días hasta el sacrificio, ganando en este periodo 2.4 kilogramos de peso vivo y teniendo una conversión alimenticia fácilmente inferior a 1.7.

La tendencia mundial de aumento en la producción de pollos de engorde acarrea por consecuencia, aumento en la demanda de materiales celulósicos y del área para uso de suelo en actividad agrícola, lo que causa una preocupación relacionada a la polución ambiental ya que en áreas de intensa actividad avícola la capacidad de los suelos para recibir este material ya puede haber sido sobrepasada. La cama recibe los desechos de los pollos, alimento, agua y plumas causando acumulación de material orgánico y proliferación de microorganismos, siendo algunos de ellos patogénicos. Actualmente, el punto de maduración (estabilización) de la cama usada como abono es definida por la relación C/N que es la relación entre la cantidad de carbono y nitrógeno contenidos en la cama y es el principal factor utilizado como indicador de maduración de los materiales orgánicos así como de la cama de las aves.

CARACTERÍSTICAS DE LOS DESECHOS DE LAS AVES

La cama que proviene de la producción avícola presenta un alto potencial contaminante, pues los animales excretan sus desechos en la cama los cuales se suman a los restos de la ración y de plumas. Cuando entran en contacto con el agua, estos desechos forman un medio altamente rico para que se desarrollen las bacterias, lo cual tiene potencial de contaminación de recursos hídricos, del suelo y del aire. La composición de los desechos de las aves es variada y difiere de los demás desechos de animales porque no producen orina acuosa como los mamíferos y por la excreción de uratos y metabolito sólidos que son adicionados a las heces en forma de una mancha blanca. Durante el metabolismo, la proteína ingerida es convertida en ácido úrico, el cual, combinado con las heces se presenta como un material pastoso blanco e insoluble en agua. Las características particulares de los desechos de las aves afectan tanto el proceso de estabilización como del producto final de este tratamiento, en el cual el ácido úrico va ser usado por las bacterias aeróbicas para la formación de una masa de células, con niveles de nitrógeno mayores que el propio desecho inicial. Posteriormente esta masa será convertida en amoníaco y enseguida en nitrógeno con la adición de materiales ricos en carbono, tornándose así asimilables por las plantas.

El nivel de nutrientes presentes en los desechos depende de diversos factores intrínsecos tales como la edad de las aves, el sistema de producción, el tipo de instalaciones, la forma de manejo, la nutrición y el clima. El estiércol de las aves es rico en nutrientes y cuando se evalúa el nivel de nitrógeno, de fósforo y de potasio contenidos en éste, se observa que el estiércol de las aves presenta concentración de nutrientes dos a tres veces superior al lo encontrado en el estiércol de los mamíferos. Por eso, el uso del estiércol de las aves puede producir afecciones a las plantas si no es debidamente estabilizado antes de ser destinado como abono al suelo.

IMPACTO AMBIENTAL DE LOS DESECHOS DE LAS AVES.

La estrategia adoptada por las empresas del sector avícola de agrupar en determinadas regiones sus incubadoras, fábricas de concentrado, granjas y plantas de beneficio, buscando reducir costos con el transporte de pollitos, de alimento y de aves para el sacrificio, ha conllevado a una gran concentración de animales en áreas relativamente pequeñas, ocasionando un gran volumen de cama de aves en las áreas de producción.

Además de las plumas y los restos de la ración presentes en los desechos de las aves, su composición físico química puede ser afectada por factores como la estirpe y la edad de las aves, la composición de la ración, el tipo de comedero y bebedero, la temperatura y la humedad relativa del aire. Las repetidas aplicaciones de grandes cantidades de desechos sin tratamiento en las mismas áreas de suelo agrícola pueden generar la polución tanto del suelo como de las aguas, una vez que el límite de absorción de nutrientes del suelo para las plantas es sobrepasado. Adicionalmente, cada tipo de suelo posee capacidad diferente de absorción de desechos y su límite debe ser siempre respetado.

La contaminación de las aguas se da principalmente a través de la acumulación en el suelo de elementos provenientes de la cama y de la posterior lixiviación de éstos, que pueden representar elevado potencial de contaminación, y afectar negativamente la calidad del agua superficial y profunda.

El impacto ambiental de los desechos de los animales solamente se torna una preocupación a partir de la década de los 80 con el crecimiento de la cría intensiva de porcinos y de aves concentrada en la región sur del país, debido al desconocimiento sobre la generación de residuos de estos sistemas de producción. Su destino fue la disposición final en el suelo agrícola y por ello la capacidad de absorción del ambiente se fue reduciendo gradualmente, pues se aplicó continuamente en las mismas áreas una carga cada vez mayor de desechos.

El destino de los metales pesados y de otros compuestos orgánicos tóxicos son la deposición y la fijación en los suelos. Los metales pesados se acumulan frecuentemente en la capa superior del suelo don-

de quedan disponibles para la absorción por las plantas. Los materiales húmicos son moléculas que se originan de la degradación de materia orgánica, son una fracción más estable de la misma y presentan propiedades únicas tales como: capacidad de interactuar con iones metálicos; mantenimiento del pH (efecto tampón); potencial fuente de nutrientes para las plantas; y gran afinidad por los cationes de los metales pesados de manera que los extraen del agua que pasa través de ellos, por medio de procesos de intercambio iónico, formando complejos insolubles en agua. La presencia en grandes cantidades de metales pesados en los desechos es consecuencia de su alta concentración en las raciones, ya que son adicionados en exceso para suplir la baja tasa de absorción de los mismos por los animales.

En áreas con cría intensiva de animales en confinamiento, los desechos son adicionados al suelo y se acumulan debido a la alta reactividad con los grupos funcionales de la materia orgánica y con argilominerales. Cuando la capacidad de retención de los minerales por el suelo es superada, estos pueden alcanzar capas más profundas llegando inclusive al lecho freático.

La acumulación de metales pesados lleva a una reacción intensa con los constituyentes coloidales y biológicos en la capa superficial del suelo, o después de su disolución en el agua. En el caso de una eventual absorción por parte de los microorganismos o las plantas, puede significar alto riesgo para el ecosistema y para la salud humana. Este proceso recibe el nombre de bioacumulación. Cuando los metales pesados alcanzan otros niveles tróficos en la cadena alimenticia, el proceso pasa a ser denominado biomagnificación. Medidas de reducción de componentes limitantes de posibles impactos ambientales tales como nitrógeno, fósforo y metales pesados, pueden ser implementadas a través de modificaciones en las dietas de los animales. Por lo tanto, los programas de nutrición animal pueden ayudar a la reducción del potencial de contaminación de los desechos, garantizando mayor sustentabilidad en los sistemas de producción.

MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO

Cuando la cama de las aves es aplicada en el suelo siguiendo las instrucciones técnicas se convierte en una importante fuente de materia orgánica. El término materia orgánica o humus, hace referencia al material de origen orgánico en avanzado estado de alteración sin que sea posible reconocer el material del que se originó. La materia orgánica en el suelo juega un papel muy importante, pues es fuente de nitrógeno, fósforo y nutrientes para las plantas, contribuye a minimizar la erosión al estabilizar los agregados del suelo, debido a que cuando se encuentran en la forma coloidal presentan alta capacidad de intercambio de cationes (capacidad que tiene un suelo de retener o liberar nutrientes para ser absorbidos y aprovechados por las plantas).

La materia orgánica puede estar en dos formas: humificada y no humificada. Los compuestos no humificados presentan una estructura química semejante al material que les dio origen, tales como carbohidratos, aminoácidos, lípidos y proteínas. Adicionalmente, los compuestos no humificados están constituidos por los compuestos producidos durante la descomposición de los tejidos orgánicos incorporados al suelo. Estos serán utilizados en la síntesis de compuestos humificados por medio de la humificación, que es el proceso de formación de humus.

El humus está compuesto por ácidos fúlvicos, ácidos húmicos y huminas. Estos materiales se caracterizan por ser sustancias amorfas coloidales de coloración variada que va de amarillo a marrón oscuro y con alto peso molecular. La materia humificada es un componente esencial para los suelos, ya que le proporciona propiedades físicas, químicas y biológicas y puede afectar el desarrollo de las plantas directamente al mejorar la germinación, el crecimiento, la respiración y la absorción de las raíces, e indirectamente ayuda el ambiente a través de la mejora en la estructura del suelo, la capacidad de retención de agua y de intercambio cationes (CIC).

TRATAMIENTO DE LA CAMA DE AVES

De acuerdo con el artículo 225 de la Constitución Brasileira de 1988, el medio ambiente es un bien de uso común del pueblo, esencial para la calidad de vida. Dentro de los instrumentos de gestión ambiental, la política nacional de medio ambiente, instituida por la Ley Federal número 6.938 del 31 de agosto de 1981, delegó al IBAMA y a los estados de la Federación las medidas preventivas y de fiscalización relacionadas a la protección ambiental, entre ellas el otorgamiento de la licencia ambiental para actividades u obras potencialmente contaminantes. Esta ley se basa en el principio de la consideración del medio ambiente en la toma de decisiones y demuestra la obligación de considerar el factor ambiental en cualquier acción o decisión que pueda causar efecto negativo sobre el mismo, garantizando acciones de prevención, mitigación o recuperación de áreas degradadas y de disposición de residuos.

El licenciamiento ambiental puede ser legitimado por el poder público, siendo considerado un procedimiento administrativo entendido como "una sucesión itineraria y encadenada de actos administrativos que llevan a un resultado final y concluso" obedeciendo a preceptos legales, normas administrativas y protocolos bastante claros.

El licenciamiento ambiental es definido en la resolución número 237/97 como: acto administrativo donde el órgano ambiental competente establece condiciones, restricciones y medidas de control ambiental que deberán ser acatadas por el emprendedor, persona física o jurídica, para localizar, instalar, ampliar o realizar actividades que utilicen recursos ambientales y que sean consideradas efectivamente o potencialmente contaminantes o que puedan de cualquier modo provocar degradación.

Debido a la aplicación de la legislación ambiental vigente en el estado de Río Grande do Sul (criterios técnicos para el licenciamiento ambiental de nuevos emprendimientos destinados a la avicultura, 2010 FE-PAM - Fundación Estatal de Protección Ambiental Henrique Luis Roessler), existe un gran interés en la industria avícola, incluyendo las empresas integradoras, productores e instituciones de investigación en el sentido de desarrollar tecnologías para el manejo de residuos de la producción de pollos de engorde.

Teniendo en cuenta lo anterior, la mayoría de las tecnologías conocidas prevén la aplicación de los nutrientes remanentes en la tierra como fertilizante, lo que torna necesario planear y delimitar las áreas donde los nutrientes serán aplicados. Así mismo, es necesario capacitar a productores y operadores en los diferentes pasos del manejo de residuos y aplicación final de estos nutrientes, una vez que los desechos de la producción de los pollos, en especial las camas usadas, son indicados por la FEPAM a ser dispuestos en el suelo agrícola después de haber sido sometidos al proceso de maduración conocido como compostaje.

La eficiencia de la utilización de nutrientes y el uso de formulaciones precisas para reducir las pérdidas de nutrientes que ocasionan la contaminación del ambiente, pueden ser alcanzados por los siguientes métodos:

1. La suplementación de aminoácidos cristalinos y la reducción de los contenidos de proteína cruda de las raciones pueden reducir del 10 al 30% la excreción de nitrógeno.
2. La suplementación de enzimas resulta en reducciones del 12 al 15% en la producción de materia fecal de los pollos.
3. La suplementación de enzima fitasa resulta en reducciones del 25 al 35% de fósforo en las raciones.
4. La alimentación por fases, con dietas que provean con más precisión las exigencias nutricionales de los pollos, puede reducir la excreción de Nitrógeno y Fósforo del 10 hasta el 30%.
5. La utilización de alimentos con mejor digestibilidad puede disminuir la excreción de nutrientes en 5%.

La utilización de aditivos como los extractos de *Yuca schidigera*, zeolitas y algunos probióticos basados en *Lactobacillus* en las dietas de pollos resultan en reducciones significativas en la producción de amoníaco y en la emisión de olores. Sin embargo, también existen informes que estos aditivos no producen efectos significativos. De esta misma manera, algunas prácticas de procesamiento alimentos pueden mejorar la digestibilidad de nutrientes y reducir su excreción tales como: el mantenimiento de partículas de tamaño y uniformidad adecuados; mejor control de calidad de las raciones; y peletización o expansión de las raciones.

Teniendo en cuenta que las carcasas de los animales muertos y las camas de las aves son los principales residuos del sistema de producción de los pollos de engorde, la especialización del manejo de los lotes de los animales criados podrá reducir tanto la mortalidad de animales, como el volumen de residuos a ser tratados. Para minimizar el impacto ambiental de los desechos de los galpones, el productor debe utilizar buenas prácticas de producción o programas de producción más limpia, no solo con el objetivo de mejorar la productividad, sino de alcanzar la sustentabilidad del sistema de producción como un todo.

COMPOSTAJE

El compostaje es un proceso biológico y controlado de descomposición microbiana que promueve la descomposición de la materia orgánica lo que resulta en una pérdida de masa de materiales orgánicos y en la concentración de elementos minerales (Figura 50).



Figura 50. Área de compostaje utilizada para la descomposición de la mortalidad de la granja.

El compostaje puede ser utilizado para la disposición final de la mortalidad de la granja bajo situaciones normales. La eliminación de las carcasas por medio del compostaje demanda un tiempo relativamente largo, con el objeto de evitar la producción de olores desagradables que puede atraer moscas y otros factores potencialmente acarreadores de problemas sanitarios. Los residuos son descompuestos en unidades más simples, se transforman en biomasa microbiana y se produce CO_2 , vapor de agua y se libera el calor generado por la energía proveniente de la actividad de los microorganismos. Como resultado de la ingestión de la materia orgánica, se liberan nutrientes como Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio. Por lo tanto, estos nutrientes minerales, antes inmovilizados en la forma orgánica, se tornan disponibles para las plantas a partir de un proceso conocido como mineralización.

Entre los materiales usados en el compostaje se pueden incluir diversos residuos vegetales (paja, cáscaras, podas y recortes) y algunos residuos de origen animal (restos de matadero, escamas de peces) y mezclas de estiércol proveniente de las explotaciones de animales. También se puede utilizar el aserrín siempre y cuando provenga de madera que no haya sido tratada. También es común la edición de termofosfatos, polvo de roca, cenizas, tortas, harina de huesos, borra de café y otros suplementos diversos. La adición de una fuente de fósforo favorece el compostaje y la formación de material orgánico de alto valor agronómico, ya que durante el proceso se produce fósforo orgánico, que es una excelente fuente para los cultivos, principalmente en suelos ácidos. La ceniza es fuente de diversos nutrientes que enriquecen el material orgánico que va a ser compostado, sobretodo en potasio. Sin embargo, existen algunos productos que no deben ser usados: madera tratada con pesticidas o venenos; cuero, papel y estiércol animales alimentados en pasturas que hayan sido tratadas con herbicidas. Todo el material que viene de fuera de la unidad de producción debe ser usado con máximo cuidado y siempre mediante la autorización de la entidad certificadora.

Los factores que afectan el proceso de compostaje son: la relación Carbono/Nitrógeno, el área superficie de las partículas, la aireación, la humedad y la temperatura. El principal parámetro utilizado para evaluar el índice de maduración de las sustancias orgánicas es la relación Carbono/Nitrógeno (C/N), o sea, el resultado de la división entre la cantidad de carbono y la cantidad de nitrógeno total. El material

a ser compostado provee carbono, que sirve como fuente energía y es el mayor componente de la celulosa y de la lignina, responsables de la resistencia la pared celular de los microorganismos. El nitrógeno es un componente indispensable en la síntesis de proteínas, para que los microorganismos presentes en el suelo puedan descomponer la materia orgánica y así promover su maduración. Una relación C/N inicial satisfactoria para que los procesos de maduración ocurran con alta eficiencia es de 30:1, teniendo en cuenta que un material orgánico es considerado maduro cuando la relación C/N está entre 12:1 y 20:1.

Con relación al área de la superficie de las partículas, cuanto más fragmentado esté el material, mayor será el área de superficie expuesta al ataque microbiano.

En cuanto la aireación, la descomposición de la materia orgánica ocurre en forma eficiente solo si hay cantidad suficiente de oxígeno en el interior. Si llega a faltar oxígeno, habrá descomposición anaeróbica con la consecuente producción de malos olores.

En lo que se refiere a la humedad, la presencia de agua es fundamental para el buen desempeño del proceso, la cual debe estar entre el 40 al 60% dependiendo del material que va a ser compostado.

En cuando la temperatura, los microorganismos generan calor a medida que se multiplican o que consumen la materia orgánica. El proceso de compostaje será eficiente si la temperatura permanece entre 30 y 60°C. Durante el invierno, o en áreas más frías, el proceso se puede tornar más lento.

La estabilización de la materia orgánica por medio del compostaje presenta algunas ventajas, tales como: la mejora de la salud del suelo; la unión de la materia orgánica compuesta a las partículas (arena, limo y arcilla) contribuyendo en la retención, drenaje y aireación del suelo; el aumento en la capacidad de infiltración de agua, reduciendo la erosión; dificulta o impide la germinación de las semillas de plantas invasoras; aumenta el número de lombrices, insectos y microorganismos deseables, debido a la presencia materia orgánica, reduciendo la incidencia enfermedades en las plantas; mantiene la temperatura y los niveles de acidez del suelo; permite el aprovechamiento agrícola de la materia orgánica; es un proceso ambientalmente seguro; permite la eliminación de patógenos lo que resulta en ahorro para el tratamiento de efluentes y

desechos y la reducción de malos olores. Sin embargo también puede tener algunas limitaciones, tales como: la necesidad de grandes áreas para la operación; la posibilidad de contaminación de los lechos freáticos; y el prolongado periodo necesario para la bioestabilización de la materia orgánica (de 90 a 120 días).

Después de este periodo, se obtendrá un material orgánico generalmente oscuro y de textura turbia. El material orgánico madurado que se genera al final del proceso de compostaje es un fertilizante de alto valor para uso agrícola, empleado cuando hay necesidad de aplicación de nutrientes en suelos pobres. El material orgánico madurado compostado debe presentar olor agradable, temperatura ambiente, la cual indica el término de la fase termófila (decrece hasta la temperatura del sitio), pH cercano a 7,0 y debe ser libre de agentes patógenos.

Sin embargo, debido a cuestiones sanitarias este material orgánico se debe ser aprovechado para el abono de cultivos forestales y de jardinería. En las regiones productoras de aves, la cama de los galpones es usada en el 100% de los casos para el abono de cultivos de maíz, soya, sorgo, cebada, trigo y entre otros. Como primera instancia, los desechos deben ser usados como abono orgánico, pero cuando esto no es posible, estos deben ser tratados adecuadamente para reducir el riesgo de polución cuando retornen a la naturaleza. Independientemente del tipo de sustrato, la aplicación en el suelo debe respetar las condiciones básicas para que no ocurra polución ambiental o algún tipo de riesgo para la salud humana y animal. La aplicación del abono en el suelo debe considerar el balance de sus nutrientes, así como las características del suelo y del tipo de cultivo.

USO DE CAMA DE AVES COMO ABONO

Un abono o fertilizante orgánico es todo producto de origen vegetal o animal que cuando se aplica al suelo en determinadas cantidades, en el momento y forma adecuadas, proporciona mejoras de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, a la vez que puede actuar como un correctivo de la acidez del suelo. El abono también es un que-

lante de elementos tóxicos y es una fuente de nutrientes para las plantas, lo que permite la cosecha de productos de calidad sin causar daños al suelo, las plantas o al ambiente (Figura 51)

El uso de fertilizantes a base de organominerales y de los materiales orgánicos comportados fue reglamentado a través del decreto 86.955 del 18 de febrero de 1982. Este decreto fue completado por la resolución número 31 del 8 de junio de 1982 (que aprueba los métodos analíticos oficiales para el análisis de materiales orgánicos) y por la resolución número 1 del 4 de marzo de 1983 que da las especificaciones, garantía y tolerancia de los productos orgánicos de uso agronómico. Los valores aceptables se presentan en la Tabla 8.



Figura 51. Utilización de cama de aves como abono orgánico en pasturas.

Cuando la aplicación de desechos en el suelo es continua, puede ocurrir aumento de la movilización de nitratos, fósforo y de otros elementos en el suelo y en los lechos freáticos. La acumulación en el suelo de Fósforo y Potasio debida al uso de grandes cantidades de desechos por periodos largos (varios años o décadas) puede causar un desbalance de nutrientes. El efecto de la acumulación excesiva de Fósforo disponible en los suelos produce deficiencia de Zinc, y el exceso de Potasio puede

causar deficiencia de Magnesio. La acumulación de Sodio y Potasio en la forma en que están disponibles para la movilidad en los suelos, puede causar desagregación y disminuir la estabilidad de la estructura del suelo.

Especificaciones y tolerancias permitidas para fertilizantes organominerales y compuestos, de acuerdo con la legislación brasileira.		
Nutriente	Orgánico-mineral Mínimo tolerado	Compuesto (materia orgánica) Mínimo tolerado
Materia orgánica total (%)	15.0-13.5	40.0-36.0
Nitrógeno total (%)	*	1.0-0.9
Humedad (%)	20.0-22.0	40.0-44.0
Relación C/N	-	18/1-21/1
pH	6.0-5.4	6.0-5.4
P ₂ O ₅	*	-
K ₂ O	*	-
NPK (%)	6.0-5.0	-

Tabla 8. Fuente: adaptado de Kiehl (1985).

* Conforme al registro del rótulo. - No especificado.

CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS

El uso de desechos de animales como abono orgánico es una práctica milenaria. Sin embargo, las condiciones actuales no son las mismas de la época que se caracterizaba por la presencia de pequeños rebaños de agricultura con baja escala de producción. Para utilizar los desechos como acondicionadores del suelo, es necesario que se tenga criterios tales como el cálculo de las cantidades aplicar por área, el conocimiento de los niveles de nutrientes contenidos en los desechos y la necesidad de los mismos por parte del suelo, además del riesgo de impacto al medio ambiente resultante de su utilización en exceso.

En muchas regiones, los desechos de porcinos compiten con la cama de aves por el espacio para destinación como abono del suelo. Así mismo, en ciertas situaciones puede haber una superposición de los desechos de los porcinos y la cama de aves en las mismas áreas de trabajo agrícola. En la Tabla 9 se presenta la composición química de la cama de aves después de la cría de cuatro lotes de engorde consecutivos.

Composición química de la cama de galpones de pollos después de la cría de cuatro lotes consecutivos.

Parámetros químicos	Concentración
pH	8.2
Nitrógeno (g/kg)	30.0
P ₂ O ₅ (g/kg)	24.0
K ₂ O (g/kg)	23.0
Calcio (g/kg)	31.0
Magnesio (g/kg)	6.4
Cobre (g/kg)	153.0
Zinc (g/kg)	179.0

Tabla 9. Fuente: Menezes et al., (2004).

Cuando el único objetivo es buscar donde realizar la disposición final de la cama sin tener en cuenta los criterios agronómicos y necesidades del suelo, la mayoría de las veces, la cantidad de residuos aplicados en actividades agropecuarias son excesivas, si se comparan con lo que realmente necesitan las plantas. En estos casos, los residuos animales no se diferencian de otros tipos de fertilizantes ya que componentes tales como Carbono, Nitrógeno y Fósforo desplazados por pérdidas y lixiviación pueden perjudicar a las plantas, la calidad del agua, la vida humana y la acuática, tanto por la disminución de oxígeno disuelto como por las altas concentraciones de ión amonio (NH₄⁺) y la consecuente eutrofización.

Como los abonos nitrogenados son los más caros y los más contaminantes, el contenido de nitrógeno debe ser considerado como criterio cuando los desechos de animales son aplicados en el suelo. Teniendo en cuenta la movilidad de los nitratos en el suelo, estos son fácilmente lixiviados y el aumento en la concentración de este elemento en el agua acarrea muchos riesgos ambientales. Cuando son aplicados en exceso en el suelo otros nutrientes como el Fósforo y el Potasio pueden, facilitado por la erosión, llegar fácilmente a otros cursos de agua y causar contaminación. El fósforo al liberarse en aguas superficiales desencadena rápidamente el crecimiento de algas, originando el fenómeno denominado eutrofización, lo que reduce de manera significativa la concentración de oxígeno (O₂) con la consecuente muerte de peces y la proliferación de insectos.

Es importante considerar que el uso los desechos como abono orgánico exige instalaciones, equipos y manejo adecuados para que se torne económicamente competitivo frente a la utilización de fertilizante mineral. Por todo lo anterior, se debe considerar la concentración de los principales nutrientes, tales como Nitrógeno, Fósforo, Potasio y también el costo logístico de la producción del abono.

BIOINDICADORES DE FITOTOXICIDAD

Los bioindicadores son especies, grupos de especies o comunidades biológicas cuya presencia, cantidad y distribución indican la magnitud de impactos ambientales en un ecosistema acuático y en su cuenca de drenaje. Su utilización permite la evaluación integrada de los efectos ecológicos causados por múltiples fuentes de polución. El uso de los bioindicadores es más eficiente que las mediciones inmediatas de parámetros físicos y químicos tales como temperatura, pH, oxígeno disuelto, niveles totales y disueltos de nutrientes, etcétera, que normalmente son medidos en el campo y utilizados para evaluar la calidad de las aguas. Los bioindicadores proveen señales rápidas sobre los problemas ambientales antes que el hombre perciba su ocurrencia y amplitud; permitiéndole la identificación de las causas y efectos entre los agentes estresores y las respuestas biológicas, y la evaluación de la respuesta de los organismos a modificaciones ambientales y de la efectividad de las acciones de mitigación tomadas para controlar los problemas creados por el hombre. Los bioindicadores más utilizados son aquellos capaces de diferenciar entre fenómenos naturales como cambios de estación y ciclos de lluvia y sequía y estreses de origen antrópico relacionados a fuentes de polución puntuales o difusas. Otros bioindicadores son: la biomasa microbiana que tiene relación con la actividad microbiana y la reposición de nutrientes; la respiración del suelo relacionada a la actividad microbiana; y la fijación biológica y nitrógeno relacionada al suministro de nitrógeno a las plantas y la actividad de las enzimas.

Algunos aspectos negativos en cuanto al uso de semillas como bioindicadores son la baja selectividad y la especificidad, relacionada a los tipos de semillas que presentan un mejor resultado en determinado tipo de material orgánico al que se quiere determinar el grado de maduración, lo cual implica que para cada tipo de material orgánico a evaluar se use la semilla adecuada.

Para que sea posible aplicar correctamente los desechos de las aves en el suelo agrícola son necesarios, además de los análisis físico-químicos, los análisis que contemplen el uso de bioindicadores. Estos bioindicadores indicarían si determinado material es apto para el suelo sin contaminar el medio ambiente, o si antes de eso necesita ser sometido a algún tipo de tratamiento (maduración). En función de lo anterior los bioindicadores pueden ser clasificados como: especies centinelas introducidas para indicar; especies detectoras que ocurren naturalmente y responden al estrés de forma medible; especies exploradoras que reaccionan positivamente al disturbio o agente estresor; especies acumuladores que acumulan agentes estresores permitiendo evaluar la bioacumulación; y especies bioensayo que son usadas en la experimentación.

El potencial de contaminación de los residuos orgánicos puede ser evaluado a través de los de las pruebas de fitotoxicidad. La fitotoxicidad en la acción tóxica producida en las plantas por una o más sustancias que inhiben o perjudican su germinación y o su desarrollo. Pueden ser citados como ejemplos de fitotoxicidad: la aplicación incorrecta de herbicidas o de otros abonos; y la acción tóxica de metales pesados presentes en el medio; La fitotoxicidad es el tipo de bioindicador más utilizado para la evaluación de la toxicidad de los desechos de animales.

Un material orgánico estabilizado por compostaje es considerado libre de fitotoxinas y por tanto su aplicación no debe causar efecto negativo sobre las plantas. Las plantas y el índice de germinación de semillas son utilizados como indicadores de los daños causados por las combinaciones tóxicas presentes en varios tipos de compuestos orgánicos, por ser simples, rápidos, seguros y reproducibles.

La ausencia de fitotoxicidad se alcanza con índices de germinación por encima del 50%. Sin embargo, otros estudios indican que el material orgánico está estabilizado cuanto tiene índices de germinación entre el 80% y 90%. De acuerdo al Consejo Canadiense de Ministerios de Ambiente, para aprobar la calidad de materiales orgánicos, la germinación de berros (*Lepidium sativum*) en extractos acuosos de los materiales orgánicos, debe alcanzar valores por encima del 90% de germinación en comparación al control, para que se pueda indicar ausencia fitotoxicidad. Por lo tanto, a pesar de las diferencias encontradas en la literatura en relación a los valores mínimos recomendados para

los índices de germinación, los estudios más recientes tienden a adoptar índices más elevados buscando aumentar la bioseguridad respecto al uso de materiales orgánicos.

Bajos índices de germinación (fitotoxicidad) pueden estar asociados a la presencia de metales pesados, elementos inorgánicos, sales solubles y compuestos orgánicos. Los compuestos fitotóxicos pueden ser producidos también durante el compostaje como resultado de condiciones aeróbicas. Si esas características están presentes en el material orgánico, la germinación de las semillas disminuirá dependiendo del grado de fitotoxicidad de la mezcla. De acuerdo a estudios que usaron la germinación de semillas como indicador del grado de maduración del material orgánico, las semillas incubadas en las muestras de material orgánico inmaduro no germinan o en la eventualidad que germinen, mueren rápidamente después de la germinación. La prueba de fitotoxicidad para establecer el grado de maduración del material orgánico generado a partir del residuo de cama de aves puede ser un método auxiliar en la toma de decisiones sobre el grado de estabilización de la cama para uso agrícola.

REUTILIZACIÓN DE LA CAMA POR VARIOS LOTES

Después de la cría de varios lotes sobre la misma cama, que puede llegar a un número significativo de acuerdo a las condiciones de salud de las aves que se criaron, llega la hora en la que se debe retirar la cama para hacer la limpieza y desinfección del galpón. En este momento, teniendo en cuenta los aspectos ambientales y sanitarios, el productor se enfrenta a otro problema. ¿Cuál va a ser el destino de la cama? En este contexto, la cama puede convertirse en un residuo con un alto impacto ambiental si no se maneja adecuadamente y al mismo tiempo puede convertirse en un riesgo sanitario para la avicultura en la región en que opera.

El concepto de "residuo" no existe en la naturaleza (Odum, 1988). Esta afirmación se fundamenta en los grandes ciclos naturales, donde habitualmente el papel de los descomponedores es transformar y/o incorporar por completo las materias primas desechadas por otros

componentes del sistema, sin necesidad de cambiar el equilibrio natural. Por lo tanto, el residuo como un elemento negativo, causante de degradación ambiental, es antropogénico y en general aparece cuando la capacidad de absorción natural por el medio en el que se inserta es sobrepasada (Bidone, 2001).

La cama de pollo es un compuesto orgánico, que libera gradualmente los macro y micro nutrientes hacia el suelo, en la medida que el material va siendo mineralizado. La cantidad liberada dependerá del grado de mineralización del compuesto. La posibilidad de aplicar la cama de pollo en la agricultura, con el fin de conciliar adecuadamente las necesidades para su uso como fertilizantes y la eliminación de los mismos, se considera importante y prometedora. Sin embargo, estos residuos a menudo muestran un desequilibrio de nutrientes y elementos tóxicos que se deben considerar por su carácter contaminante del medio ambiente (Mehta et al., 2003).

Los fertilizantes químicos son insumos costosos, mientras que la cama de aves es barata y abundante en las regiones productoras de pollos. Típicamente se aplican en cantidades muy altas, incompatibles con la capacidad de mineralización y de extracción de las plantas. El suelo tiene características que le permiten conservar los nutrientes de la cama de pollo, evitando la contaminación de las aguas subterráneas o la toxicidad para las plantas. Sin embargo, si esta capacidad es excedida, los nutrientes pueden llegar tanto a las aguas subterráneas y alcanzar los cursos de agua. Gran parte de los residuos lanzados al suelo, sin criterios y sin tratamiento previo, se convierten en una fuente potencial de contaminación ambiental (Menezes et al., 2004).

El conocimiento previo del peso y la composición química de la cama es fundamental para su uso como abono en cultivos, en reforestación, o incluso para su comercialización. El tipo de sustrato utilizado para la cama interfiere con el peso específico y con la composición química de la misma. Dai Prá (datos no publicados) evaluó el peso específico de un metro cúbico de cama de pollo "in natura" con una humedad entre el 20 y el 35 % según el número de lotes criados en ella, con tres diferentes tipos de sustratos con el fin de generar información para los agricultores en la toma de decisiones respecto al cambio de la cama, el transporte, la venta o el uso como abono orgánico (Tabla 10).

**Peso promedio aproximado en Kg / 1m³ de cama de pollo
“in natura”, según el número de lotes criados y el tipo de sustrato.**

	n° de lotes												
Tipo de cama	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Viruta	87	116	198	239	241	269	304	316	324	337	349	359	378
Cascarilla de arroz	141	212	251	295	310	425	457	463	475	504	523	531	545
Mixta (50% cada)	118	170	242	285	300	343	420	426	432	445	451	463	480

Tabla 10. Fuente Prá Dai (datos no publicados).

Se deben tener en cuenta algunos criterios cuando se desea utilizar la cama en la fertilización de cultivos, por ejemplo, analizar químicamente el suelo y la cama, monitorear las aguas superficiales y profundas, y si es posible, analizar químicamente el cultivo a través del análisis foliar para comprobar si se está produciendo algún trastorno fisiológico o de toxicidad (Konzen et al., 2000).

Dentro de los conceptos de la agroindustria y las normas correctas de protección del medio ambiente, los residuos procedentes de las actividades agropecuarias deben ser necesariamente parte del proceso de producción, generando ingresos a partir del aprovechamiento de las características químicas, tanto de la cama de pollo como de los desechos líquidos de porcinos, en el reciclaje nutrientes y en prevenir o minimizar los impactos ambientales (Menezes et al., 2004).

Técnicamente, la forma correcta de usar la cama para fertilizar los cultivos, es conocer la composición química antes de la aplicación, pero si esto no es posible, se puede hacer uso de las tablas que muestran el contenido promedio de nutrientes. La composición varía según el material utilizado y el número de lotes que se han criado. Lo ideal es que cada productor haga revisiones periódicas de la cama y elabore su propia tabla teniendo en cuenta el manejo y el tipo de material utilizado (Konzen, 2000).

Según Menezes et al., (2004), la cama de pollo tiene una variación en la composición química de acuerdo al número de lotes criados y al tipo de sustrato utilizado. En promedio, las camas en que se criaron 1 a 7 lotes contienen 3,0 % de Nitrógeno, 2,4 % de Fósforo y 2,3 % de Potasio. Además de N, P y K, la cama contiene Calcio, Magnesio, Azufre y micronutrientes tales como Boro, Cloro, Cobre, Hierro, Molibdeno y Zinc.

El Zinc y el Cobre son nutrientes que forman parte de los elementos clasificados como metales pesados y el exceso puede ser absorbido por las plantas contaminando toda la cadena alimenticia, llegando fácilmente a los seres humanos. La carga máxima permitida anualmente de estos elementos en los suelos agrícolas son 140 y 75 kg por hectárea respectivamente (Cetesb, 1999).

Después de retirar la cama del galpón es recomendado que se mantenga apilada con base de 3 m de ancho por 2m de altura y cubierta con una lona de plástico por lo menos durante 60 a 80 días para que ocurra el proceso de compostaje, promoviendo la estabilización del material y reduciendo considerablemente los riesgos sanitarios (Figura 52). Después de este período, la cama se puede utilizar para fertilizar los cultivos o áreas de reforestación (Konzen 2010, comunicación personal).

De acuerdo a Seganfredo (2002), para reducir el impacto ambiental del uso de la cama de pollos, se debe evitar el exceso de nutrientes en la dieta, tratar la cama para inactivar los microorganismos patógenos, limitar la cantidad de nutrientes aplicados a través de la cama, comprobar la capacidad de extracción de las plantas en cada suelo, analizar periódicamente el suelo y el agua tratando de detectar cualquier posible contaminación y mantenerse al día con el crecimiento de las plantas mediante la observación de la aparición de anomalías que son indicativos de intoxicación por exceso de algún nutriente.



Figura 52. Cama apilada y cubierta con plástico.

Otro tipo de destino de las camas de pollos que ha ido ganando terreno entre los productores es su uso como sustrato para el tratamiento de los desechos líquidos de porcinos (Figura 53). El sistema de tratamiento del estiércol de cerdos a través del compostaje, donde se utiliza un lecho de secado con cama de pollo es una alternativa para el tratamiento de los residuos de la producción de cerdos y para modificar la presentación física de los residuos, lo que facilita el almacenamiento y el transporte del compuesto así como la concentración de los nutrientes y la adición de mayor valor al producto final para el uso agronómico. Por lo tanto, el tratamiento de los desechos líquidos de cerdo mediante el compostaje con cama de pollos, puede contribuir a reducir el impacto medioambiental de la producción porcina, en comparación con los sistemas convencionales (Dai Pra, 2006).



Figura 53. Sistema de tratamiento de desechos de porcinos con cama de aves a través del proceso automatizado de compostaje.

EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA SUSTENTABILIDAD DE LA AVICULTURA

Una herramienta que puede contribuir de forma decisiva para que lleguemos a la anhelada sustentabilidad de la actividad avícola es la educación ambiental. Así, uno de los grandes desafíos de la educación ambiental es incluir en el sistema productivo la dimensión ética, la responsabilidad y el compromiso de los seres humanos con el ambiente, lo que requiere un proceso educativo que involucre permanentemente los diferentes actores sociales: productores, comunidad, profesionales de instituciones privadas y públicas, comunidad académica y científica, órganos ligados a la agricultura, salud y medio ambiente, entre otros, en la efectiva defensa de la calidad y sustentabilidad del ambiente.

En este sentido, la educación ambiental se presenta como un instrumento importante a ser considerado en este proceso por el hecho que su práctica pedagógica está comprometida permanentemente con la transformación individual y colectiva en la construcción de valores, conocimientos, habilidades, actitudes y competencias enfocadas a la preservación del ambiente.

Sin embargo, cuando se piensa en educación ambiental es preciso acordarse que ésta se puede dar en el ámbito formal y no formal. En particular en el contexto de la actividad avícola, resaltamos la educación ambiental de carácter no formal por el hecho que las acciones y prácticas educativas en el proceso de gestión ambiental son enfocadas a la sensibilización de los diferentes actores que actúan en el ámbito de este sector, sobre la problemática ambiental resultante, así como a su organización y participación en la constante mejoría de la calidad ambiental.

De esta manera, la educación ambiental en el ámbito de la gestión convierte ese espacio en elemento estructural de la organización del proceso de enseñanza-aprendizaje construido con los sujetos en él involucrados para que haya de hecho control social sobre decisiones, que por lo general afectan el destino de muchos sino de todos, de estas y de futuras generaciones. La propuesta de una educación ambiental crítica se trata de un proceso educativo eminentemente político que tiene como objetivo el desarrollo en los estudiantes de una conciencia crítica acerca de las instituciones, actores y factores sociales generadores de riesgos y de los respectivos conflictos socio-ambientales.

Primero que todo, cuando se pretende viabilizar un proceso educativo que busque el cambio de hábitos y actitudes, de conceptos, de valores sobre prácticas que causan daños al ambiente, es preciso posibilitar espacios para la participación colectiva y el diálogo con los diferentes actores, para juntos contextualizar la problemática de la actividad avícola en relación a los impactos negativos generados en el ambiente; conocer las alternativas y tecnologías disponibles reflejando y decidiendo críticamente sobre sus realidades y acciones, así como las posibles soluciones y estrategias a ser adoptadas como políticas públicas, de forma comprometida y ética con el ambiente al cual todos pertenecen y son responsables de su sustentabilidad.

En muchas situaciones existen resistencias de los individuos al cambio de actitudes y el comportamiento respecto a prácticas que causan degradación ambiental, posiblemente resultado de una visión del mundo y de un pensamiento reduccionista, repercutiendo en acciones irresponsables. Entretanto, desde la perspectiva de educación ambiental la cuestión es compleja, lo que exige otro modo de conocer que supere la visión fragmentada sobre la realidad. Esto es válido en el campo de la producción del conocimiento, en su aplicación en la gestión ambiental y consecuentemente, en el proceso de enseñanza y aprendizaje para comprenderla y practicarla. Como se trata de gestión ambiental, este abordaje además de considerar la estructura y la constitución interna de las diferentes áreas del conocimiento, inclusive las del llamado saber popular, debe articular estas áreas buscando la construcción de un entendimiento de determinada realidad a partir de la interrelación de aspectos sociales, económicos, tecnológicos, políticos, legales, éticos, culturales y ecológicos.

Uno de los principios indispensables para fomentar educación ambiental de modo coherente con la transformación crítica de los individuos y colectividades implica el entendimiento de la educación como instrumento mediador de intereses y conflictos entre los diferentes individuos que actúan sobre el entorno y se apropian de los recursos naturales de modo diferenciado, en condiciones materiales desiguales y en contextos culturales simbólicos e ideológicos específicos. De la misma manera, el diálogo que es la base del proceso educativo, los consensos y el censo de solidaridad crucial para la democratización de sociedad se construyó no entre sujetos abstractos, sino entre sujetos concretos, situados socialmente con nombres, historias, bondades, sueños, deseos, intereses y necesidades propios. Por lo tanto, dialogar sin explicar diferencias y conflictos estructurales, significa esquivar el autoritarismo inherente a las concepciones que se quieren afirmar como verdades absolutas que procuran afirmar la verdad científica y ética como superiores, ignorando otros saberes.

Las prácticas pedagógicas precisan ser construidas de forma colectiva, de modo que los sujetos sientan que pertenecen al proceso, es decir que sus propios conocimientos y vivencias sean validados y valo-

rizados. De esta manera, cualquier acción de educación ambiental para el proceso de gestión debe ser estructurada siempre en el sentido de conocer para actuar. El colectivo que está participando de la práctica educativa producirá conocimiento sobre el problema, delineará el curso de acción con el objetivo de contribuir a la solución del mismo, dirigiéndose hacia un proceso de transformación y de formación de una conciencia ambiental estructurada a partir de principios y valores éticos que rescaten la relación humanidad/naturaleza para lograr la efectiva sustentabilidad.

De esta manera, es fundamental buscar que se involucre el aspecto ético de los diferentes actores en la construcción de acciones que busquen la gestión ambiental en la actividad agrícola, tener en cuenta las herramientas con la que contamos e incluirlas en la toma de decisiones. Necesitamos aprender a oírlos. Si queremos que colaboren en la decisión sobre las cuestiones ambientales se hace necesario darles información; crear espacios de locución y cambio efectivo de saberes que posibiliten la formación de la opinión sobre los diversos temas tales como las políticas específicas para enfrentar la situación; definir mecanismos claros y transparentes de toma de decisión donde se hace necesario delimitar el poder de decisión de cada uno del grupo, dando prioridad del debate sobre autonomía e interdependencia, participación y responsabilidad; así como dar posibilidad a condiciones objetivas de participación efectiva.

En una concepción más amplia, la educación ambiental es una educación comprometida con la construcción de la ciudadanía. El desafío de fortalecer una ciudadanía activa se concretiza por la posibilidad de cada ser humano portador de derechos y deberes de convertirse en actor corresponsable con conciencia local y planetaria en la búsqueda constante de la calidad de vida y de la sustentabilidad del ambiente.

La producción de pollo de engorde es una actividad que puede ser considerada como una importante fuente de contaminación cuando sus residuos son utilizados en el ambiente sin estabilización previa o en cantidad superior a la capacidad de absorción por los cultivos agrícolas.

Por lo tanto el manejo adecuado de la cama de las aves debe ser parte integral de cualquier sistema productivo de cría de pollos y debe estar incluido desde el planeamiento inicial de esta actividad.

BIBLIOGRAFIA

Abreu, V., M., N., Abreu, P.G. Qualidade de carcaça e o manejo na produção. **Avicultura Industrial** 93 (1101): 12 – 16

Amon, M., Dobeic, M., Sneath, R.W.; Phillips, VR., Misselbrok, T.H.; Pain, B.P. A farm-scale study on the use of clinoptilolite zeolite and De-Odorase for reducing odour and ammonia emissions from broiler houses. **Bioresource Technology**. V61, p. 229-237, 1997.

Angelo, J.C. Gonzales, F., Kongo, N.; Anzai, N.H.; Cabral., M.M.C. Material de cama: qualidade, quantidade e efeito sobre o desempenho de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v 26, n. 1. p. 121-130. 1997.

Aquino, A. M: **Integrando Compostagem e Vermicompostagem na Reciclagem de Resíduos Orgânicos Domésticos**. EMBRAPA. Circular Técnica. N 12.2005.

Araújo, A.S.F.; Monteiro, R.T.R. Indicadores biológicos de qualidade do solo Uberlândia. **Biosciencie Journal**. v. 23. n.3. p. 66-75, 2007.

Araújo, J.S.; Oliveira V. Braga, G. C. Desempenho de frangos de corte criados em diferentes tipos de cama e taxa de lotação. **Ciência Animal Brasileira**. v. 8. n. 1. p 59-64. jan/mar. 2007.

Augusto, K.V.Z. Comentário Avícola: Produção de fertilizantes a partir dos dejetos de aves. **Revista Avicultura Industrial**. 2009.

Augusto, K.V.Z. Manejo de dejetos em granjas de postura comercial. **Avicultura Industrial** nº 05. 2005.

Ávila, V. S., Costa, C. A. F., Figueiredo, E. A. P., Rosa, P. S., Oliveira, U., Abreu, V. M. N. **Materiais alternativos, em substituição a maravalha como cama de frangos**. Comunicado Técnico 465, Embrapa CNPSA, Concórdia SC, 2007.

Ávila, V. S., Jaenish, F. R. F., Pieniz, L. C., Ledur, M. C., Albino, L. F. T., Oliveira, P. A. V. **Produção e manejo de frangos de corte**. Série Documentos N.28, Embrapa CNPSA, Concórdia SC, 1992.

Avisite. **Dados sobre a produção de frangos de corte em 2010** – Artigo

Produção e mercado em resumo da Revista de Av. Site, Produção Animal. Avicultura – Edição 45. Janeiro de 2011.

Avizom - Associação dos Avicultores da Zona da Mata. **Projeto de pesquisa: Cama de frango**. Visconde do Rio Branco. MG. 2006

Baird, C. **Química Ambiental**. 2 Ed. Porto Alegre: 622 p. 2002.

Bampi. V. **Avicultura Industrial brasileira é a melhor da mundo**. ENGORMIX Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-avicultura/industria-carne/artigos/avicultura-industrial-brasileira-melhor-t291/471-p0.htm>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2011.

Berna, V. **Como fazer educação ambiental**. São Paulo: Paulus. 2001. 142 p.

Bilgili, S.E.; Montenegro, G.I.; Hess, J.B.; Eckman, M.K. **Sand as litter for rearing broiler chickens**, Journal Applied Poultry Research B: 345-351. 1999.

Blake, J.P. **Managing and processing poultry manure**. In: Congresso Nacional de Medicina Veterinária. 2 Santiago. 2000. Anales, p. 1-5.

Brasil, Lei Federal nº 6938 de 31 de agosto de 1981. Brasília. Senado Federal, 1981.

Brasil, Lei n.9.795, de 2 de abril de 1999. Dispõe sobre a Educação Ambiental Institui a Política Nacional de Educação Ambiental e da outras providências. Meio Ambiente Administração Municipal. 2. Ed. Porto Alegre. Famurs, p. 3279-382. 2001

Brasil, Ministério da Agricultura. Decreto Nº 86.955. de 18 de fevereiro da 1982.

Brasil, Resolução do conselho Nacional de Meio Ambiente. Conama nº 237 de 19 de dezembro de 1997.

Bowers, B.D.; Hess, J.B.; Bilgili, S.F. et. al. Sand litter temperatures during brooding. J. Appl. Poultry Res. V. 12, p 271-274, 2003.

Callisto, M.; Goncalves, J.F. Ir. A vida nas águas das montanhas. Ciência Hoje. v. 31, p.68-71, 2002.

Chang, M.H.; Chen, T.C. Reduction of broiler house malodor by direct feeding of a Lactobacilli containing probiotic. International Journal of

Poultry Science, v. 2. P. 313-317, 2003.

Chernaki-Leffer, A.M.; Biesdores M.; Almeida, L.M.; Leffer, E.V.G.; Vigne F. Isolamento de Enterobacterias em *Alphitobius Diaperinus* e na cama da aviários no oeste do Estado do Panamá. Brasil. Revista Brasileira de Ciência Avícola, v. 4, p243- 242, 2002.

Coelho, M.B.; Kornegay, E.T. Phytase in animal nutrition and waste management. BASF 728 pp. 1996.

Correa, E. K. Produção de Suínos sobre cama, Pelotas, 2003.

Corrier DE.; Hinton A Jr.; Hargis B.; DeLoach JR. Effect of used litter from floor pens of adult broilers on *Salmonella* colonization of broiler chicks. *Avian Dis.* 1992 Oct-Dec;36(4):897-902.

Corrier DE.; Nisbet DJ.; Hollister AG.; Scanlan CM.; Hargis BM.; DeLoach JR. Development of defined cultures of indigenous cecal bacteria to control salmonellosis in broiler chicks. *Poult Sci.* 1993 Jun;72(6):1164-8.

Dai Prá, M. A. Desenvolvimento de um Sistema de Compostagem para o Tratamento de Dejetos de Suínos. Pelotas, 2006. 153 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. 2006.

Dai Prá, M. A., Corrêa, E. K., Corrêa, L. B., Lobo, M. S., Sperotto, L., Mores, E. Compostagem como alternativa para gestão ambiental na produção de suínos. Editora EVANGRAF, Porto Alegre, RS, 2009.

Dai Prá, M. A., Corrêa, E. K., Roll, V. F., Xavier, E. G., Lopes, D. C. N., Lourenço, F. F., Zanusso, J. T., Roll, A. P. Uso de cal virgem para o controle de *Salmonella* spp e *Clostridium* spp em cama de aviário, *Ciência Rural*, UFSM, Santa Maria RS, 2008.

Demétrio, R. Efeitos da aplicação de matéria orgânica sobre a biomassa – Carga microbiana do solo e o crescimento e absorção de nitrogênio em milho (*Zea mays* L.). Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí, RJ. 1988.

Dias, G. F. Educação Ambiental: princípios e práticas. 2 Edição. São Paulo: Gaia, 2001. 551 p.

Diniz Philo, E. T.; Mesquita, L. X.; Oliveira, A. M.; Nunes, C. G. F.; Lira,

J. F. B. A. prática da compostagem no manejo sustentável de solos. Revista Verde, v.2, p 27-36, 2007.

Embrapa 2005. Embrapa vai investigar eficácia de métodos para reutilização da cama de aviário. 2005, Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/agronoticias/noticias.php?ld=1679>> . Acesso em: 14 de março de 2011.

Giroto, A. F.; Ávila. V. S. 2003. Cama de aviário. Avicultura Industrial 94 (1114): 14-15.

Giroto, A. F.; Ávila. V.S.2003. Embrapa Suínos e Aves, Sistema de produção de Frangos de Corte, jan/2003. Disponível em: <<http://sistemas-deproducao.cnptia.embrapa.br/PontesHTML/Ave/producaoDeFrangoDeCorte/Importancia-Economica.html>> . Acesso em: 15 de março de 2011.

Hernandes, R. Cazetta, J.O. Método simples e acessível para determinar amônia liberada pela cama aviaria. Rev. Bras. Zootec., 30(3) 824-829, 2001.

Hernandes, R. Cazetta, J.O. Moraes, V.M.B. Frações nitrogenarias, glicidas e amônia liberada pela cama de frangos de corre em diferentes densidades e tempos de confinamento. Rev. Bras. Zootec., v.31, n.4. p. 1795-1802, 2002.

Jacob, P. Educar para a sustentabilidade: complexidade, reflexividade, desafios. Educação e pesquisa. V.31. n. 2. p. 233-250, 2005.

Kiehl, E. J. Fertilizantes Orgânicos. São Paulo. Editora Agronômica Ceras, 1985. 492p.

Kiehl, E. J. Manual de Compostagem: Maturação e qualidade do composto Piracicaba SF. 1998.

Lott, Amônia. In: Avicultura Industrial, Amônia. Grandes problemas mesmo quando você não vê. Edição 1111/2003.

Loureiro, C.F.B Educar, participar, transformar em educação ambiental. Revista Brasileira de Educação Ambiental. N O. p.13-20, nov., 2004.

Louzada, J.N.C. Bioindicadores de qualidades ambiental. Departamento de Biologia. UFL. V Congresso Brasileiro de Ecologia. Porto Alegre, RS, 2001.

Lucas, J.; Santos, T.M.B, Oliveira, RA; Possibilidade de uso de dejetos no melo rural. In: Workshop Mudanças Climáticas Globais e Agropecuária Brasileira. I, 1999, Campinas Memoria. Embrapa Melo Ambiente, 1999. p. 42.

Maguire, R.O.: DOU. Z.; Sims.J.T.; Brake, J.; Joern, B.C. Dietary strategies for reduced phosphorus excretion and improved water quality. *Journal of Environmental Quality*, v.34, p. 2093-2113, 2005.

Mattias, J.L.; Moreira, I.C.L.; Ceretta, C.A.; Pocojeski, E.; Giroto. E.; Trentin, E.E. Lixiviação de Cobre, Zinco e Manganês no solo sob aplicação de dejetos líquidos de suínos.2004. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ppgcs/congressos/Fertbio2004/Fs239.pdf> x Acesso em: 11 de janeiro de 2011.

Menezes, J. F. S., Konzen, E. A., Alvarenga, R. C., Silva, G. P., Pimenta, F. F., Cama de frango na agricultura: perspectivas e viabilidade técnica e econômica. *Boletim Técnico N. 3, FESURV, Rio Verde GO*, 2004.

Milaré. Édís. Direito do ambiente: doutrina, jurisprudência glossário. São Paulo. Revista dos Tribunais, 2004.

Moore, Jr. P.A.; Daniel. T.C.; Edwards, D.R.Reducing phosphorus runoff and Inhibiting ammonia loss from poultry manure with aluminum sulfate. *Journal of Enviromental Quality*, V.29, n.1, p. 29-37, 2000.

Nascimento, A.M.; Silveira, A.P.C.; Costa, K.; Riehi. L.A.S.R.; Santos, Z.A.M. Química e meio ambiente. Reciclagem de lixo e química verde, papel, vidro, pet, metal, orgânico. Secretaria de educação. Curso Formação continuada Ciências de Natureza, Matemática e Suas Tecnologias, 2005.

Neme, R., Sakomura, N. K., Oliveira, M. D. S., Longo, F. A., Figueiredo, A. N. Adição de gesso agrícola em três tipos de cama de aviário na fixação de nitrogênio e no desempenho de frangos de corte. *Ciência Rural UFSM, Santa Maria RS*, v.30, nº 4, 2000.

Oliveira, M.C.; Almeida, C.V.; Andrade, D.O.; Rodrigues, S.M.M. Teor de matéria seca ph e amônia volatilizada, da cama de frango tratada ou nao com diferentes aditivos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 4, p. 951-954, 2003.

Oliveira, M.C.; Carvalho, I.D. Rendimento e lesões em carcaça fran-

gos de corte criados em diferentes camas e densidades populacionais. *Cienc.Agrotec.*, Lavras. V.26, n. 5, p.1076-1081, set/out.,2002.

Oliveira, P.A.V.; Higarashi, M.M.; Nunes, M.L.A Informe Embrapa-efeito Estufa Suinocultura Industrial, ed.172, 2003.

Oviedo-Rondón, E.O. Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37. (Suppl) p. 239-252, 2008.

Ozores-Hamton, M. et al. Effect of age of composted MSW and biosolid on weed seed germination. *Compost Scienc and Utilization*, v.7, p. 51-57, 1999.

Paganini, F.J.; Manejo da cama. Macari M. (Eds) Produção de frangos de corte. Campinas, Facta. p.107-116; 2004.

Paiva, D.P. Cartilha de compostagem de carcaças e resíduos das criações na propriedade rural. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, cartilha, 2006.

Paiva, E.C.R.. A qualidade agronômica do composto produzido a partir de carcaças de frango e diferentes materiais orgânicos. I Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Bauru, 2010.

Palhares, J.C.P; Manejo Ambiental. In: Embrapa Suínos e Aves. In Sistemas de Produção de Frangos de Corte. Disponível em: [http://sistemas-deproducao.enptiaembrapa.br/FontesHTML/Ave/ ProducaoDeFrangoDeCorte/Preservacao.html](http://sistemas-deproducao.enptiaembrapa.br/FontesHTML/Ave/ProducaoDeFrangoDeCorte/Preservacao.html) Acesso em: 24 de março de 2009.

Perdomo, C.C. Suinocultura e meio ambiente. In Workshop Mudanças Climáticas Globais E A Agropecuária Brasileira: I; 1999, Campinas, Memória Embrapa Meio Ambiente, 1999, p. 43.

Santos, E.C.; Cotta, J.T.B.; Muniz, J.A.; Fonseca, R.A.; Torres, D.M. Avaliação de alguns materiais usados como cama sobre o desempenho de frangos de corte. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.24, n. 4, p. 1024-1030, 2000

Santos, T.M.B.; Lucas Junior, J. Utilização de resíduos da avicultura de corte para a produção de energia. In: Zootec, 2003; Congresso Internacional de Zootecnia, 5.; Congresso Nacional de Zootecnia, 13., 2003, Uberaba, 2003. p. 131-141

Saviozzi, A.; Levi-Minzi, R.; Riffaldi, R.; Benetti, A. Evaluation garbage

compost. BioCycle, Emmaus, v.33, p.72-75, 1992.

Seganfredo, M.A. Os dejetos de suínos são um fertilizante ou um poluente do solo?. Cadernos de Ciência e Tecnologia (EMBRAPA), Brasília, v.16, n.3, p. 129-141, 1999.

Silva, C.A.; Andreoli, C.V. Compostagem como alternativa a disposição final dos resíduos sólidos gerados na CEASA CURITIBA/PR, Engenharia Ambiental, v.7, p. 27-40, 2010

Simioni Jr., J.R.; Homma, S.K.; Gomes, J.D.F.; Predosa, V.B.; Xavier, J.K.; Chagas, P.R.R. Efeito da aplicação de diferentes aditivos na cama avícola sobre os níveis de amônia volatilizada. I Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais Emissão de Gases Associados a Produção Animal e ao Manejo de Dejetos. 2009

Tiquia, S. M.; Tam, N. F. Y. Fate of nitrogen during composting of chicken litter. Environmental Pollution, Oxford, N. 4, V. 110, 2000.

Tiquia, S.M.; Tam, N.F.Y. Elimination of Phytotoxicity during co-composting of spent pig-manure sawdust litter and pig sludge. Bioresource Technology, 65, p. 43-49, 1998.

Ullman, J.L.; Mukhtar, S.; Lacey, R.E.; Carey, J.B. A review of literature concerning odors, ammonia, and dust from broiler production facilities: 4. Remedial management practices. Journal of Applied poultry Research, V.13, p.521-531, 2004.

Wang, W.; Keturi, P.H. Comparative seed germination test using ten plant species for toxicity assessment of a metal engraving effluent sample. Water Air and Soil Pollution, v.52, p. 369-376. 1990

Warmann, P.R. Evaluation of seed germination and growth tests for assessing compost maturity. Compost Science and Utilitaion. V.7, p.33-57, 1999.

Zocche, J.J. Bioindicadores de qualidade ambiental. Laboratorio de Ecologia de Paisagem Universidade do Extremo Sul Cartaginense – UNESC, 2007. Apostila didatica pela disciplina de Analise Ambiental.

Zucconi, F. Evaluating toxicity of immature compost. BioCycle, Emmaus, v.22, P.27-29, 1981.

AUTORES

Marcos Antonio Dai Prá Máster en Producción Animal por la Universidade Federal de Pelotas – UFPEL, Brasil. Médico Veterinario Sanitarista BRF Brasil Foods SA. Email: marcos.pra@brf-bf.com

Victor Fernando Büttow Roll Post-Doctor, en Producción Animal por la Universidad Autònoma de Barcelona, España. Doctor en Producción Animal por la Universidad de Zaragoza – España. Máster en Nutrición Animal e Ingeniero Agrónomo por la UFPEL. Profesor en el Curso de Zootecnia UFPEL. Email: roll98@ufpel.edu.br

Érico Kunde Corrêa Post-Doctor, en reducción de la polución y disminución del impacto ambiental de actividades agropecuarias. Doctor en Biotecnología Agrícola - compostaje de deyecciones y Máster en Producción Animal por la UFPEL. Especialización en Educación Inclusiva. Ingeniero Agrónomo por la UFPEL. Profesor de la UFPEL en los cursos de Ingeniería Sanitaria y Ambiental y Bachillerato en Biotecnología. Email: ericokundecorrea@yahoo.com.br

Aline Piccini Roll Doctoranda del Programa de Postgrado en Zootecnia de la UFPEL con intercambio académico en la Universidad Autònoma de Barcelona, España. Máster en Nutrición Animal y Médica Veterinaria, graduada por la UFPEL con intercambio académico en la Universidad de Zaragoza, España. Email: apiroll@yahoo.es

Edgar Mores Zootecnista graduado por la Universidad Federal de Santa Maria – UFSM, Brasil. Gerente de Producción Agropecuaria BRF Brasil Foods S/A. Email: Edgar.mores@brasilfoods.com

Luciara Bilhalva Corrêa Doctora y Máster en Educación Ambiental por la FURG, Brasil. Graduada en Ciencias Domésticas por la UFPEL. Profesora en el Curso de Ingeniería Sanitaria y Ambiental UFPEL. Líneas de investigación que actúa: Gestión; educación, residuos sólidos, residuos sólidos de servicios de salud, complejidad y educación en escuelas. Email: luciarabc@gmail.com

Pablo Machado Mendes Máster en Biotecnología por la UFPEL, Brasil. Graduado en Tecnología en Control Ambiental por el Centro Federal de Educación Tecnológica de Pelotas, Brasil. Funcionario en la UFPEL, actúa como coordinador de la Coordinadora de Gestión Ambiental – CGA. Email: pablomachadomendes@gmail.com