

## Consideraciones Prácticas para Reducir el Riesgo de Pododermatitis

**S.F. Bilgili y J. B. Hess** – Departamento de Ciencias Avícolas, Universidad de Auburn, Auburn, AL 36849 USA

**J. Donald** – Departamento de Ingeniería de Biosistemas, Universidad de Auburn, Auburn, AL 36849 USA

**B. Fancher** – Aviagen, Inc., Huntsville, AL 35805 USA

### Resumen

#### Introducción

La pododermatitis o dermatitis del cojinete o almohadilla plantar es un tipo de inflamación de la piel (dermatitis) por contacto, que afecta principalmente a la planta del pie y la piel de la articulación del tarso. La incidencia y la severidad de este problema tienen implicaciones económicas y de bienestar animal. Es posible adoptar medidas prácticas para reducir el riesgo de que se desarrolle este padecimiento. En el presente documento, describimos algunos procedimientos que se pueden adoptar con respecto al manejo ambiental, la nutrición y la salud intestinal. Los programas efectivos de manejo del medio ambiente, nutrición óptima, alimentación e integridad intestinal son esenciales para reducir la incidencia y la severidad de la pododermatitis en las parvadas comerciales.

#### Papel del Manejo Ambiental en el Galpón para Reducir la Pododermatitis

Obviamente, el factor que más contribuye a causar pododermatitis es el material de cama, tanto por su cantidad como por su calidad. El tamaño de las partículas de cama, el uso excesivo de la misma y su apelmazamiento reducen su calidad y aumentan el riesgo de pododermatitis. Frecuentemente, la principal causa de este problema es la cama húmeda y apelmazada, por lo que la buena ventilación es un aspecto clave para su prevención.

- El objetivo es mantener la humedad relativa entre 50 y 70%. La ventilación debe eliminar suficiente agua de la cama para impedir que se humedezca.
- Las tasas de ventilación se deben ajustar con la edad, pues conforme las aves crecen, depositan más humedad en la cama y exhalan más humedad hacia el aire. Las tasas de ventilación se deben ajustar tomando en cuenta estos aspectos.
- La ventilación se debe manejar de tal manera que el aire de nuevo ingreso se acondicione antes de tener contacto con las aves o la cama. El aire frío se debe llevar a un punto alto de la nave y con suficiente velocidad para lograr que se mezcle con el aire caliente que ya existe en el interior, antes de que tenga contacto con las aves o la cama.
- Es necesario que la construcción no permita la infiltración del aire procedente del exterior, pues esto reduciría la velocidad del paso del aire por las entradas que se colocan especialmente para este fin, y puede causar condensación de humedad en la cama y en las paredes laterales.

#### Papel de la Nutrición y los Programas de Alimentación para Reducir el Riesgo de Pododermatitis

La densidad de los nutrientes, la composición de la ración y los programas de alimentación tienen efectos significativos sobre la salud y el desempeño del pollo de engorde.

- Las dietas altas en proteína pueden producir un aumento en el consumo de agua, lo que aumenta la humedad de la cama.
- Los carbohidratos no digeribles (polisacáridos no amiláceos) de las fuentes de proteína vegetal (como la torta, pasta o harina de soya o soja) pueden causar un aumento en la viscosidad de la materia fecal, que se adhiere a los cojinetes plantares. Existen en el comercio enzimas que pueden ayudar a reducir los niveles de estos carbohidratos en la dieta.
- Las raciones formuladas con torta de soya como fuente principal de proteína, frecuentemente se asocian con una mayor incidencia de pododermatitis. Este ingrediente puede hacer que las heces sean pegajosas y se eleve su pH, lo cual puede irritar la superficie inferior de las patas.
- Cualquier factor que haga que aumente el consumo de agua (como la ingestión de niveles elevados de sodio, potasio o magnesio) contribuye a aumentar la humedad de la cama.

#### Papel de la Salud Intestinal para Reducir el Riesgo de Pododermatitis

Es esencial que el intestino esté sano y funcional para mantener la buena calidad de la cama. Cualquier problema de salud o estrés que afecte la integridad o el funcionamiento del intestino, comúnmente hace que la cama se humedezca. Es por ello que es importante controlar los problemas de salud utilizando programas anticoccidiales apropiados y limitando los factores que causen estrés a la parvada.

#### Conclusión

La pododermatitis es un problema multifactorial con consecuencias tanto económicas como de bienestar animal. El entendimiento profundo de los factores que contribuyen a causar este problema, particularmente en las áreas de nutrición, salud intestinal y manejo ambiental, así como la comprensión de los métodos apropiados de control que se deben poner en práctica con respecto a estos rubros, ayudarán a reducir la incidencia y la severidad de la pododermatitis en las parvadas.

## Consideraciones Prácticas para Reducir el Riesgo de Pododermatitis

### Introducción

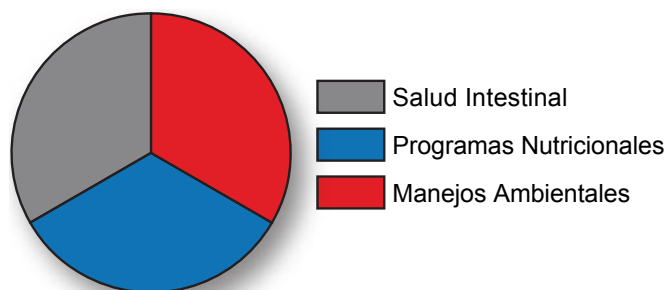
La pododermatitis o dermatitis del cojinete o almohadilla plantar, es un tipo de inflamación de la piel (dermatitis) que afecta principalmente la superficie de la planta del pie, la piel de la articulación del tarso y, en casos severos, se puede ver acompañada de lesiones en el área del hueso de la quilla pectoral (Greene et al., 1985). Las lesiones histológicas asociadas con este problema, indican una dermatitis inespecífica caracterizada por úlceras pequeñas o grandes, con engrosamiento de la capa de queratina y la epidermis, frecuentemente infiltradas con células inflamatorias (Bilgili et al., 2009). También se han reportado infecciones secundarias a pododermatitis (Hester, 1994). Dado que, en casos severos, es posible que el ave experimente dolor e incomodidad (Martland, 1984), la incidencia y la severidad de la pododermatitis constituyen un problema de bienestar animal (Broom y Reefmann, 2005) e incluso un parámetro de auditoría (Consejo Nacional del Pollo, 2005; Directriz de la Unión Europea sobre Pollo de Engorde, y diversas Legislaciones Nacionales Europeas).

La incidencia de la pododermatitis puede variar de 0 a 100% en las parvadas de pollos productores de carne (Ekstrand et al., 1998). En los últimos diez años se ha incrementado de manera importante la demanda de patas de pollo en los mercados asiáticos (Christensen, 1996). El deterioro de la calidad causa una caída abrupta en el precio de estas patas para exportación (Bilgili y Hess, 1997).

Es posible adoptar medidas prácticas para reducir el riesgo de que los pollos desarrollen pododermatitis. Este documento describe algunas consideraciones prácticas en las áreas de nutrición, salud intestinal y manejo del ambiente del galpón.

### Factores de Riesgo en la Etiología de la Pododermatitis

La información actual sobre la etiología de esta enfermedad señala una compleja interacción entre tres factores importantes de riesgo:



El manejo efectivo del ambiente, la nutrición óptima con buenos programas de alimentación y la integridad intestinal son factores esenciales para minimizar la incidencia y la severidad de la pododermatitis en avicultura. La infraestructura para el crecimiento de los pollos (tipos de naves, comederos, bebederos, sistemas de calefacción y ventilación, material de cama, etc.) y los programas de manejo (densidad de población, programas de iluminación, limpieza y peso al mercado) dictaminan como deben ser los programas de manejo del medio ambiente. Los programas de ventilación, especialmente los de ventilación mínima tanto en su frecuencia como en su velocidad, son críticos para reducir la condensación del agua y eliminar la humedad del galpón (y de la cama).

La incidencia de pododermatitis puede variar entre las diferentes estirpes y cruas comerciales (Renden et al., 1992; Ekstrand et al., 1998; Kestin y Sorenson, 1999; Bilgili et al., 2006). La incidencia y la severidad de este problema aumentan cuando las parvadas de pollos de engorde se llevan a mayores pesos de mercado, en comparación con las aves más livianas (Bilgili et al., 2006). Esto a nadie sorprende, porque al aumentar la masa corporal se incrementa también la presión ejercida sobre las plantas podales. La combinación de un mayor peso al mercado y un aumento en la carga fecal (nitrógeno) en la cama, causan irritación continua y prolongada en la piel (Stephenson et al., 1960; McIlroy et al., 1987; Menzies et al., 1998). Por el contrario, Ekstrand (1997) observó que las aves que se sacrificaban a mayor edad pero cuyas dietas contenían menor densidad de nutrientes, presentaban una incidencia más baja de pododermatitis gracias a una mejor cicatrización de las lesiones.

El efecto del género sobre la pododermatitis siempre se ha confundido con el peso al mercado pues, en general, se ha observado una mayor incidencia y severidad en machos que en hembras (Stephenson et al., 1960; Bruce et al., 1990; Cravener et al., 1992; Menzies et al., 1998; Bilgili et al., 2006), aunque otro autor (Berg, 1998) no encontró efecto alguno del género. La piel de las hembras de engorde es más delgada, contiene una menor matriz de proteína y colágeno, y se considera más susceptible a lesiones y úlceras que la de los machos (Harms et al., 1977).

Las altas densidades de población conllevan mayor presión sobre el manejo de las parvadas y esto frecuentemente hace que se deteriore con rapidez la calidad de la cama (McIlroy et al., 1987; Gordon, 1992). La densidad elevada de población también puede hacer que se deteriore la calidad del aire, aumente la humedad relativa y la carga fecal de la cama, aumentando así la prevalencia de pododermatitis, y lesiones en tarsos y pechugas (Cravener et al., 1992; Harms et al., 1997).

## **Papel del Manejo del Ambiente del Galpón para Reducir el Riesgo de Pododermatitis**

Las aves pasan la mayor parte de su vida en íntimo contacto con el material de cama. Por lo tanto, el factor que contribuye de manera más obvia a causar pododermatitis es la cama, tanto por su cantidad como por su calidad. Aun cuando algunos investigadores han publicado que existe poco efecto del material de cama sobre este problema (Bruce et al., 1990; Lien et al., 1998), trabajos más recientes (Bilgili et al., 2009) demostraron que la incidencia de pododermatitis variaba entre los diferentes materiales de cama, en paralelo con las calificaciones de humedad y apelmazamiento de la misma. Es natural que los pollos jueguen con la cama, la picoteen y la rasquen con las uñas, lo cual favorece su aireación y reduce el tamaño de las partículas de cama, desbaratando los grumos. No obstante, la cama de partícula muy grande, su uso excesivo y su apelmazamiento deterioran la calidad de este material e impiden que las aves realicen estas funciones sobre ella. Los materiales de cama con bordes filosos (viruta grande de madera, paja picada, etc.) pueden aumentar la incidencia de pododermatitis al causar heridas punzantes o desgarres del cojinete plantar por acción abrasiva.

En algunos casos se ha observado pododermatitis en parvadas de engorde desarrolladas sobre cama relativamente seca, aunque una de las causas principales es frecuentemente la cama húmeda y apelmazada. Es por ello, que la buena ventilación para controlar la humedad de la nave es una herramienta clave que se puede utilizar para prevenir el desarrollo de pododermatitis. En clima caluroso la ventilación funciona principalmente para controlar la temperatura y esto casi siempre controla también la humedad de manera efectiva, impidiendo que la cama se humedezca y se apelmace. Por esta razón, es mucho menos probable que exista pododermatitis bajo condiciones de calor. Por el contrario, durante el clima frío, la ventilación se mantiene al mínimo y esto aumenta el riesgo de que la cama se humedezca demasiado y se desarrolle pododermatitis de forma difundida en la parvada. En clima frío el objetivo principal de la ventilación debe ser controlar la humedad, mientras que la temperatura se maneja con suficiente calefacción y buenos sistemas de ventilación.

***El objetivo es mantener la humedad relativa entre el 50 y 70%, haciendo que la ventilación recoja suficiente agua de la cama e impida que se humedezca.***

Para lograr una buena eliminación de la humedad, se requiere que los encargados entiendan bien los principios de la ventilación para manejo de la humedad en las naves avícolas. El éxito de la ventilación en clima frío, constituye un reto particular por el aparente conflicto entre la necesidad de calentar el ambiente y la necesidad de ventilar, lo que introduce aire frío del exterior. Incluso los encargados principiantes y los supervisores saben que cuando los extractores están en marcha durante el clima frío, las criadoras y calefactores también se encienden y esto aumenta los costos de combustible. Lo que es menos obvio a simple vista, es que el hecho de no proporcionar suficiente ventilación también puede ser muy costoso porque reduce la salud y el rendimiento de la parvada, incluyendo el desarrollo de pododermatitis.

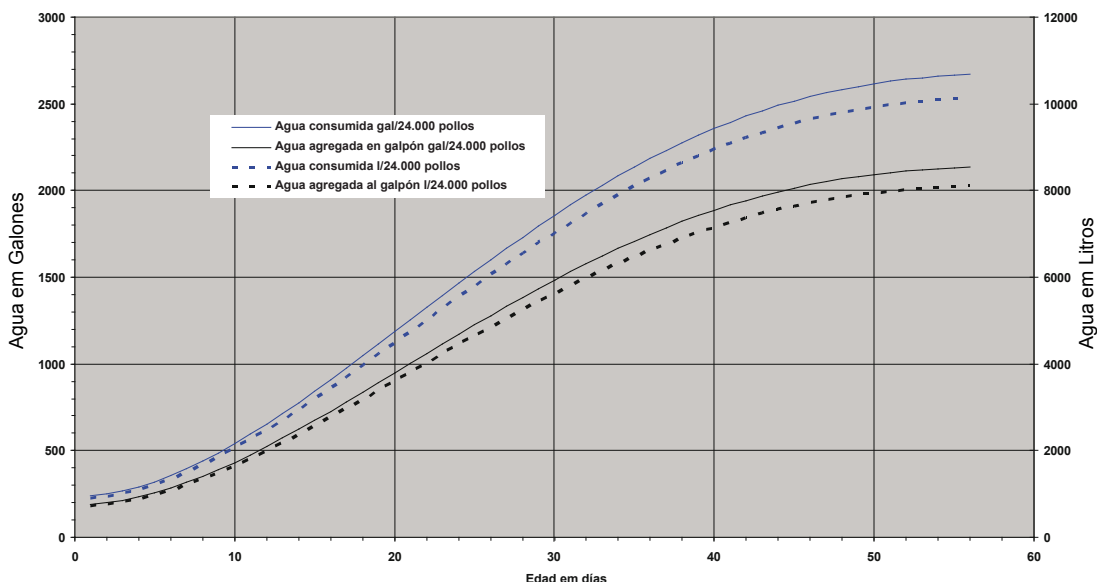
Es por ello que a menudo se considera que el término “ventilación mínima”, significa reducir al mínimo el tiempo de funcionamiento de los extractores en clima frío para ahorrar en el consumo de combustible. Sin embargo, este “mínimo” también debe incluir cuando menos, suficiente tiempo de los extractores en marcha para asegurar buenos niveles de oxígeno y de calidad del aire, especialmente considerando la humedad relativa. Como explicaremos más adelante, la calefacción (especialmente durante los primeros días del engorde), es importante para acondicionar el aire que introducen los sistemas de ventilación. Por lo anterior, el calentamiento y la ventilación se deben considerar como sistemas que trabajan en armonía y no en contraposición.

## **Aspectos Esenciales que los Encargados de los Galpones Deben Comprender sobre la Eliminación de la Humedad**

1. Por cada unidad de alimento que consume un ave, bebe aproximadamente 1.75 unidades de agua, pero retiene solamente cerca del 20% del agua y la utiliza para crecer, mientras que el resto lo elimina del organismo y una gran parte llega a la cama en forma de materia fecal, aunque otro poco sale hacia el aire a través de la respiración. Consecuentemente, las aves agregan una gran cantidad de humedad a la nave (principalmente a la cama) y esto aumenta conforme las aves adquieren mayor edad. Con base en los valores antes mencionados y en los objetivos que Ross ha publicado sobre el consumo de alimento para el rendimiento de los pollos de engorde machos (2007), la Figura 1 muestra la cantidad diaria de agua que las aves consumen y luego depositan en el galpón, tomando como ejemplo una parvada de 24,000 pollos machos durante un período de engorde de 8 semanas bajo condiciones de temperatura moderada. A los 7 días de edad, 1,000 pollos machos pueden agregar aproximadamente 2.60 litros (0.69 galones)/hora, pero a los 49 días agregan alrededor de 17.11 litros (4.52 galones)/hora a la cama. Nótese que, en este ejemplo, las cantidades estimadas de agua que se agregan al galpón diariamente son acordes al consumo de alimento y, por lo tanto, a la curva de crecimiento. El consumo de agua se puede ver influenciado por diversos factores, como los siguientes:

- a. Bajo condiciones de estrés por calor las aves consumen más agua que cuando se encuentran a temperaturas más bajas.
- b. Las aves con acceso restringido al alimento (ya sea por restricción física o bajo programas de iluminación) beben menos agua.
- c. La composición de la dieta (sal, densidad de energía, diversos suplementos alimenticios) y la calidad del agua, pueden afectar significativamente el consumo de ésta.
- d. Las prácticas de manejo que pueden afectar el consumo de agua son: la altura del bebedero, el mantenimiento de la tubería (enjuague y limpieza con regularidad), ubicación de las líneas de agua dentro del galpón y presión del agua. La presión se puede ver afectada por el regulador de la línea, la limpieza del filtro, la bomba del pozo y las fallas de corriente.

**Figura 1:** Consumo aproximado diario de agua y agregación de agua al galpón por una parvada de 24,000 pollos machos durante un ciclo de engorde



2. La única manera práctica de eliminar el exceso de humedad de la nave es mediante la ventilación. Para entender cómo el aire de la ventilación puede sacar el agua de la nave en clima frío, lluvioso o incluso cuando está nevando, es necesario comprender el concepto de la humedad relativa (HR). La cantidad de agua que un volumen de aire puede retener varía considerablemente de acuerdo con la temperatura del aire: el aire caliente puede retener mucho más agua que el aire frío. En otras palabras, la capacidad de retención de agua del aire es relativa a su temperatura. Por ejemplo, a 4.4°C (40°F), 28.32 m<sup>3</sup> (1,000 pies<sup>3</sup>) de aire saturado (100% de HR) pueden retener aproximadamente 186 ml (6.3 oz) de agua. No obstante, si calentamos este aire a 15.6°C (60°F) ahora puede retener casi 379 ml (12.8 oz) de agua, pero como todavía contiene los mismos 186 ml (6.3 oz), ahora está reteniendo sólo la mitad de su capacidad total. Esto significa que su HR se ha reducido del 100% a 4.4°C (40°F) al 50% a 15.6°C (60°F).

**Como regla general, cada 11°C (20°F) de incremento en la temperatura del aire duplican su capacidad de retención de humedad.**

Esta característica explica por qué el hecho de calentar el aire frío y húmedo del exterior le permite absorber la humedad de la cama y del aire dentro de la nave. Es el mismo principio por el que funcionan las secadoras de ropa. El Cuadro 1 muestra las cantidades de agua que el aire puede retener a diferentes temperaturas, la HR, e ilustra cómo el aire frío del exterior a -1.1°C (30°F) y 100% de HR aumenta su capacidad de retención de agua de 4.5 litros/1,000 m<sup>3</sup> a 25.4 litros/1,000 m<sup>3</sup> (de 4.3 oz /1,000 pies<sup>3</sup> a 24.3 oz/1,000 pies<sup>3</sup>) cuando se calienta a 26.7°C (80°F). A 26.7°C (80°F) su HR bajaría a menos del 20%, permitiéndole recoger 13.3 litros/1,000 m<sup>3</sup> (12.7 oz/1,000 pies<sup>3</sup>) de agua del aire y de la cama y todavía quedarse con sólo un 70% de HR (13.3 litros + los 4.5 litros originales = 17.8 litros [12.7 oz + las 4.3 oz originales = 17 oz]), 70% de su capacidad a 26.7°C (80°F).

**Cuadro 1a:** Capacidad de retención de agua en el aire (°F y oz de agua/1.000 pies<sup>3</sup>)

TEMPERATURA DEL AIRE							
RH%	30°F	40°F	50°F	60°F	70°F	80°F	90°F
10	0.4	0.6	0.9	1.3	1.8	2.4	3.3
20	0.9	1.3	1.8	2.6	3.5	4.9	6.6
30	1.3	1.9	2.7	3.8	5.3	7.3	9.9
40	1.7	2.5	3.6	5.1	7.1	9.7	13.2
50	2.1	3.2	4.5	6.4	8.9	12.2	16.5
60	2.6	3.8	5.4	7.7	10.7	14.6	19.8
70	3.0	4.4	6.3	8.9	12.4	17.0	23.0
80	3.4	5.0	7.2	10.2	14.2	19.5	26.3
90	3.8	5.7	8.1	11.5	16.0	21.9	29.6
100	4.3	6.3	9.0	12.8	17.8	24.3	32.9

**Cuadro 1b:** Capacidad de retención de agua en el aire (°C y litros de agua/1,000 m<sup>3</sup>)

TEMPERATURA DEL AIRE							
RH%	-1.1°C	4.4°C	10°C	15.6°C	21.1°C	26.7°C	32.2°C
10	0.4	0.6	0.9	1.4	1.9	2.5	3.5
20	0.9	1.4	1.9	2.7	3.7	5.1	6.9
30	1.4	2.0	2.8	4.0	5.5	7.6	10.4
40	1.8	2.6	3.8	5.3	7.4	10.1	13.8
50	2.2	3.3	4.7	6.7	9.3	12.8	17.3
60	2.7	4.0	5.6	8.1	11.2	15.3	20.7
70	3.1	4.6	6.6	9.3	13.0	17.8	24.0
80	3.6	5.2	7.5	10.7	14.8	20.4	27.5
90	4.0	6.0	8.5	12.0	16.7	22.9	31.0
100	4.5	6.6	9.4	13.4	18.6	25.4	34.4

## Manejo de la Ventilación para Controlar la Humedad

Desde el punto de vista del manejo de la ventilación existen dos pasos básicos, esenciales para mantener la humedad relativa entre el 50 y el 70% y así conservar la humedad de la cama a niveles aceptables. Estos pasos son los siguientes:

**1. Proporcionar un flujo de suficiente aire por toda la nave de tal manera que, cuando salga, haya recogido suficiente humedad para mantener la humedad interior a un nivel deseable.** En otras palabras, conforme crecen las aves y van depositando más humedad en la cama y exhalando más humedad hacia el aire, la tasa de ventilación se debe ajustar al nivel necesario para eliminar dicha humedad.

Las tasas de ventilación mínima se basan en la cantidad de humedad que las aves agregan al galpón a diferentes edades, como explicamos anteriormente (véase la **Figura 1**) y en la cantidad de humedad que un volumen dado de aire puede absorber, considerando su temperatura inicial y su contenido de humedad (las condiciones del aire del exterior) y su capacidad de retención de humedad (HR) a la temperatura a la que se elevará conforme va ingresando a la nave (véase el **Cuadro 1**). En la práctica, en lugar de tener que sacar estos cálculos aritméticos continuamente, los productores utilizan cuadros para conocer las tasas de ventilación necesarias por ave (en pies<sup>3</sup> por minuto o en metros<sup>3</sup> por hora) para eliminar la humedad durante cada semana del engorde, según se muestra en el **Cuadro 2**.

**Cuadro 2:** Ejemplo de las tasas de ventilación por ave para eliminar correctamente la humedad

Edad (semanas)	Tasas de ventilación/ave	
	pies <sup>3</sup> /min	m <sup>3</sup> /hr
1	0.10	0.17
2	0.25	0.42
3	0.35	0.59
4	0.50	0.85
5	0.65	1.10
6	0.70	1.19
7	0.80	1.36
8	0.90	1.53

Las tasas de ventilación que se muestran en el **Cuadro 2** se consideran más que adecuadas para las condiciones de los climas húmedos subtropicales de latitud media (como el sureste de EE.UU.) para temperaturas exteriores del orden de -1.1 a 15.6°C (de 30 a 60°F) y se pueden ajustar de 10 a 20% hacia abajo cuando la temperatura exterior es menor y de 10 a 20% hacia arriba cuando la temperatura exterior es más alta.

La tasa de ventilación total que se necesita se obtiene multiplicando la tasa/ave por el número de aves en la parvada. Durante la ventilación mínima, normalmente se tiene un pequeño número de extractores encendiendo y apagando cíclicamente, por lo que el porcentaje del tiempo que se requiere que estén en marcha para proporcionar la tasa total necesaria de ventilación, se calcula dividiendo el número total de m<sup>3</sup>/hora (pies<sup>3</sup>/minuto) que se requieren, entre la capacidad en m<sup>3</sup>/hora (pies<sup>3</sup>/min) de los extractores que se estén usando.

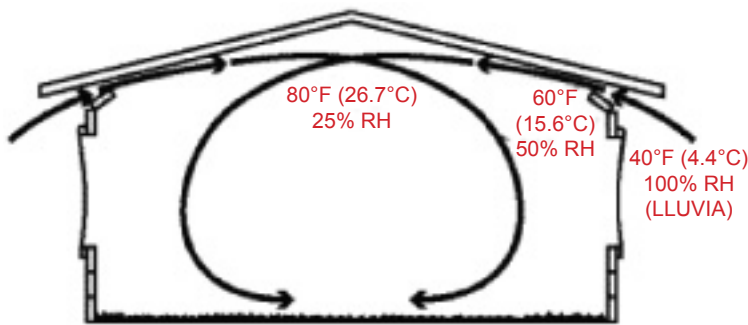
Por ejemplo, en un galpón con 20,000 aves durante la segunda semana, la tasa de ventilación que se necesita es 0.424 m<sup>3</sup>/hora x 20,000 = 8,480 m<sup>3</sup>/hora (0.25 pies<sup>3</sup>/min X 20,000 = 5,000 pies<sup>3</sup>/min). Si los extractores que se van a utilizar tienen una capacidad combinada de 50,940 m<sup>3</sup>/hora (30,000 pies<sup>3</sup>/min), los ventiladores deberán estar en marcha una sexta parte del tiempo (8,480 m<sup>3</sup>/hora ÷ 50,940 m<sup>3</sup>/hora = 0.167; 5,000 pies<sup>3</sup>/min ÷ 30,000 pies<sup>3</sup>/min = 0.167). Usando un reloj arrancador ("timer") de cinco minutos, esto significaría que los extractores deberán funcionar durante 50 segundos (0.167 X 300 segundos = 50 segundos).

Aun cuando las tasas de ventilación determinadas según hemos indicado son extremadamente útiles, los encargados deberán entender que sirven sólo como punto de partida para manejar con efectividad la ventilación y eliminar así la humedad. Es esencial supervisar la nave para ir registrando las condiciones reales y modificar acordemente las tasas de ventilación, para obtener el máximo rendimiento de la parvada y reducir la incidencia de pododermatitis. Se recomienda a los encargados utilizar un higrómetro, humidistato o medidor manual de humedad, de alta calidad, además de inspeccionar visual y físicamente tanto la nave como la cama en busca de signos de aumento de la humedad. Es muy importante recordar que cuando la cama húmeda es obvia, ya se habrán presentado durante varios días las condiciones para el desarrollo de pododermatitis.

**2. Manejar el flujo de aire de la ventilación de tal manera que el aire entrante se acondicione antes de tener contacto con las aves o con la cama.** El aire frío en contacto con la cama caliente no logra eliminar su humedad. Es por ello que el aire de nuevo ingreso resultante de la ventilación mínima debe entrar a la nave en un punto alto ya sea mediante entradas de techo o ático, en el caballete central o bien perimetrales en la parte superior del muro. Es necesario que el aire se dirija a través de la parte superior de la nave y a velocidad suficiente para que se mezcle completamente con el aire caliente que ya existe en el galpón, antes de tener contacto con las aves y con la cama.

La **Figura 2** (página siguiente) muestra un patrón mínimo adecuado de flujo del aire, con el aire fresco del exterior ingresando a través de entradas perimetrales, calentándose y secándose conforme viaja a través del área superior de la nave, para luego recoger la humedad de la parte inferior de la misma. Recuerde que los movimientos y el mezclado del aire en el galpón son más complejos de lo que se puede mostrar en este gráfico simplificado y, además, en EE.UU. y Europa existen muchas variaciones en el diseño y distribución de las entradas de aire para ventilación mínima. Incluso, en algunos diseños se utiliza la ayuda de ventiladores. Lo que todos ellos tienen en común, es que mantienen el aire de nuevo ingreso en una posición alta en la nave y lo secan conforme se va calentando al mezclarse completamente con el aire del interior.

**Figura 2:** Flujo del aire de ventilación mínima para acondicionar adecuadamente el aire de nuevo ingreso



El logro de un buen flujo del aire con ventilación mínima requiere ajustar correctamente las entradas de aire y mantener la presión estática adecuada, por lo general alrededor de 2.5 a 3.0 mm (de 0.10 a 0.12 pulgadas) de columna de agua en las naves de menos de 15.2 m (menos de 50 pies) de ancho. En las naves de más de 15.2 m (más de 50 pies) de ancho, será necesario aumentar la presión estática (a un máximo de 3.6 mm ó 0.14 pulgadas de columna de agua) y se necesitarán además ventiladores de mezclado y/o entradas en el techo para que el aire se mezcle correctamente en el área central del edificio. El diferencial de presión entre el interior y el exterior de la nave, es lo que genera suficiente velocidad del aire entrante (“vuelo”), para que se mezcle correctamente en un punto alto del galpón. Es por ello que la nave debe ser “hermética”, sin rendijas ni aberturas no planeadas que permitirían la entrada indeseable del aire frío del exterior. Dichos puntos de infiltración o rendijas hacen que se reduzca la velocidad del aire que ingresa por las entradas de aire y pueden causar condensación en la cama y en las paredes laterales. Las rendijas o infiltraciones más comunes son las persianas de los ventiladores que no cierran bien, tableros de paredes mal sellados y falta de sello en las cortinas de túnel o de las paredes laterales.

En muchos lugares es posible reducir, tanto la humedad de la cama como la humedad relativa, mediante el uso de ventiladores de mezclado o recirculación instalados en la parte superior de la nave. A diferencia de los ventiladores de ventilación mínima, los de mezclado por lo general se mantienen en marcha todo el tiempo en lugar de someterse a ciclos de encendido y apagado, de tal manera que pueden reducir considerablemente la estratificación de temperaturas, pues mantienen el aire que se encuentra en el interior de la nave en movimiento constante. Muchas variaciones de ventiladores de recirculación acomodados para revolver aproximadamente del 10 al 15% del volumen del edificio y colocados de tal manera que no creen corrientes de aire frío sobre las aves, han demostrado ser de un valor inmenso en los lugares de clima frío para reducir la pododermatitis. Los ventiladores de mezclado no sólo promueven la distribución uniforme de la temperatura, sino que también disminuyen los costos de combustible.

### **Papel de la Nutrición y los Programas de Alimentación para Reducir el Riesgo de Pododermatitis**

La densidad de nutrientes, la composición de la dieta y los programas de alimentación tienen efectos significativos sobre la salud y el rendimiento del pollo de engorde. Los programas nutricionales pueden establecer las condiciones e influenciar la pododermatitis directa e indirectamente. Las dietas con alta

densidad de nutrientes (Bilgili et al., 2006) y las formuladas para contener niveles elevados de sal (Mukrami et al., 2000) pueden producir una mayor incidencia de pododermatitis. Whitehead y Bannister (1981) publicaron que el aumento del nivel de proteína en la dieta afectaba negativamente la disponibilidad plasmática de biotina y afectaba adversamente la calidad de la piel del cojinete plantar. Se ha identificado que un aumento en el nivel de proteína de la dieta causa una sobrecarga de ácido úrico en los riñones, aumenta el consumo de agua y, por ende, incrementa la humedad de la cama (Gordon et al., 2003). La investigación reciente ha indicado que los alimentos con alta densidad de nutrientes, altos niveles de proteína y los que contienen harina de soya pueden generar mayores niveles de pododermatitis en los pollos (Nagaraj et al., 2007a). Sin embargo, las estirpes modernas de pollos responden de manera evidente a la densidad de nutrientes y ésta desempeña un papel crítico para elevar al máximo el margen sobre el costo de alimentación para la producción de carne de pollo. Un elemento clave en este sentido, es formular las raciones para que tengan una densidad óptima de aminoácidos pero con niveles mínimos de proteína bruta. Esto se logra formulando la dieta con base en aminoácidos digeribles y utilizando aminoácidos sintéticos.

Se cree que los carbohidratos no digeribles (polisacáridos insolubles o no amiláceos) procedentes de las fuentes de proteína vegetal (harina de soya, trigo, cebada, etc.) contribuyen a la presentación de pododermatitis mediante un incremento en la viscosidad de la materia fecal por lo que ésta se adhiere a los cojinetes plantares, aun cuando la humedad de la cama se encuentre en niveles aceptables. Existen en el comercio algunas enzimas que se pueden utilizar con las dietas que contienen niveles elevados de polisacáridos insolubles y esta práctica ha resultado promisoria para el control de la pododermatitis (Nagaraj et al., 2007b). Es importante consultar al proveedor de la enzima para asegurarse de incluir en la dieta los niveles correctos, de tal manera que el alimento terminado contenga suficiente actividad enzimática para lograr su propósito, después de considerar las mermas en la actividad enzimática que pueden ocurrir durante el proceso de acondicionamiento del alimento.

Las dietas vegetarianas, formuladas con harina (pasta o torta) de soya como fuente principal de proteína, a menudo aumentan la incidencia de pododermatitis. Eichner et al. (2007), incluyeron de 6 a 7% de harina de gluten de maíz a dietas 100% vegetarianas con el propósito de reducir la inclusión total de harina de soya, y esto redujo significativamente la incidencia de pododermatitis. La inclusión de harina de soya como fuente única de proteína ha sido motivo de críticas, pues es naturalmente deficiente en biotina y puede causar heces adherentes y con pH elevado (Abbott et al., 1969; Jensen et al., 1970; Nairn y Watson, 1972). Dadas las condiciones óptimas (pH >8 y humedad relativa <60%), las bacterias urolíticas de la cama convierten el nitrógeno del ácido úrico excretado en amoníaco. El pH fecal elevado y el amoníaco disuelto crean una condición altamente alcalina, lo que a su vez irrita químicamente los cojinetes plantares. En las áreas del mundo donde se reutiliza la cama (“cama caliente”) muchos de los tratamientos comerciales para la cama reducen la volatilización del amoníaco al reducir el pH de la cama. Estos tratamientos para la cama pueden ayudar a reducir la incidencia y la severidad de la pododermatitis, aun cuando la mayoría de ellos no tiene efectividad que dure toda la vida de la parvada (Nagaraj et al., 2007c).

Los factores que incrementan el consumo de agua (ingestión de niveles elevados de sodio, potasio o magnesio en el alimento y/o el agua) contribuyen a aumentar la humedad de la cama. La investigación ha mostrado que el zinc de la dieta procedente de fuentes orgánicas, reduce la incidencia y la severidad de la pododermatitis bajo condiciones de densidad elevada de población (Hess et al., 2001; Saenmahayak et al., 2008). Es necesario asegurar niveles adecuados de macro y micronutrientes suplementarios en las dietas, especialmente minerales traza (Zn) y vitaminas (biotina), para optimizar la salud de la piel y de las patas (Patrick et al., 1942; Chavez y Kratzer, 1972; Harms y Simpson, 1975; Murillo y Jensen, 1975; Hess et al., 2001; Clark et al., 2002). Otros aditivos como los ligantes minerales de arcilla (Van der Aa, 2008) no alcanzan a resolver los desafíos de manejo que hemos descrito, pero deben formar parte de un plan coordinado para mejorar la calidad del cojinetes plantar dentro de todo el complejo de soluciones.

### **Papel de la Salud Intestinal para Reducir el Riesgo de Pododermatitis**

Para mantener la buena calidad de la cama se requieren niveles óptimos de salud y funcionalidad del intestino. Cualquier desafío intestinal (bacterias, virus y parásitos) es causa de enteritis subclínica o clínica, que suele manifestarse en forma de diarrea y tránsito rápido del alimento. La cama húmeda es una consecuencia común de problemas en la salud intestinal, que se deben controlar aplicando programas anticoccidiales apropiados y de manejo de la microflora intestinal.

Cualquier factor de estrés (físico, químico o infeccioso) que afecte la integridad y la funcionalidad óptima del tracto gastrointestinal puede causar enteritis, diarrea, mala absorción y aumento en la velocidad de tránsito del alimento, todo lo cual incrementa rápidamente la excreción excesiva de nutrientes y humedad a la cama. Varias micotoxinas incrementan el consumo de agua y la producción de cama húmeda, por lo que se deben descartar rápidamente como factores que contribuyen en la etiología de la pododermatitis.

### **Conclusión**

La pododermatitis es un problema multifactorial de la industria avícola, con consecuencias económicas y de bienestar animal. El entendimiento profundo de los factores que contribuyen en la etiología de la pododermatitis, debe ayudar a los productores y encargados de las granjas avícolas a formular las medidas de control, particularmente en las áreas de nutrición, salud intestinal y manejo del ambiente de los galpones.

### **REFERENCIAS**

1. Abbott, W.W., J. R. Couch, and R. L. Atkinson, 1969. The incidence of foot-pad dermatitis in young turkey fed high levels of soybean meal. *Poult. Sci.* 48: 2186-2188.
2. Bilgili, S. F., and J. B. Hess, 1997. Maximizing chicken paw yield and quality. *Meat and Poultry*, May 1997, pp.54.
3. Bilgili, S. F., J. B. Hess and F. J. Hoerr, 2009. Foot Pad Dermatitis: Identification and Prevention. Zinpro Corp., Medina, MN.
4. Bilgili, S. F., J. B. Hess, J. P. Blake, K. S. Macklin, B. Saenmahayak, and J. L. Sibley, 2009. Influence of bedding material on foot pad dermatitis in broiler chickens. *J. Appl. Poult. Res.* 18: 583-589.
5. Bilgili, S. F., M. A. Alley, J. B., Hess, and M. Nagaraj, 2006. Influence of age and sex on foot pad quality and yield in broiler chickens reared on low and high density diets. *J. Appl. Poult. Res.* 15: 433-441.
6. Broom, D. M., and N. Reefmann, 2005. Chicken welfare as indicated by lesions on carcass in supermarkets. *British Poult. Sci.* 46: 407-414.
7. Bruce, D. W., S. G. McIlroy, and E. A. Goodall, 1990. Epidemiology of a contact dermatitis of broilers. *Avian Path.* 19: 523-538.
8. Chavez, E., and F. H. Kratzer, 1972. Prevention of foot pad dermatitis in poults with methionine. *Poult. Sci.* 51:1545-1548.
9. Christensen, H. 1996. PRESTO! An insatiable market in southern China and Hong Kong changes a chicken by-product into a snack food. *Poultry Marketing and Technology*. April/ May p. 38-41.
10. Clark, S., G. Hansen, P. McLean, P. Bond, W. G. Wakeman, R. Meadows, and S. Buda, 2002. Pododermatitis in turkeys. *Avian Dis.* 46:1038-1044.
11. Cravener, T.L., W. B. Roush, and M. M. Marshaly, 1992. Broiler production under varying population densities. *Poult. Sci.* 71: 427-433.
12. Eichner, G., S. L. Vieira, C. A. Torres, J. L. B., Coneglian, D. M. Freitas, and O. A. Oyarzabal, 2007. Litter moisture and foodpad dermatitis as affected by diets formulated on an all-vegetable basis or having the inclusion of poultry by-product. *J. Appl. Poult. Res.* 16:344-350.
13. Ekstrand, C., B. Algers, and J. Svedberg, 1997. Rearing conditions and foot-pad dermatitis in Swedish broiler chickens. *Prev. Vet. Med.* 31: 167-174.
14. Ekstrand, C., T. E. Carpenter, I. Anderson, and B. Algers, 1998. Prevalence and prevention of footpad dermatitis in broilers in Sweden. *British Poult. Sci.* 39: 318-324.
15. Gordon, S. H. 1992. The effect of broiler stocking density on bird welfare and performance. *British Poult. Sci.* 5: 1120-1121.
16. Gordon, S. H., A. W. Walker, and D. R. Charles, 2003. Feeding and broiler welfare. In: *Proceedings of the Symposium Measuring and Auditing Broiler Welfare- A Practical Guide*. University of Bristol, UK p.19.
17. Greene, J. A., R. M. McCracken, and R. T. Evans, 1985. A contact dermatitis of broilers-clinical and pathological findings. *Avian Path.* 14: 23-38.
18. Harms, R. B., B. L. Damron, and C. F. Simpson, 1977. Effect of wet litter and supplemental biotin and/or whey on the production of foot pad dermatitis in broilers. *Poult. Sci.* 56: 291-296.
19. Harms, R. H., and C. F. Simpson, 1975. Biotin as a possible cause of swelling and ulceration of foot pads. *Poult. Sci.* 54: 1711-1713.

20. Hess, J. B., S. F. Bilgili, A. M. Parson, and K. M. Downs, 2001. Influence of completed zinc products on live performance and carcass grade of broilers. *J. of Appl. Anim. Res.* 19: 49-60.
21. Hester, P. Y., 1994. The role of environment and management on leg abnormalities in meat type fowl. *Poult. Sci.* 73: 904-915.
22. Jensen, L. S., R. Martinson, and G. Schumaier, 1970. A foot pad dermatitis in turkey poulters associated with soybean meal. *Poult. Sci.* 49: 76-82.
23. Kestin, S. C., and P. Sorenson, 1999. Different commercial broiler crosses have different susceptibilities to leg weakness. *Poult. Sci.* 78: 1085-1090.
24. Lien, R. J., J. B. Hess, D. E. Conner, C. W. Wood, and R. A. Shelby, 1998. Peanut hulls as a litter source for broiler breeder replacement pullets. *Poult. Sci.* 77: 41-46.
25. Martland, M. F., 1984. Wet litter as a cause of plantar pododermatitis, leading to foot ulceration and lameness in fattening turkeys. *Avian Path.* 13: 241-252.
26. McIlroy, S. G., E. A. Goodall, and C. H. McMurray, 1987. A contact dermatitis of broiler-epidemiological findings. *Avian Path.* 16: 93-105.
27. Menzies, F. D., E. A. Goodall, D. A. McConaghy, and M. J. Alcorn, 1998. An update on the epidemiology of contact dermatitis in commercial broilers. *Avian Path.* 27: 174-180.
28. Mukrami, A. E., E. A. Saleh, S. F. Watkins, and P. W. Waldroup, 2000. Sodium source and level in broiler diets with and without high levels of animal protein. *J. of Appl. Poult. Res.* 9: 53-61.
29. Nagaraj, M., C. A. P. Wilson, J. B. Hess and S. F. Bilgili, 2007a. Effect of high protein and all vegetable diets on the incidence and severity of pododermatitis in broiler chickens. *J. Appl. Poult. Res.* 16: 304-312.
30. Nagaraj, M., J. B. Hess, and S. F. Bilgili, 2007b. Evaluation of a feed-grade enzyme in broiler diets to reduce pododermatitis. *J. Appl. Poult. Res.* 16(1): 52-61.
31. Nagaraj, M., C. A. P. Wilson, B. Saenmahayak, J. B. Hess, and S. F. Bilgili, 2007c. Efficacy of a litter amendment to reduce pododermatitis in broiler chickens. *J. Appl. Poult. Res.* (16): 255-261. National Chicken Council, 2005. Animal Welfare Guidelines and Audit Checklist, Washington, DC.
32. National Chicken Council, 2005. Animal Welfare Guidelines and Audit Checklist, Washington, DC. <http://www.nationalchickencouncil.com/aboutIndustry/detail.cfm?id=19>.
33. Patrick, H., R. V. Boucher, R. A. Dutcher, and H. C. Knandel, 1942. The nutritional significance of biotin in chick and poul nutrition. *Poult. Sci.* 21: 476.
34. Renden, J. A., S. F. Bilgili, and S. A. Kincaid, 1992. Live performance and carcass yield of broiler strain crosses provided either sixteen or twenty-three hours of light per day. *Poult. Sci.* 71: 1427-1435.
35. Saenmahayak, B., S. F. Bilgili, and J. B. Hess, 2008. Live and processing performance of broilers chickens fed diets supplemented with complexed zinc. *Poult. Sci.* 87 (Suppl.1): 173.
36. Stephenson, E. L., J. M. Bezanson, and C. F. Hall, 1960. Factors affecting the incidence and severity of a breast blister condition in broilers. *Poult. Sci.* 39: 1520-1524.
37. Van der Aa, A., 2008. Clay minerals to fight footpad lesions. *World Poultry* 24(12): 15-17.
38. Wang, G., C. Ekstrand, and J. Svedberg, 1998. Wet litter and perches as risk factors for the development of foot pad dermatitis in floor-housed hens. *British Poult. Sci.* 39: 191-197.
39. Weaver, W. D., and R. Meijerhof, 1991. The effect of different levels of relative humidity and air movement on litter conditions, ammonia levels, growth and carcass quality for broiler chickens. *Poult. Sci.* 70: 746-755.
40. Whitehead, C. C., and D. W. Bannister, 1981. Aspects of metabolism related to the occurrence of skin lesions in biotin-deficient chicks. *British Poult. Sci.* 22: 467-472.