



SALUD DE LAS PATAS

Compendio de
factores influyentes





CONTENIDOS

Sección 1: Descripción general.....	3
1.1 Acciones que pueden prevenir o reducir la incidencia y la magnitud del impacto de los problemas de salud de las patas.....	3
Sección 2: Introducción.....	4
2.1 Respuesta de Aviagen a los problemas de salud de las piernas	4
Sección 3: Descripción de los problemas de salud de las piernas	5
3.1 Tipos de aves afectadas por problemas de salud de las piernas.....	5
3.2 Consecuencias para el bienestar.....	5
3.3 Manipulación de las aves	5
Sección 4: Problemas comunes de salud de las piernas.....	6
4.1 Deformidades angulares de las piernas, deformidad en valgo y varo (VVD)	6
4.2 Discondroplasia tibial (TD)	6
4.3 Raquitismo	7
4.4 Fracturas de los huesos largos de la pierna.....	8
4.5 Dedos torcidos (CT).....	9
4.6 Rotura de tendones (RT).....	9
4.7 Desgarros musculares en machos	10
4.8 Condronecrosis bacteriana con osteomielitis (BCO) o necrosis de la cabeza femoral (FHN), y artrosis vertebral (VOA)	11
4.9 Reovirus aviares (ARV)	11
4.10 Sinovitis infecciosa.....	12
Sección 5: Salud entérica y salud de las piernas.....	13
Sección 6: Selección genética para mejorar la salud de las piernas.....	15
Sección 7: Incubación y salud de las piernas.....	17
Sección 8: Manejo de reproductoras y salud de las piernas.....	18
8.1 Peso corporal y uniformidad de las reproductoras.....	18
8.2 Ingesta temprana de las reproductoras.....	19
8.3 Perfil de iluminación y alimentación a demanda	20
8.4 Clasificación para manejar la uniformidad	21
8.5 Alimentación de reproductoras y manejo del peso corporal	21
8.6 Espacio de comedero de las reproductoras.....	22
8.7 Suministro de perchas para las reproductoras.....	22
8.8 Disponibilidad de agua.....	22
Sección 9: Manejo de pollos de engorde y salud de las piernas	23
9.1 Crecimiento temprano de los pollos de engorde	23
9.2 Programas de iluminación para los pollos de engorde	23
9.3 Intensidad de la luz para los pollos de engorde.....	23
9.4 Suministro de posaderos para los pollos de engorde	24
9.5 Suministro y altura del comedero para los pollos de engorde.....	24
Sección 10: Ensayos internos.....	25
Apéndices	28
Referencias.....	30

1

DESCRIPCIÓN GENERAL

1.1

ACCIONES QUE PUEDEN PREVENIR O REDUCIR LA INCIDENCIA Y LA MAGNITUD DEL IMPACTO DE LOS PROBLEMAS DE SALUD DE LAS PIERNAS

- Promover el correcto desarrollo fisiológico y óseo al equilibrar las cantidades de aminoácidos, calcio, fósforo y electrolitos en la dieta.
- Optimizar la salud intestinal para maximizar la absorción de los nutrientes disponibles necesarios para el desarrollo fisiológico y óseo.
- Seguir las mejores prácticas de limpieza y desinfección para reducir los riesgos de patógenos entre parvadas, y evaluar la eficacia de la limpieza antes de futuros alojamientos.
- Registrar todos los descartes de piernas en la hoja de registro de la parvada junto con la causa y evaluarlos para detectar tendencias (cambios).
- Reproductoras y pollos de engorde: alcanzar estándares clave de peso corporal y uniformidad por edad para promover un desarrollo fisiológico y óseo adecuado.
- Reproductoras: el consumo de alimento nunca debe mantenerse constante ni reducirse, y debe incrementarse de forma progresiva y sostenida entre las 9 y 16 semanas de edad, sin importar el aumento de peso.
- Reproductoras: introducir posaderos en la parte trasera y manejar adecuadamente las tablas en la producción para promover una mejor salud de las piernas.
- Consultar a un veterinario o a un gerente técnico para obtener ayuda si hay preocupaciones sobre la salud de las piernas de la parvada.

INTRODUCCIÓN

La salud de las piernas es un componente importante del bienestar de las reproductoras y de los pollos de engorde.

Los trastornos en las piernas, si son graves, pueden limitar la movilidad de los animales, lo que puede provocar dificultades de movilidad (por ejemplo, caminar, saltar y aparearse) (*Apéndice A*). Muchos de los problemas de salud de las piernas observados durante los períodos de levante y producción pueden reducirse mediante técnicas de manejo adecuadas.

Una buena salud de las piernas de las reproductoras y de los pollos de engorde es fundamental para lograr un rendimiento y un bienestar óptimos de la parvada. En este documento se describen los problemas comunes de salud de las piernas observados, y se ofrecen consejos de manejo y estrategias preventivas.

2.1

RESPUESTA DE AVIAGEN A LOS PROBLEMAS DE SALUD DE LAS PIERNAS

Aviagen ha demostrado que la salud de las piernas y el peso de los pollos de engorde han mejorado simultáneamente (Kapell et al., 2012). La importancia de la salud de las piernas se reconoció en la estrategia del programa de reproducción de Aviagen hace décadas, y las aves que mostraban signos de deterioro de la salud de las piernas quedaban excluidas como candidatas a la selección genética. La reducción de la prevalencia de trastornos de las piernas en el campo se atribuye a una selección genética rigurosa, que implica evaluaciones minuciosas de las candidatas para identificar y descartar aquellas con alteraciones en las piernas, tanto clínicas como subclínicas.

Adicionalmente, los valores genéticos de las aves con defectos subclínicos en las piernas permiten identificar líneas familiares con predisposición a estos problemas. A pesar de la baja base genética (heredabilidad) de los rasgos de salud de las piernas y sus correlaciones desfavorables con el peso corporal, las estrategias de selección simultánea para el rendimiento en vivo y la salud de las piernas han demostrado ser efectivas. Para lograr un progreso equilibrado en las líneas de pollos de engorde con pedigrí, es esencial contar con objetivos de selección amplios, que incluyan la producción de huevos, el bienestar, la adaptabilidad, la viabilidad y los rasgos de aptitud reproductiva. Este enfoque sigue beneficiando a la industria de pollos de engorde en todo el mundo.

DESCRIPCIÓN DE LOS PROBLEMAS DE SALUD DE LAS PIERNAS

3.1

TIPOS DE AVES AFECTADAS POR PROBLEMAS DE SALUD DE LAS PIERNAS

Aunque existe una variación sustancial en la incidencia de los trastornos de las piernas, se han observado indicios de problemas de salud de las piernas, tanto en el campo como en ensayos experimentales, en todos los genotipos comerciales modernos de pollos de engorde, incluidos los cruces de crecimiento lento. El riesgo de problemas de salud de las piernas es mayor en las parvadas mal gestionadas. Independientemente del genotipo, la ingesta temprana de alimento, y la velocidad y uniformidad del crecimiento son factores clave para optimizar el desarrollo fisiológico y reducir el riesgo de problemas de salud de las piernas en etapas posteriores de la vida.

3.2

CONSECUENCIAS PARA EL BIENESTAR

El bienestar animal es un tema complejo y polifacético con dimensiones científicas, éticas, económicas, culturales, sociales, religiosas y políticas. Abarca el estado físico y mental de un animal en relación con las condiciones en las que vive. Es importante entender que un buen bienestar es algo más que la ausencia de resultados negativos (por ejemplo, mortalidad) y debe incluir comportamientos positivos.

Teniendo esto en cuenta, la salud de las piernas es un aspecto crucial del bienestar porque influye directamente en la forma en que el ave interactúa con su entorno. Una buena salud de las piernas contribuye al bienestar, ya que el ave puede acceder fácilmente a la comida y al agua, e interactuar de forma natural con su entorno. Una mala salud de las piernas puede conducir a un bienestar deficiente, ya que la movilidad se ve comprometida.

Existe cierta heredabilidad en los rasgos de bienestar relacionados con la salud de las piernas, lo que les permite a las empresas de cría reducir continuamente la propensión genética a manifestar problemas de salud de las piernas en el campo. Sin embargo, la mayor influencia viene a través del manejo, ya que el avicultor influye directamente en el entorno con el que interactúa el ave.

3.3

MANIPULACIÓN DE AVES

Todas las personas que se ocupen de las aves deben tener experiencia y haber recibido la formación adecuada para comprender el manejo apropiado según la edad, el sexo y el propósito del ave. Deben aplicarse, supervisarse y revisarse periódicamente directrices claras sobre la manipulación de las aves. Las aves deben tomarse con cuidado y sujetarse de forma que se minimice o prevenga el malestar, los daños y las lesiones (por ejemplo, moretones o dislocaciones); para ello, es necesario asegurarse de que haya dos puntos de contacto en el ave: las piernas, las alas o los costados. Respete siempre las leyes y normativas nacionales y locales.

4



PROBLEMAS COMUNES DE SALUD DE LAS PIERNAS

4.1

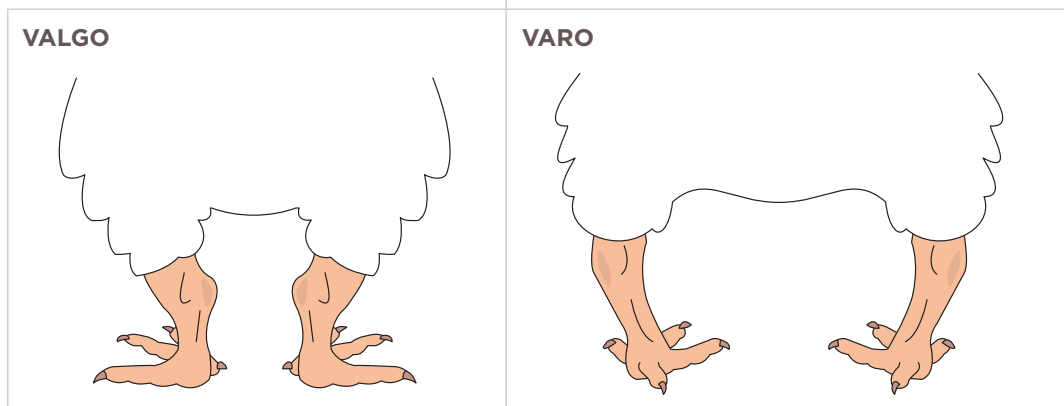
DEFORMIDADES ANGULARES DE LAS PIERNAS, DEFORMIDAD EN VALGO Y VARO (VVD)

El problema de salud de las piernas más común, tanto en reproductoras macho como en pollos de engorde, son las deformidades angulares de las piernas de diversos grados e incidencia (*figura 1*). Por lo general, lo que se observa es una desviación hacia fuera (valgo, rodillas en X, piernas torcidas) o hacia dentro (varo, piernas arqueadas) de los dos huesos que se unen en la articulación del tarso (tibiotarso y tarsometatarso). Puede afectar a una o a las dos piernas.

La deformidad en valgo y en varo de la articulación del tarso es una deformidad de la pierna en pollos de engorde y reproductoras macho. Esta afección suele predisponer al deslizamiento del tendón de Aquiles en la pierna afectada. Es frecuente observar lesiones submicroscópicas atribuibles a deficiencias nutricionales; estas deficiencias pueden deberse a una mala formulación de la dieta, o a factores que afectan la ingesta de alimento o el aporte de nutrientes al hueso en desarrollo. Tales lesiones crean irregularidades en la distribución del desarrollo de los vasos sanguíneos alrededor de las placas de crecimiento de los huesos largos, lo que da lugar a un crecimiento óseo desigual y al desarrollo de la condición en valgo o en varo.

Estas deformidades pueden ocurrir con mayor frecuencia en reproductoras macho que están por debajo del peso corporal estándar para su edad durante las primeras 12 semanas de vida o cuando la uniformidad del peso corporal de la parvada es pobre. Consulte la **Sección 8** para obtener consejos sobre el manejo de las reproductoras.

Figura 1
Articulaciones intertarsianas: valgo y varo.



4.2

DISCONDROPLASIA TIBIAL (TD)

La discondroplasia tibial (tibial dyschondroplasia, TD) se caracteriza por un tapón cartilaginoso en el extremo proximal del tibiotarso de los pollos en crecimiento. Las formas graves de este cartilago anormal provocan una pérdida de movilidad y, en última instancia, una reducción de la ingesta de alimento y del peso corporal.

La discondroplasia tibial se observa con mayor frecuencia después de los 20 días de edad y puede ser secundaria a casos anteriores de raquitismo. Experimentalmente, las proporciones más bajas de calcio y fósforo (calcio:fósforo) dan lugar a una mayor incidencia de TD. Junto con un desequilibrio de calcio:fósforo (especialmente, fósforo en concentraciones altas en relación con calcio), el cloruro en altas concentraciones también puede ser un precursor, sobre todo si hay cloruro y fósforo en concentraciones altas, y calcio en concentraciones bajas.

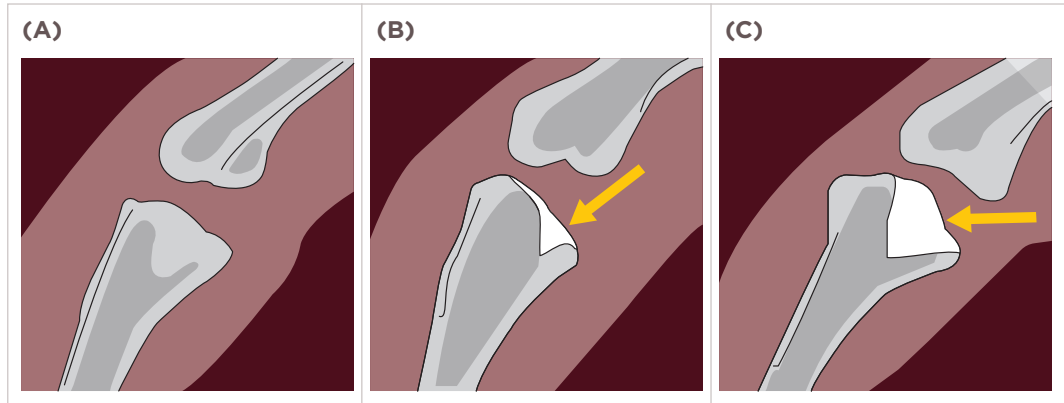
PROBLEMAS COMUNES DE SALUD DE LAS PIERNAS

A través de la selección genética, Aviagen ha disminuido significativamente la propensión a expresar la TD en los pollos de engorde en el campo. Sin embargo, como se ha descrito anteriormente, la TD puede inducirse experimentalmente mediante manipulaciones en la dieta.

La discondroplasia tibial se confirma en las autopsias, en las que los cortes longitudinales de la cabeza proximal de la tibia revelan un tapón cartilaginoso (**figura 2**). Mantener una relación calcio:fósforo óptima de 2 en aves jóvenes es importante para reducir el riesgo de TD.

Figura 2

Ilustraciones de las puntuaciones de TD (flechas amarillas): (A) sin lesiones, (B) lesiones moderadas y (C) lesiones graves.



4.3

RAQUITISMO

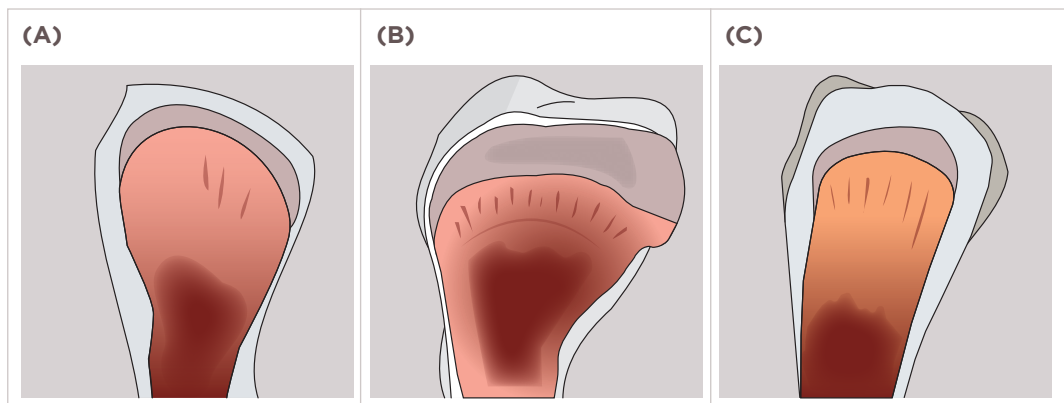
El raquitismo está causado por una deficiencia o un desequilibrio mineral en los pollos en crecimiento. Una deficiencia de calcio, fósforo o vitamina D₃ reduce la calcificación del esqueleto, lo que perjudica la integridad ósea y causa cojera. El raquitismo, que se observa sobre todo en aves jóvenes en crecimiento, también puede estar causado por una deficiencia de vitamina D₃, necesaria para la absorción y utilización del calcio, o por un exceso de fósforo.

Los pollitos cuya alimentación tiene concentraciones de calcio o vitamina D₃ inferiores a las recomendadas corren un mayor riesgo de padecer raquitismo por calcio, que presenta lesiones macroscópicas diferentes al raquitismo por deficiencia de fósforo. Las autopsias revelan cortes de tibia con esponjosa normal (la zona donde se deposita el hueso nuevo para el crecimiento), pero un cartílago de crecimiento alargado (raquitismo hipocalcémico).

Los pollitos cuya alimentación tiene calcio en altas concentraciones, pero fósforo en bajas concentraciones, muestran signos de raquitismo hipofosfatémico (concentraciones bajas de fósforo en la sangre) y dificultad para pararse. El raquitismo hipofosfatémico muestra un cartílago de crecimiento normal, pero una esponjosa primaria alargada (**figura 3**).

Figura 3

Ilustraciones de raquitismo: (A) sin lesiones, (B) hipocalcémico o deficiencia de vitamina D₃, y (C) hipofosfatémico.



El raquitismo puede ser secundario a la mala absorción de nutrientes (por ejemplo, vitamina D₃). Sin antioxidantes, la vitamina D₃ se degrada en el alimento. El síndrome de retraso del crecimiento y desarrollo (runting and stunting syndrome, RSS), la coccidiosis, y otros trastornos intestinales importantes o daños hepáticos pueden causar malabsorción. Además, las aflatoxinas u otras micotoxinas (como la ocratoxina, que puede causar daños hepáticos) pueden interferir en el metabolismo de la vitamina D₃, lo que conduce a una mala salud de las piernas.

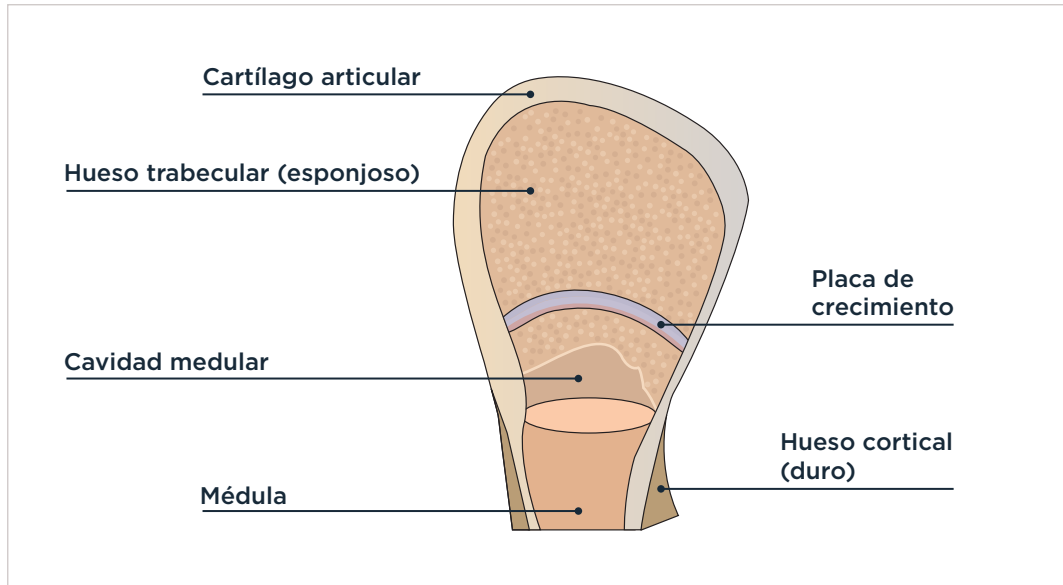
El tratamiento del raquitismo puede abordarse con productos que contengan metabolitos de la vitamina D₃ a través del agua o del alimento. Dependiendo del metabolito de la vitamina D₃, se consigue una tasa de utilización más rápida si se evita un paso de hidroxilación en el hígado o el riñón.

4.4

FRACTURAS DE LOS HUESOS LARGOS DE LA PIERNA

Las reproductoras con un crecimiento temprano deficiente tienen un mayor riesgo de sufrir fracturas óseas debido a la osteoporosis (Riddell et al., 1968). Las gallinas reproductoras tienen dos tipos de hueso: cortical/trabecular (estructural) y medular (**figura 4**). El hueso estructural mantiene la integridad física del esqueleto y el medular sirve como fuente de calcio para la formación de la cáscara del huevo. Una reducción en la cantidad de hueso estructural debilita la integridad ósea, lo que deriva en osteoporosis. Un desarrollo temprano deficiente de la estructura ósea, un período prolongado de producción muy elevada de huevos y una dieta baja en calcio o vitamina D₃ pueden convertirse colectivamente en factores desencadenantes de fracturas de los huesos largos de las piernas. La histopatología de las fracturas de los huesos largos (tibia o fémur) revela, a menudo, una pérdida sustancial de hueso trabecular.

Figura 4
Componentes estructurales del hueso.



Existen pruebas de que el pidolato de calcio mejora la disponibilidad y la absorción de calcio, y se utiliza para tratar la osteoporosis en humanos. El pidolato de calcio también está implicado en la biosíntesis de proteínas y conduce a la formación de aminoácidos, especialmente prolina, hidroxiprolina y arginina, que son aminoácidos estructurales implicados en la formación de colágeno. Estudios de campo recientes sugieren que la salud de las piernas de las reproductoras puede mejorar si se les suministra pidolato de calcio durante el levante.

También se requiere un equilibrio electrolítico dietético (dietary electrolyte balance, DEB) óptimo (DEB = 200-250 mEq/kg) para un desarrollo óseo adecuado y para mantener una buena calidad de la cama.

La prevención de las fracturas de huesos largos debe centrarse en los siguientes puntos:

- Desarrollo óseo temprano (0-8 semanas de edad).
- Nutrición temprana y aumento de peso corporal.
- Suministro de un alimento preiniciador con un contenido adecuado de nutrientes (para obtener más información, consulte las **Especificaciones de nutrientes para reproductoras**).
- Mejorar la uniformidad del peso corporal antes de la fotoestimulación.
- Evitar el aumento excesivo de peso corporal y la encarnamiento durante el período de producción.
- Evaluar las asignaciones de alimentación y los programas de iluminación.
- Garantizar contribuciones precisas de calcio y fósforo a partir de los ingredientes del alimento.
- Tamaño óptimo de las partículas de carbonato de calcio.
 - Granulometría fina (300-700 micras) en las dietas de levante.
 - Grueso (2000-3000 micras) en dietas de puesta.
- Minimizar la pérdida natural de hueso en la producción.
 - Utilizar una dieta preproducción antes de la fotoestimulación.
 - Suplemento de calcio a nivel de granja durante la puesta.
 - Suplemento de vitamina D₃ o sus metabolitos.

4.5

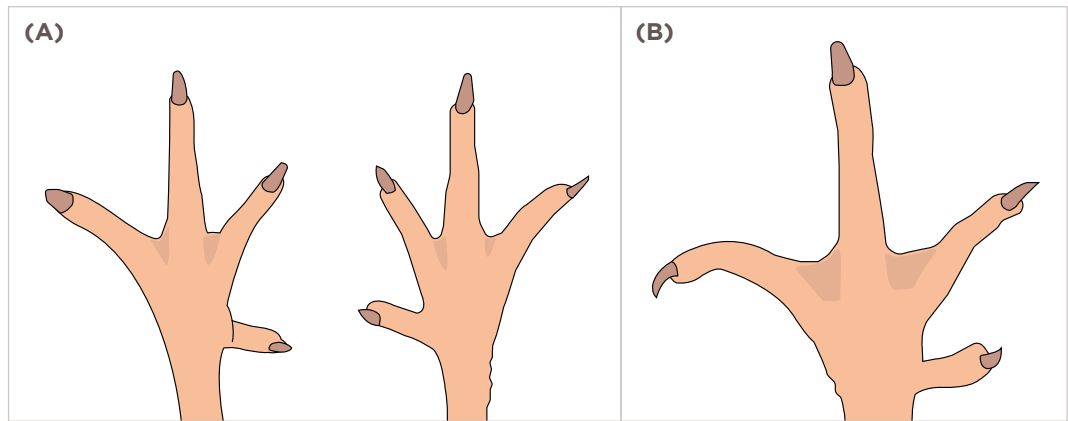
DEDOS TORCIDOS (CT)

Una desviación de las falanges (curvadas o dobladas) en uno o más de los dedos, lo que le da al pie una apariencia de cangrejo, se define como dedos torcidos (crooked toes, CT) (figura 5). Los dedos torcidos no deben confundirse con los dedos enroscados, una enfermedad rara causada por una deficiencia de riboflavina (vitamina B₂). El uso de alimentos iniciadores con bajo contenido de calcio eleva el riesgo de padecer CT.

Otro factor que puede conducir a una mayor incidencia de CT en las reproductoras macho es una densidad poblacional superior a la recomendada (3-4 machos/m² o 2.7-3.6 pies²/ave).

Dependiendo de la gravedad, los CT pueden afectar la movilidad y las puntuaciones de la marcha, y puede tener implicaciones para el bienestar. Aviagen registra la incidencia de CT y la incluye en los objetivos de selección para reducir la propensión genética a desarrollar la condición en el campo.

Figura 5
Ilustraciones de (A) sano comparado con CT (B).



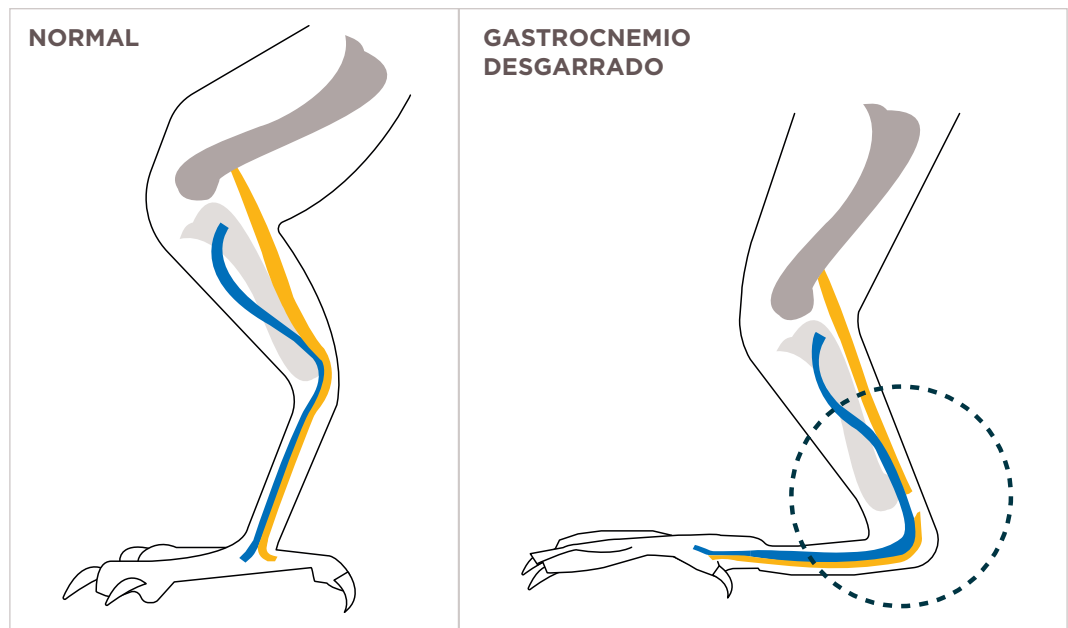
4.6

ROTURA DE TENDONES (RT)

La rotura de tendones (ruptured tendons, RT) se ha diagnosticado en reproductoras y, ocasionalmente, en pollos de engorde durante muchos años; los primeros casos se registraron en la década de 1950. Sin embargo, nuestro conocimiento de las causas de la RT ha mejorado mucho desde entonces. Ahora se sabe que varios factores predisponentes pueden contribuir a la RT, y cuando estos factores son suficientes en número y gravedad, uno o ambos tendones del gastrocnemio se rompen (figura 6). También es importante tener en cuenta que, aunque la RT se produce con mayor frecuencia durante la puesta temprana o media, es muy probable que el daño tendinoso (es decir, la pérdida de resistencia a la tracción) se haya producido antes en el ave (es decir, durante el levante).

Figura 6
Diagrama de un tendón gastrocnemio normal y roto.

- Flexor digital superficial
- Gastrocnemio
- Fémur
- Tibia





PROBLEMAS COMUNES DE SALUD DE LAS PIERNAS

Existe poca bibliografía científica que defina las causas de la RT en las aves de corral. Sin embargo, se han propuesto varias hipótesis, entre ellas la enfermedad degenerativa, las infecciones por algunos reovirus aviares (avian reoviruses, ARV) y algunas especies de la bacteria *estafilococos*. Se sospecha que la causa más común proviene de ciertos genotipos (serotipos) de ARV, que pueden causar artritis vírica (viral arthritis, VA).

Las dos causas infecciosas más frecuentes de la RT son los ARV y las infecciones bacterianas por *estafilococos*. Los ARV deben descartarse como causas de la RT durante los episodios de mayor incidencia. Las vacunas antirretrovirales con microbios vivos e inactivados pueden ayudar a reducir la gravedad de una infección.

Algunas cepas de *estafilococos* también producen enzimas proteasas que debilitan el tejido circundante, lo que puede dar lugar a roturas tendinosas posteriores. Deben descartarse las infecciones concurrentes o previas por ARV o *estafilococos* como factores contribuyentes a la RT.

Las causas no infecciosas deben ser parte de cualquier investigación de RT, incluyendo enfermedades degenerativas, aves con sobrepeso, manejo inadecuado de la slat, colocación y altura inadecuada del comedero, y aumentos inadecuados en la asignación de alimento (especialmente entre las 5 y 15 semanas de edad). Aunque las condiciones predisponentes exactas que conducen al daño degenerativo (y a la ruptura final) pueden ser difíciles de precisar, hay pruebas claras de que la aportación de nutrientes al tejido es de importancia crítica. Las aves alimentadas inadecuadamente durante el levante corren un mayor riesgo debido a la falta de ingesta de nutrientes necesarios para el crecimiento adecuado de los tendones y la resistencia a la tracción. Las enfermedades que afectan a la salud intestinal (por ejemplo, la coccidiosis, la gastroenteritis vírica y la disbacteriosis) pueden afectar negativamente a la absorción de nutrientes y al suministro de nutrientes al tejido tendinoso. Al igual que en el caso de la deformidad en valgo y varo (valgus-varus deformity, VVD), la ingesta de nutrientes durante las primeras 12 semanas es extremadamente importante para el correcto desarrollo de los tendones. Por lo tanto, puede haber un impacto adverso indirecto en la salud del tendón debido a una mala salud entérica, que debe tenerse en cuenta al investigar la RT (consulte la **Sección 5**).

4.7

DESGARROS MUSCULARES EN MACHOS

A pesar de su baja incidencia, recientemente se han notificado casos de lesiones de desgarros musculares en reproductoras macho. Los desgarros musculares en machos se han observado sobre todo en situaciones relacionadas con una uniformidad deficiente, como en el caso de parvadas sin clasificar, o en las que se practica la mezcla de machos y hembras durante el levante. Los machos afectados por desgarros musculares se observan ocasionalmente entre las 12 y las 20 semanas de edad. Sin embargo, la mayoría de los casos ocurren entre las 17 y 20 semanas de edad. La observación general es que las aves tienen una marcha extraña descrita como “caminata de pingüino” (de pie como un pingüino, **figura 7**). En las autopsias, las lesiones muestran un desgarro unilateral o, con más frecuencia, bilateral del músculo cuádriceps distal (músculos del muslo, **figura 8**). La histopatología muestra un desgarro muscular puro, sin afectación bacteriana o vírica.

Figura 7
Macho con postura de pingüino.

Figura 8
Desgarro muscular bilateral del músculo cuádriceps distal (músculos del muslo).





PROBLEMAS COMUNES DE SALUD DE LAS PIERNAS

La etiología exacta sigue siendo desconocida, pero se sospecha una ingesta inadecuada de los nutrientes necesarios para el correcto desarrollo de los músculos y de los tendones. La lesión parece exacerbarse en machos con un historial de peso corporal muy bajo a las 4 semanas o en aves criadas por debajo de las curvas de peso corporal recomendadas entre las 5 y las 12 semanas de edad. Lo más probable es que se manifieste a una edad más avanzada cuando las aves tienden a aumentar de peso, sobre todo debido al crecimiento del músculo pectoral, lo que provoca una presión desigual sobre el músculo cuádriceps, que puede causar su desgarro.

4.8

CONDRONECROSIS BACTERIANA CON OSTEOMIELITIS (BCO) O NECROSIS DE LA CABEZA FEMORAL (FHN), Y ARTROSIS VERTEBRAL (VOA)

La condronecrosis bacteriana con osteomielitis (bacterial chondronecrosis with osteomyelitis, BCO), formalmente conocida como necrosis de la cabeza femoral (femoral head necrosis, FHN), es una afección que se observa con mayor frecuencia en aves de menos de 20 semanas de edad con cabezas femorales inmaduras y mal calcificadas. Lo más probable es que haya pequeñas microfracturas en el extremo proximal del fémur o en la cabeza femoral, que es una articulación que soporta una gran carga mecánica en el pollo, especialmente en los pollos de engorde. Las bacterias pueden establecerse en las arteriolas terminales, lo que provoca una infección ósea (osteomielitis). La muerte celular prematura, la autólisis del cartílago, y la infección bacteriana concurrente del hueso y la médula ósea pueden afectar a diferentes partes del sistema óseo, aunque se observa con mayor frecuencia en la cabeza femoral. Se han aislado muchas especies diferentes de bacterias de lesiones de BCO, como *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), otras especies de *estafilococos*, cepas patógenas de *Enterococcus cecorum* (*E. cecorum*), *Enterococcus hirae* (*E. hirae*), *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*), diversas especies de *estreptococos* y *Escherichia coli* (*E. coli*). La mayoría de estas bacterias forman parte de la microbiota normal de las aves y no causan enfermedades. Sin embargo, también pueden ser patógenos oportunistas, y pueden estar implicados en infecciones de articulaciones, tendones y huesos. La *Staphylococcus aureus* puede estar asociada a afecciones como tenosinovitis, artritis y BCO. Existen varias especies de *estafilococos*, pero la *S. aureus* es la más importante desde el punto de vista clínico. La probabilidad de infección y de que se desarrolle una condición patológica puede depender de ciertas influencias ambientales, entre las que se incluyen las siguientes:

- Numerosos riesgos de origen bacteriano.
- Lesiones que permitan una vía de entrada bacteriana (incluidas afecciones que comprometan el revestimiento intestinal o respiratorio, por ejemplo, coccidiosis o virus respiratorios).
- Inmunosupresión o malestar.

Si uno o más de estos factores de riesgo están presentes en una parvada, puede haber un mayor riesgo de problemas bacterianos. Una alimentación insuficiente puede aumentar el riesgo de la enfermedad en el levante.

Además de la BCO, las infecciones bacterianas en cualquier articulación de la pierna, sobre todo en la articulación del tarso, pueden estar causadas por las bacterias mencionadas anteriormente. Sin embargo, la *S. aureus*, la *E. coli* y las *Enterococcus* spp. son las más comunes. En los últimos años, se han aislado con frecuencia *E. cecorum* y *E. faecalis*. La *E. cecorum* puede causar sinovitis, septicemia (pericarditis/perihepatitis) y artrosis vertebral (vertebral osteoarthritis, VOA). Las infecciones por VOA, más frecuentes en los machos, ejercen presión sobre la columna vertebral y provocan cojera por parálisis.

4.9

REOVIRUS AVIARES (ARV)

Los reovirus aviares pueden dividirse en tres grupos funcionales según su característica fenotípica (es decir, la patología que causan).

La *artritis vírica* suele provocar problemas en las piernas que afectan al tendón del gastrocnemio y, por lo tanto, a las articulaciones del tarso con RT asociada. Las cepas comunes son 1133, 1733 y 2177, de las cuales una o, a veces, dos se incluyen en una vacuna con microbios muertos, y una se incluiría en una vacuna con microbios vivos. Las bacterias, como la *estafilococo*, suelen ser invasores secundarios y pueden confluir con esta infección. La RT suele observarse después de las 17 semanas y dentro de las 6 primeras semanas de introducción en el galpón de puesta, concretamente dentro de las 2 primeras semanas de exposición al galpón y al equipo de puesta (nidos y slats),

PROBLEMAS COMUNES DE SALUD DE LAS PIERNAS

lo que coincide con la fotoestimulación y un aumento del peso corporal. A menudo se recomienda la administración temprana de vacunas con microbios vivos cuando existe un riesgo vírico con sus problemas resultantes.

El **síndrome de retraso del crecimiento y desarrollo (RSS)**, o los problemas entéricos tempranos, pueden ser consecuencia de una infección por reovirus, que parecen afectar al tracto intestinal, lo que daña las vellosidades y provoca una mala absorción de nutrientes. Sin embargo, los reovirus no siempre están implicados en el RSS. En cambio, en los casos de RSS se han identificado diversos virus entéricos, el reovirus puede ser uno de ellos (por ejemplo, parvovirus aviar, astrovirus aviar y rotavirus).

Los reovirus fue el virus original encontrado en ser asociado con el RSS que estaban asociados al RSS y son la razón por la que diferentes cepas son usadas en la mayoría de las vacunas muertas de reovirus.

En la mayoría de las vacunas muertas comerciales, se incluyen una o dos de estas cepas junto con cepas de VA para proporcionar transferencia de anticuerpos maternos (maternal antibody transfer, MAT) a la progenie para ayudar a combatir la exposición temprana durante las 2 primeras semanas de vida. Algunos ejemplos comunes de cepas entéricas de ARV incluyen la CO8, la 2408 y la SS412.

Las **cepas variantes de reovirus aviaries** han causado problemas en los últimos 10 a 15 años. Se detectaron por primera vez en EE. UU., pero ya se han identificado en muchas otras partes del mundo. Aunque se encuentran en las reproductoras, se observan con mayor frecuencia en pollos de engorde. Las cepas variantes de ARV suelen generar problemas en las piernas a partir de la segunda semana de edad, lo que compromete la uniformidad del grupo. Se han registrado incidencias de hasta un 20 %-30 % de aves afectadas. Si bien el tendón gastrocnemio puede verse afectado, es más común encontrar lesiones en el tendón flexor digital. Pueden observarse muchas anomalías estructurales diferentes en las piernas, y se han dado unos pocos casos de afectación neurológica. Estas cepas variantes pueden ser muy patógenas y fáciles de aislar. Pueden observarse respuestas inmunológicas desmesuradas, incluidos valores muy elevados en el ensayo de inmunoadsorción enzimática (enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA), tan solo unas semanas después de la infección. Además, se ha demostrado que los ARV pueden transmitirse verticalmente, un hecho que se desconocía. En zonas como los complejos integradores con riesgos víricos se ha recurrido al uso de autovacunas inactivadas (vacunas adaptadas) para proteger mejor a la progenie. En la actualidad, existe al menos una vacuna comercial con genotipos variantes incluidos.

4.10

SINOVITIS INFECCIOSA

La sinovitis infecciosa de los pollos está causada por la *Mycoplasma synoviae* (MS), una pequeña bacteria que carece de pared celular rígida. Aunque la incidencia de la MS no ha aumentado, su prevalencia se ha extendido, lo que ha provocado importantes problemas en muchos países (Landman, 2014). La incidencia de seropositividad en ponedoras de huevos comerciales puede oscilar entre el 70 % y el 90 % (Landman, 2014). La MS puede causar una amplia gama de problemas clínicos, como peritonitis de la yema del huevo; pérdidas en la producción de huevos, incluidos huevos más pequeños, grietas y degradaciones; anomalía del ápice de la cáscara del huevo (eggshell apex abnormality, EAA) en ponedoras comerciales y artropatía amiloide (Landman et al., 2001). La incubabilidad puede verse afectada en ponedoras comerciales y reproductoras (Stipkovits y Kempf, 1996). Aunque la MS sigue siendo una infección silenciosa y rara vez afecta a las aves reproductoras, en ocasiones se observa sinovitis por MS. El impacto económico que afecta a la industria de carne aviar es el resultado de la transmisión vertical de la MS de los progenitores a la progenie de pollos de engorde y de una amplia gama de diferentes manifestaciones de la infección, que pueden estar relacionadas con la cepa de la MS: sinovitis infecciosa (cojera y raquitismo), enfermedad respiratoria crónica (chronic respiratory disease, CRD), disminución del aumento de peso corporal, y una conversión alimenticia más pobre que conduce a un aumento de los costos de medicación y mayores tasas de decomiso. Las parvadas de reproductoras deben mantenerse libres de MS.

SALUD ENTÉRICA Y SALUD DE LAS PIERNAS

La salud entérica desempeña un papel fundamental en la salud y el bienestar general de las aves; impulsa la digestión y la absorción de nutrientes para el crecimiento, y representa una de las principales interfaces inmunitarias que impiden la entrada de patógenos en el cuerpo del ave.

Una buena salud entérica depende de la interacción entre los tejidos intestinales, la microbiota intestinal y el sistema inmunitario dentro del tracto intestinal (**figura 9**). Un desequilibrio en esta relación provoca un crecimiento y desarrollo deficientes de las aves, lo que repercute directamente en la salud de las piernas. Una buena salud intestinal significa que hay una absorción óptima de nutrientes para satisfacer las demandas del hueso en desarrollo.

El primer paso es garantizar el correcto desarrollo de los tejidos intestinales durante los primeros años de vida del ave. La superficie del intestino delgado está cubierta por vellosidades encargadas de aumentar la superficie de absorción de nutrientes: cuanto más largas sean estas, mayor será la capacidad del ave para absorber nutrientes. Durante la crianza, las vellosidades se desarrollan rápido, y la tasa de crecimiento disminuye significativamente después de los primeros 7 a 10 días de vida. El crecimiento adecuado de las vellosidades requiere el suministro de alimento y agua, temperaturas correctas y un entorno confortable. Si no se proporcionan las condiciones de crianza adecuadas, el desarrollo de las vellosidades puede ser deficiente, lo que da lugar a un tracto intestinal con una capacidad de absorción reducida. Las vellosidades están recubiertas por una única capa de células responsables de la absorción de los nutrientes digeridos por el ave. Estas células se renuevan con frecuencia durante toda la vida del ave. Durante el período de crianza, estas células tienen una alta demanda metabólica y nutricional, ya que están creciendo rápidamente; por lo tanto, las condiciones óptimas de crianza son esenciales para el establecimiento de estas células.

Dentro del tracto intestinal existe una gran comunidad de bacterias (conocida como microbiota intestinal). Estas bacterias son esenciales para promover y mantener la salud entérica. Sin embargo, hay miembros normales de esta comunidad que pueden causar enfermedades si pasan del tracto intestinal al cuerpo del ave (por ejemplo, *E. cecorum*, *E. coli*, *S. aureus*). Las células que recubren las vellosidades se mantienen unidas por uniones estrechas y forman una barrera que impide que las bacterias pasen del tracto intestinal a los tejidos intestinales. Esta barrera puede fallar debido a infecciones, estrés por calor, mala calidad de los ingredientes, desequilibrio de la microbiota intestinal y micotoxinas. Tras el fallo de la barrera, se reduce la absorción de nutrientes, lo que puede provocar un crecimiento deficiente de las aves y un sobrecrecimiento bacteriano en el tracto intestinal (disbacteriosis). Además, las bacterias pueden pasar a los tejidos intestinales, donde son o pueden ser transportadas por la sangre a los huesos y las articulaciones, donde pueden causar enfermedades. Por lo tanto, garantizar un buen manejo, una nutrición óptima y estrategias de control de enfermedades son esenciales para mantener la integridad de esta barrera.

La ingesta temprana de alimento es importante para estimular el tracto intestinal inmaduro para que empiece a producir las enzimas necesarias para digerir las proteínas, los carbohidratos y los lípidos del alimento. También promueve la expresión de transportadores de nutrientes a lo largo de la superficie del intestino delgado para garantizar una absorción óptima de los nutrientes digeridos. Otro vínculo clave entre el desarrollo intestinal temprano y la salud ósea es la mineralización de los huesos. Al nacer, los huesos no están mineralizados, pero se mineralizan rápidamente durante

SALUD ENTÉRICA Y SALUD DE LAS PIERNAS

las dos primeras semanas de vida. El tracto intestinal es más eficiente en la absorción de calcio durante las 2 primeras semanas de vida para satisfacer este rápido desarrollo de los huesos y la demanda de calcio. Por lo tanto, promover una ingesta óptima de nutrientes y el desarrollo intestinal durante la crianza es fundamental para las demandas nutricionales del desarrollo óseo temprano.

La absorción de nutrientes a lo largo del tracto gastrointestinal también depende en gran medida de la velocidad de paso de los nutrientes y de la viscosidad del contenido intestinal. Una velocidad de paso del alimento a través del tracto intestinal deseablemente más lenta aumenta el tiempo de contacto entre el alimento ingerido y la superficie intestinal. Sin embargo, si una velocidad de paso más lenta va acompañada de un aumento de la viscosidad, puede reducirse la absorción de nutrientes y aumentar el riesgo de sobrecrecimiento bacteriano. La molleja controla la velocidad de paso del alimento al intestino delgado; si no se estimula la molleja, su desarrollo puede verse afectado, lo que provocaría un aumento de la velocidad de paso del alimento y una menor eficacia en la absorción de nutrientes.

Centrarse en el desarrollo temprano del tracto intestinal es importante para la salud entérica a largo plazo, por lo que es más beneficioso para la salud de las piernas. Sin embargo, la salud entérica debe controlarse y fomentarse durante toda la vida del ave para reducir el riesgo de que los patógenos invadan los tejidos del ave y garantizar que los huesos reciban todos los nutrientes que necesitan.

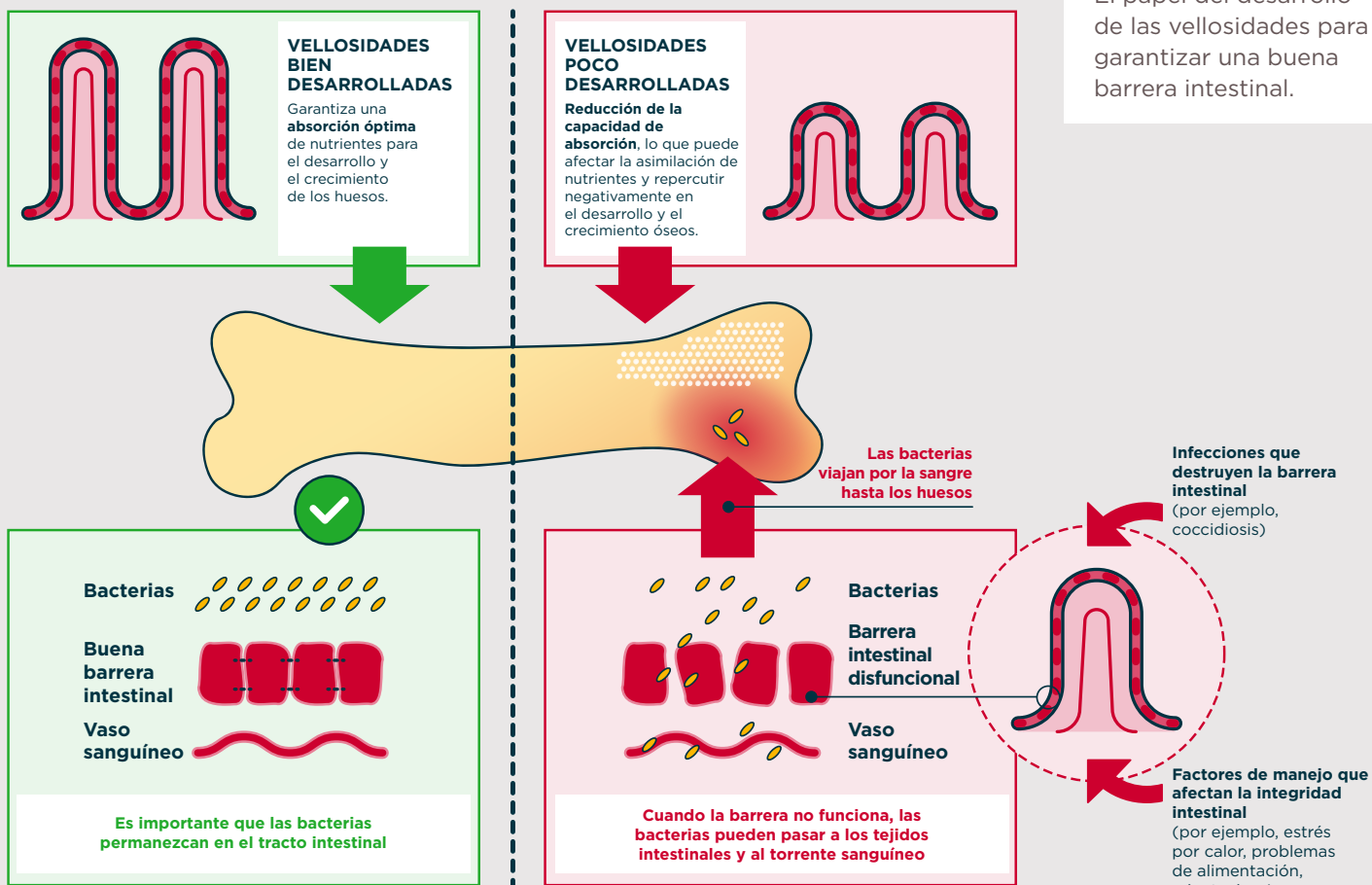


Figura 9
El papel del desarrollo de las vellosidades para garantizar una buena barrera intestinal.

6



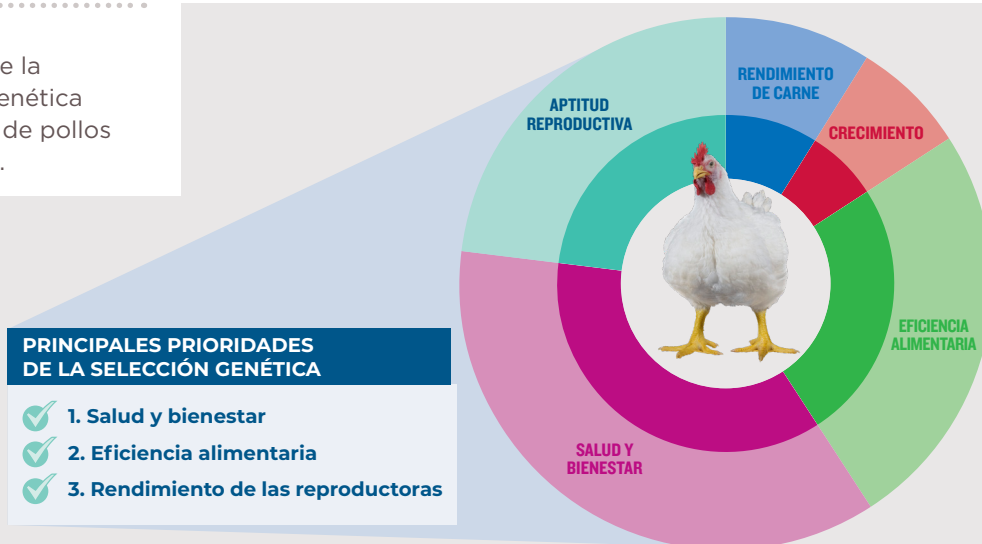
SELECCIÓN GENÉTICA PARA MEJORAR LA SALUD DE LAS PIERNAS

La mejora de la salud de las piernas ha sido uno de los objetivos de Aviagen durante décadas (Kapell et al., 2012).

Las características de salud y bienestar ocupan una parte importante en el proceso de selección equilibrada, y se combinan con la eficiencia biológica y el rendimiento, como se muestra en la **figura 10**.

Figura 10

Objetivos de la selección genética equilibrada de pollos de engorde.



Durante el proceso de selección genética, se les realiza un examen físico a todos los candidatos a selección de pedigrí (machos y hembras) para detectar incidencias clínicas y subclínicas de deformidades de los huesos largos (long bone deformities, LD), como las piernas arqueadas que se observan con la VVD, así como la CT y la TD. Durante el proceso de selección, la evaluación de la salud de las piernas comienza con una evaluación visual de las piernas para detectar LD y CT, seguida de una evaluación de la capacidad para caminar mediante un sistema de puntuación de la marcha (**figura 11**).

Figura 11

Evaluación visual de la salud de las piernas y la capacidad para caminar.

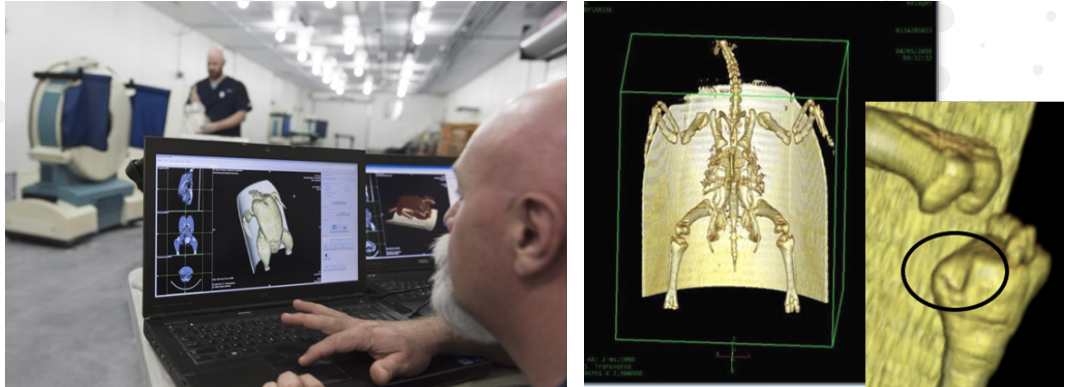


SELECCIÓN GENÉTICA PARA MEJORAR LA SALUD DE LAS PIERNAS

La evaluación visual se complementa con una tomografía computarizada (TC) de todo el cuerpo para detectar signos de TD clínica y subclínica mediante imágenes tridimensionales (3D), como se muestra en la **figura 12**.

Figura 12

Detección de la TD mediante tomografía computarizada.



Aviagen trabaja con un enfoque de tolerancia cero para incidencias clínicas o subclínicas de deformidades óseas, lo que significa que para que cualquier ave sea seleccionada como reproductora de la siguiente generación, no debe tener ningún problema estructural detectable.

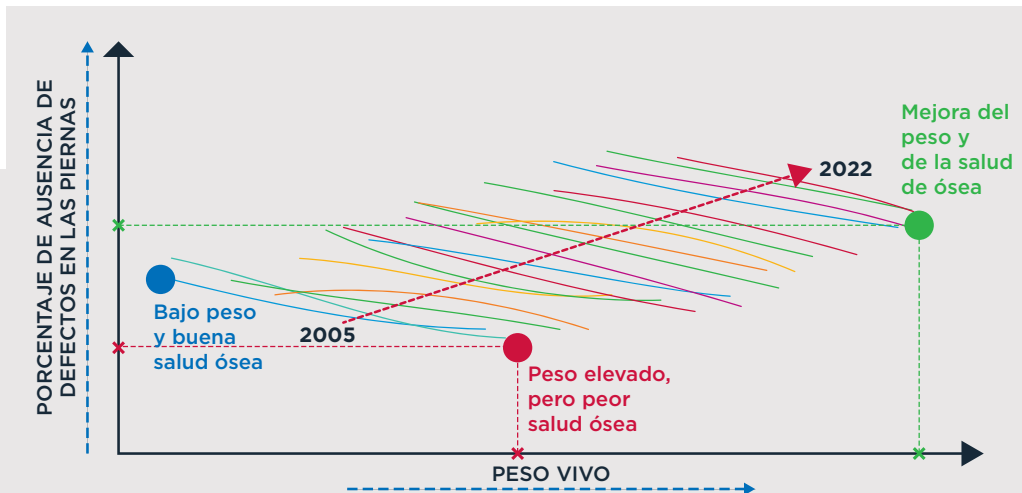
La información recogida durante el proceso de selección se utiliza para predecir el valor genético estimado (estimated breeding value, EBV). Los valores genético estimados predicen el mérito genético de cada candidato a la selección según la información tanto del individuo como de su familia (padres y hermanos) en relación con todos los rasgos del objetivo de selección.

Existe una relación inversa entre la salud de las piernas y los rasgos de producción, lo que significa que si la selección se centrara únicamente en los rasgos de producción, la salud de las piernas se vería afectada negativamente. Este antagonismo se resuelve incluyendo ambos rasgos en el objetivo de selección, de forma que el progreso genético en la dirección deseada pueda lograrse conjuntamente.

En la **figura 13** se muestra la ausencia de defectos en las piernas en función del peso vivo entre 2005 y 2022. Cada línea del gráfico representa la relación entre la salud de las piernas (definida como el porcentaje de ausencia de defectos en las piernas) y el peso vivo. Por ejemplo, en el gráfico se muestra que en 2005, las aves más pesadas tendían a tener peor salud de piernas, y las aves más ligeras tendían a tener mejor salud de piernas. Aunque el antagonismo entre ambos rasgos se mantiene año tras año, la selección equilibrada ha permitido seleccionar aves que mejoran la media de cada rasgo simultáneamente.

Figura 13

Ausencia de defectos en las piernas en función del peso vivo.



Como se muestra en la **figura 13**, las aves de 2022 tenían mejores méritos genéticos tanto para el peso vivo como para la salud de las piernas en comparación con las aves de 2005. Este principio también se aplica a los antagonismos entre los rasgos de producción y otros rasgos relacionados con la aptitud, como CT, TD y función cardiovascular.

Mejorar la salud de las piernas y la solidez del esqueleto es un aspecto clave de la estrategia de selección de Aviagen para garantizar un progreso genético sostenible en todos los aspectos del rendimiento de las aves. Un objetivo de selección amplio y equilibrado, y una inversión continua en investigación y desarrollo (I+D) para desarrollar nuevas formas de evaluar a los candidatos de selección siguen mejorando los resultados de salud y bienestar.

7

INCUBACIÓN Y SALUD DE LAS PIERNAS

En ensayos de investigación realizados en EE. UU., Turquía y los Países Bajos se ha investigado el impacto de varios aspectos de la incubación sobre el desarrollo óseo en diferentes etapas del crecimiento embrionario.

Se ha demostrado que las condiciones de incubación pueden afectar al crecimiento y al estado de los huesos, aunque la mayoría de los ensayos se han realizado con huevos de pollos de engorde para incubar y no con reproductoras.

Por ejemplo, cuando se informa de que la necrosis de la cabeza femoral debida a *S. aureus* es un problema en una integración, los pollitos nacidos de huevos de segunda calidad (es decir, huevos en el suelo o sucios) pueden mostrar una mayor incidencia, con pollitos que suelen manifestar problemas a la semana de nacer. El riesgo puede reducirse significativamente al no incubar huevos del suelo o, si su uso es inevitable, segregándolos en incubadoras separadas y fumigándolos eficazmente con formaldehído (cuando las leyes y normativas locales lo permitan) antes de incubar los huevos y durante la eclosión.

Las temperaturas bajas o altas, y la concentración baja o alta de oxígeno en la incubación pueden alterar el peso o la longitud de los huesos de las piernas, aumentar la incidencia de la TD, o causar cierta asimetría entre las piernas izquierda y derecha. Cualquier problema tiende a observarse en pollitos de un día o dentro de los periodos normales de crecimiento de los pollos de engorde.

En los ensayos publicados en la bibliografía científica se ha utilizado una amplia gama de tratamientos y diferentes formas de definir la temperatura de incubación, pero confirman que la salud de las piernas puede ser óptima cuando la temperatura de la cáscara del huevo se mantiene a 37.8 °C-38.3 °C (100 °F-101 °F) durante toda la incubación y cuando la ventilación en la nacedora es adecuada para mantener los niveles de oxígeno entre el 19 % y el 21%. En ninguno de los ensayos publicados se ha tenido en cuenta las posibles repercusiones en las reproductoras.



MANEJO DE REPRODUCTORAS Y SALUD DE LAS PIERNAS

Las prácticas de manejo apropiadas, como la clasificación, los programas de iluminación extendida y la provisión de una estrategia de nutrientes mejorada, cuando se implementan durante el período de crianza, pueden ayudar a prevenir la presencia de problemas de salud de las piernas en el crainza tardío y en la producción.

Durante el período de crianza, la fuerza y la integridad de los músculos, los tendones, los huesos y muchos otros componentes corporales se determinan mediante el manejo del peso corporal para alcanzar parámetros críticos en el desarrollo fisiológico del ave. Toda la parvada debe alcanzar estos hitos del desarrollo de manera uniforme y con el apoyo nutricional necesario para cada etapa de la vida.

En las siguientes subsecciones se resumen las prácticas críticas de manejo que tienen el mayor impacto en la salud de las piernas. Consulte el *Manual de manejo de reproductoras*, las *Especificaciones de nutrientes para reproductoras* y los *Objetivos de desempeño de reproductoras* para obtener información más detallada.

8.1

PESO CORPORAL Y UNIFORMIDAD DE LAS REPRODUCTORAS

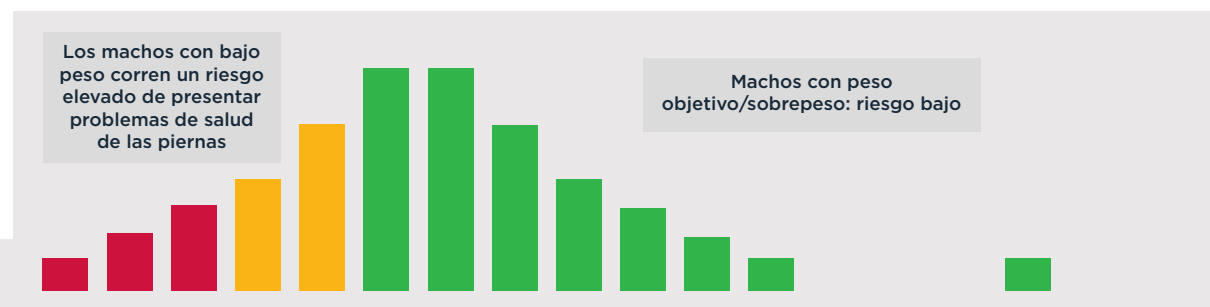
El aumento de peso corporal y la uniformidad están intrínsecamente relacionadas en el manejo de las reproductoras. Las aves que no reciben los nutrientes necesarios tendrán lo siguiente:

- Peso inferior al normal.
- Desarrollo fisiológico temprano afectado.
- Más riesgo de problemas de salud de las piernas durante la producción.

Una parvada con un peso corporal medio en el estándar para la edad tiene aves por debajo y por encima del perfil de peso corporal estándar. En comparación con el estándar, las aves por debajo del peso tienen más riesgo de desarrollar problemas relacionados con la salud de las piernas. Cuanto mayor sea la variación, mayor será el número y la gravedad potencial de los problemas (*figura 14*).

Figura 14

Una uniformidad deficiente afecta a la incidencia y gravedad de los problemas de salud de las piernas.



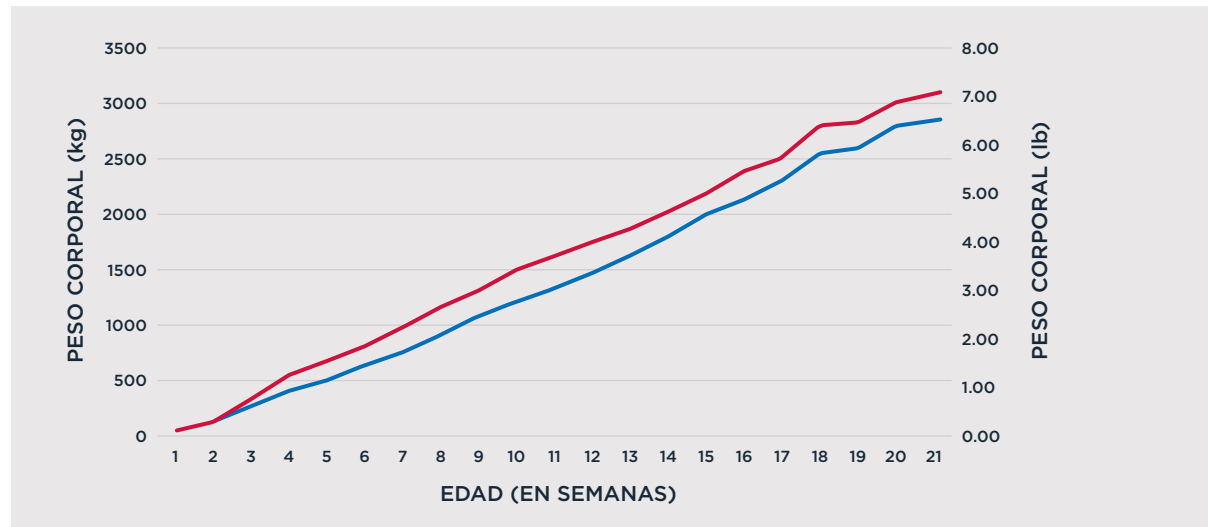
Cuando la uniformidad es pobre, puede ser necesario apuntar a un mayor peso corporal para asegurar que todas las aves de la población alcancen el estándar. Este mayor peso corporal debe lograrse gradualmente a partir de las 3 semanas de edad para obtener el mayor beneficio; luego, se debe añadir alrededor de un 6 % a partir de las 4 semanas y se debe volver gradualmente al peso corporal estándar después de las 10 semanas.

MANEJO DE REPRODUCTORAS Y SALUD DE LAS PIERNAS

En la **figura 15** se comparan dos perfiles de peso corporal: uno de control y otro en el que el peso corporal se mantuvo un 20 % por debajo del estándar. El grupo con menor peso corporal mostró una mayor incidencia de defectos en las piernas en comparación con el grupo de control.

Figura 15

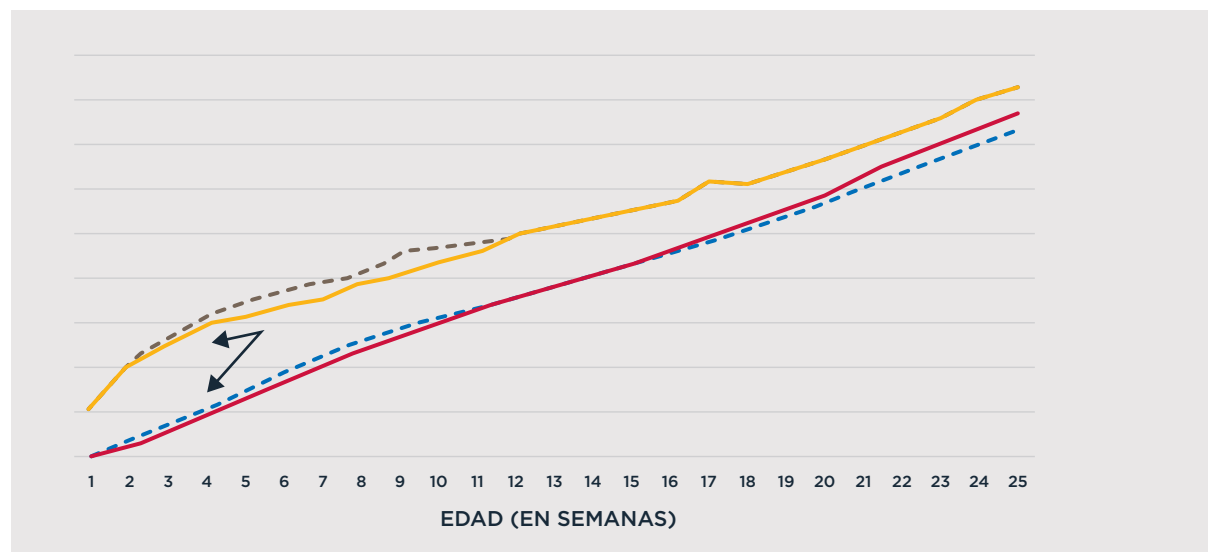
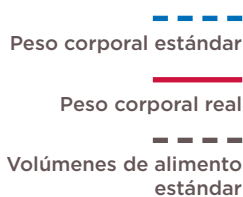
Resumen del ensayo de machos criados con un perfil de peso corporal un 20 % más ligero, que mostraron una mayor incidencia de defectos en las piernas a las 19 semanas en comparación con el control.



La importancia de una nutrición óptima, una correcta asignación de alimento y una distribución uniforme del alimento no debe subestimarse en sus efectos sobre el logro tanto del peso corporal temprano como del posterior peso corporal tardío. En la **figura 16** se ilustran los datos de una parvada de reproductoras comerciales en la que la ingesta de alimento de los machos a las 4 semanas estaba un 10 % por debajo del estándar (los volúmenes de alimento deben determinarse siempre en función de la ingesta de energía). Como resultado, no se alcanzaron aumentos semanales de peso corporal durante este período crítico.

Figura 16

Parvada de reproductoras comerciales: influencia de la ingesta temprana de alimento en el peso corporal (flechas = peso corporal e ingesta de alimento a las 4 semanas).



8.2

INGESTA TEMPRANA DE ALIMENTO EN LAS REPRODUCTORAS

Una ingesta temprana de alimento suficiente ayuda a las aves a alcanzar los estándares semanales de peso corporal para optimizar el desarrollo intestinal, el desarrollo óseo y otros objetivos fisiológicos.

A continuación, se enumeran los factores de manejo clave para optimizar este desarrollo temprano de la ingesta de alimento (consulte el póster de Aviagen **Las primeras 24 horas**).

- Optimizar las condiciones ambientales durante el período de crianza.
- Añadir alimento, poco y a menudo, para fomentar la actividad y la ingesta de alimento.
- Evaluar el llenado del buche para lograr >75 % a las 2 horas, y si no, tomar acciones correctivas para lograr >80 % a las 8 horas.
- Asegurarse de que el peso corporal a los 7 días sea igual o superior al estándar. Si no se alcanza a los 7 días (por ejemplo, en parvadas de origen joven), seguir las recomendaciones de la **Sección 8.3**.



8.3

PERFIL DE ILUMINACIÓN Y ALIMENTACIÓN A DEMANDA

Como se recomienda en el *Manual de manejo de reproductoras*, a los 10 días de edad se debe alcanzar una duración constante del día de 8 horas. Sin embargo, las granjas con un historial de parvadas con bajo peso para su edad deben considerar extender el período para alcanzar las 8 horas de duración del día disminuyendo gradualmente las horas de duración del día, lo que les da a las aves más tiempo para consumir alimento (*figura 17* y *figura 18*). Asegúrese de que el alimento esté fácilmente disponible hasta que se alcancen las 8 horas, pero evite el exceso de alimento, que podría perderse en la cama y causar problemas de uniformidad.

- Consideraciones**
- Galpones mixtos (corrales separados por sexo dentro del mismo galpón): alcanzar las 8 horas a los 18 días como máximo.
 - Galpón exclusivo para machos: alcanzar las 8 horas a los 26 días como máximo.

Figura 17
Ejemplo de un programa de iluminación ampliado en el que las parvadas tuvieron un peso inferior al normal.

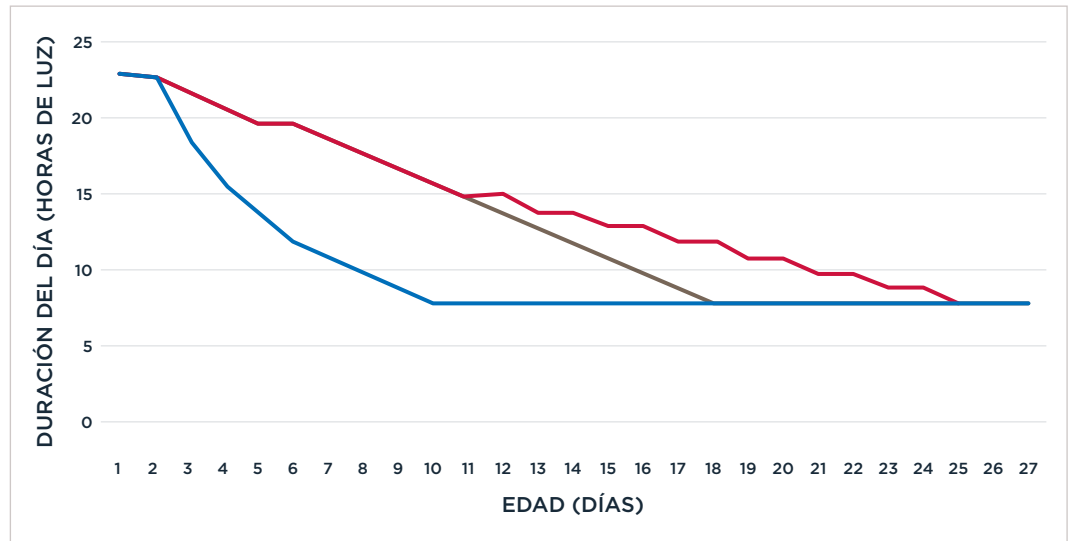
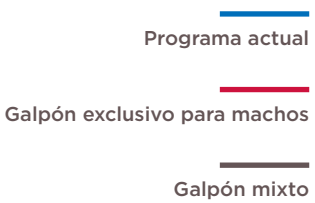
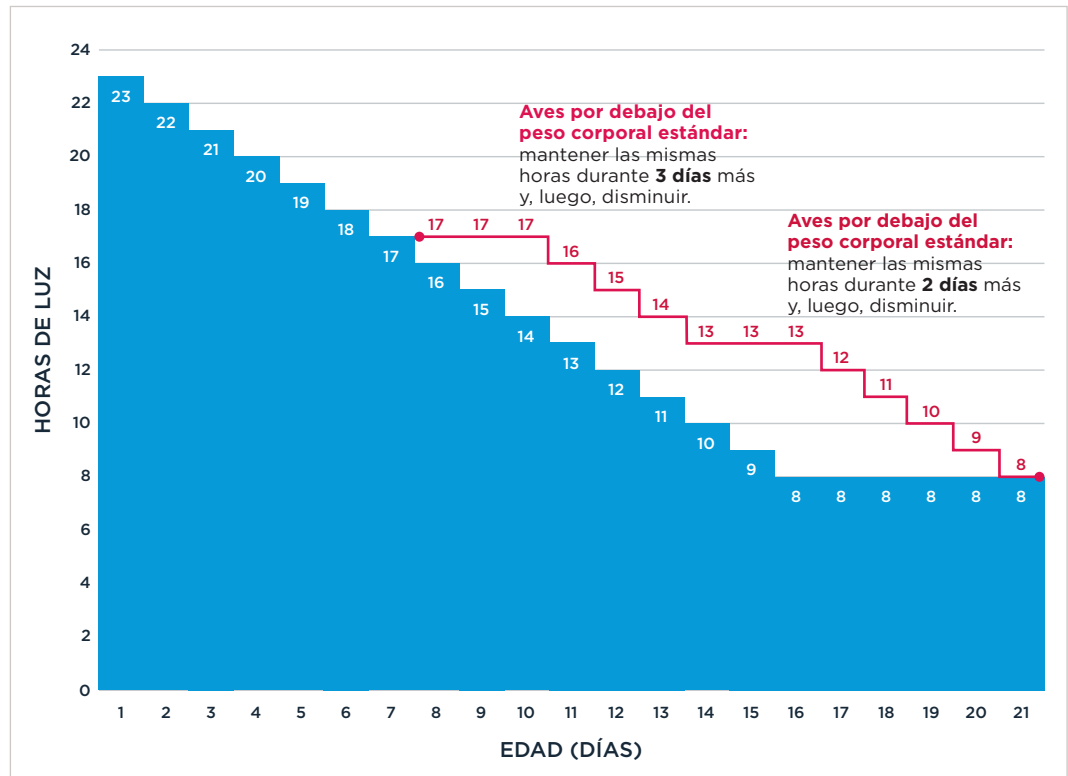


Figura 18
Un ejemplo de disminución gradual de las horas de duración del día para permitir más tiempo para consumir alimento.





8.4

CLASIFICACIÓN PARA MANEJAR LA UNIFORMIDAD

Una parvada uniforme responde uniformemente a los aumentos de alimento. La clasificación a las 4 semanas de edad ayuda a mantener una buena uniformidad de la parvada. Todas las poblaciones clasificadas deben volver al estándar de peso corporal a las 10 semanas de edad. Las parvadas con sobrepeso a las 10 semanas deben lograr los incrementos de peso deseados; suministre el alimento apropiado para mantener el perfil de mayor peso. El manejo del alimento después de la clasificación debe optimizarse para poblaciones individuales para evitar una reducción en el consumo de nutrientes.

La clasificación implica el pesaje de una muestra (mínimo del 2 % o 50 aves, lo que sea mayor), y el cálculo del coeficiente de variación (coefficient of variation, CV%) para determinar los límites de banda (rangos de peso) requeridos para la clasificación y los umbrales de límite de peso para estos. Los umbrales de límite de peso para las bandas dependen de si el tamaño de los corrales es fijo o se puede ajustar. En la **tabla 1** se muestran los umbrales de clasificación cuando se utiliza el CV%. y si se requiere una clasificación de dos o tres bandas (consulte el *Manual de manejo de reproductoras* para obtener información más detallada).

Tabla 1
Puntos de corte de la clasificación con el CV%.

Parvada Uniformidad CV%	Clasificación de 2 o 3 divisiones	Porcentaje en cada población después de la clasificación		
		Liviano (%)	Normal (%)	Pesado (%)
8-10	Clasificación de 2 vías	20	-80 (78-82)	0
10-12	Clasificación de 3 vías	22-25	-70 (66-73)	5-9
>12	Clasificación de 3 vías	28-30	-58 (55-60)	12-15

8.5

ALIMENTACIÓN DE REPRODUCTORAS Y MANEJO DEL PESO CORPORAL

Para garantizar que las aves reciban un aporte nutricional óptimo, suministre los nutrientes dietéticos recomendados por Aviagen (consulte las *Especificaciones de nutrientes para reproductoras* para obtener información más detallada), y asigne el alimento para alcanzar o superar ligeramente el perfil recomendado durante el levante. Los objetivos semanales de aumento de peso corporal deben ser siempre los recomendados, incluso si las aves tienen sobrepeso, y las asignaciones de alimento nunca deben mantenerse iguales durante más de una semana. Las aves no deben caer por debajo del estándar de peso corporal recomendado. Nunca se debe retener o reducir la ración de alimento durante el levante.

La ingesta de alimento durante las 3 primeras semanas debe gestionarse para evitar la acumulación de alimento en el papel y en la cama de los pollitos. La acumulación de alimento puede llevar a una restricción artificial, ya que este alimento no está disponible para el consumo ni se considera en la asignación diaria.

El período crítico para el aumento semanal de alimento es de 9 a 16 semanas de edad. Durante este período, se recomienda que las aves reciban aumentos continuos en las cantidades semanales de alimento para un desarrollo fisiológico óptimo.

Es importante destacar que este aumento de alimento (y los aumentos incrementales de peso corporal) debe mantenerse incluso si las aves superan el estándar de peso corporal recomendado. Los problemas de piernas se han reducido en los lugares donde se ha aplicado este enfoque.



8.6

ESPACIO DE COMEDERO DE LAS REPRODUCTORAS

Proporcionar un espacio de comedero adecuado garantiza que las aves tengan un acceso uniforme al alimento y una distribución uniforme del volumen total de alimento. Cuando el espacio de comedero es considerablemente mayor que el recomendado (*tabla 2*), conseguir una distribución uniforme del alimento en todo el galpón resulta más difícil debido a los volúmenes insuficientes.

Tabla 2
Espacio de comedero recomendado para machos y hembras.

MACHOS			HEMBRAS		
Edad (días)	Comedero de línea cm (pulgadas)	Comedero de plato cm (pulgadas)	Edad (días)	Comedero de línea cm (pulgadas)	Comedero de plato cm (pulgadas)
0 a 35 días	5 (2)	5 (2)	0 a 35 días	5 (2)	5 (2)
36 a 70 días	10 (4)	9 (3.5)	36 a 70 días	10 (4)	8 (3)
71 a 105 días	15 (6)	11 (4)	71 a 105 días	15 (6)	10 (4)

8.7

SUMINISTRO DE PERCHAS PARA LAS REPRODUCTORAS

El suministro de posaderos fomenta la actividad, y desarrolla la musculatura y la fuerza de las piernas. Aunque la investigación en este campo es limitada, existe un amplio consenso en que tanto el tipo de posadero como su altura son consideraciones importantes. Se ha demostrado que las reproductoras adultas prefieren posarse en slat elevadas en lugar de en perchas (Mens y van Emous, 2022).

Si se utilizan perchas, se debe permitir el acceso a partir de los 28 días y proporcionar 3 cm (1,2 in) por ave. Asegúrese de que al menos el 20 % de la población pueda posarse al mismo tiempo.

8.8

DISPONIBILIDAD DE AGUA

El agua es fundamental para transportar nutrientes, eliminar desechos y mantener la temperatura corporal. Además, el agua también es un nutriente esencial en sí misma para garantizar una función biológica óptima, y el crecimiento y mantenimiento de los tejidos corporales. Por lo tanto, es esencial que el agua esté disponible y sea accesible para las aves, a fin de lograr una proporción alimento-agua de 1.6-2.0. Las aves necesitan más agua si el alimento no es suficiente. Las aves necesitan más agua si la presentación del alimento se detecta con facilidad en el buche. Para garantizar que las aves consuman el agua adecuada, se debe evaluar la presión del agua y la altura de la línea del bebedero en función de la edad, el desarrollo del ave y las condiciones medioambientales, junto con la evaluación periódica de los buches.

El suministro óptimo de agua es importante para el crecimiento y el bienestar de las aves. Las aves deben tener siempre acceso ilimitado a agua potable limpia, fresca y de buena calidad (*consulte el Informe de Aviagen: Saneamiento de la línea de agua y Mejores prácticas de Aviagen en la granja: Métodos alternativos de desinfección del agua durante la producción*). Sin embargo, cuando la ingesta de agua es naturalmente baja (por ejemplo, durante el período de oscuridad, cuando las aves están inactivas), el control del suministro de agua puede ayudar a reducir las fugas innecesarias de agua. Cualquier control del agua debe gestionarse con cuidado; no debe restringirse el volumen de agua necesario para que las aves crezcan, y debe encontrarse un equilibrio entre crecimiento y bienestar.

MANEJO DE LOS POLLOS DE ENGORDE Y SALUD DE LAS PIERNAS

En las siguientes subsecciones se resumen las prácticas de manejo críticas que más impactan en la salud de las piernas de los pollos de engorde.

En el *Manual de manejo de pollos de engorde*, las *Especificaciones de nutrientes* y los *Objetivos de rendimiento* hay más información disponible.

9.1

CRECIMIENTO TEMPRANO DE LOS POLLOS DE ENGORDE

El peso corporal final se correlaciona positivamente con la tasa de crecimiento temprano; es fundamental asegurarse de que los pollitos tengan un buen comienzo. Los pollitos con un mal comienzo son más susceptibles a enfermedades, menor aumento de peso, factores de estrés ambiental y peor calidad de la carne de la pechuga. La alimentación con las cantidades de nutrientes recomendadas durante el período de crianza favorece un buen crecimiento temprano y el desarrollo fisiológico, lo que garantiza que se alcancen los objetivos de peso corporal, y una buena salud y bienestar.

9.2

PROGRAMAS DE ILUMINACIÓN PARA POLLOS DE ENGORDE

El suministro de programas de iluminación continuos o casi continuos puede afectar negativamente a la salud y el bienestar de los pollos de engorde. Se ha demostrado que los programas de iluminación prolongados (>20 horas de luz) provocan un aumento de las anomalías óseas en los pollos de engorde (van Der Pol et al., 2015). En el momento del alojamiento, proporcione 23 horas de luz con una intensidad mínima de 30-40 lux (2.7-3.7 fc) y 1 hora de oscuridad (menos de 0.4 lux [0.04 fc]) para ayudar a los pollitos a adaptarse al entorno nuevo, y fomentar la ingesta de alimento y agua. Se deben alcanzar gradualmente las 4-6 horas de oscuridad a los 7 días, en lo posible, al mismo tiempo todos los días, para optimizar los comportamientos asociados a la ingesta de alimento y agua, optimizar el rendimiento biológico y mejorar el bienestar de las aves. Debe tenerse en cuenta que los programas de iluminación para pollos de engorde deben aplicarse para cumplir las leyes y normativas locales. También debe tenerse en cuenta que hay que evitar los cambios bruscos en el programa de iluminación.

9.3

INTENSIDAD DE LA LUZ PARA LOS POLLOS DE ENGORDE

Se considera un período oscuro aquel en el que la intensidad de la luz es inferior a 0.4 lux (0.04 fc). La intensidad de la luz fomenta la actividad de las aves, sobre todo la alimentación, lo que garantiza que se alcancen los objetivos biológicos. Una intensidad mínima de la luz de 30-40 lux (3-4 fc) de 0 a 7 días optimiza el acceso al alimento y al agua para garantizar el cumplimiento del estándar de peso corporal temprano, seguido de una reducción a 20 lux (2 fc) en torno al día 20. La intensidad mínima de la luz real debe ajustarse a la normativa local. La intensidad mínima de la luz real debe ajustarse a las leyes y normativas locales.



9.4

SUMINISTRO DE PERCHAS PARA LOS POLLOS DE ENGORDE

Posarse en una superficie elevada es un comportamiento esencial en la mayoría de las especies aviares; antes de la domesticación, posarse mantenía a las aves fuera del alcance de los depredadores. Este comportamiento se sigue observando en los pollos de engorde. Aunque la provisión de posaderos no suele ser una práctica habitual, muchos investigadores han estudiado la provisión y el diseño óptimos de posaderos para promover su uso por parte de las aves, que sea adecuado para su edad y desarrollo fisiológico. Bist et al. (2023) han señalado que la provisión de posaderos para los pollos de engorde les permite a las aves seleccionar una zona con temperaturas más bajas lejos del material de cama más caliente, lo que puede mejorar el rendimiento y el bienestar al aliviar el estrés por calor y los problemas en las piernas.

La provisión de posaderos de plataforma fomenta el comportamiento de posadero en los pollos de engorde (Kiyama et al., 2016); esto es el resultado de un mejor apoyo para el cuerpo del pollo de engorde y la menor necesidad de equilibrio en comparación con el diseño de posadero de barra. El movimiento continuo a través de la actividad dentro y fuera de un posadero tiene un impacto positivo en el peso de la tibia de los pollos de engorde (Turkyilimaz et al., 2020) y aumenta la masa muscular alrededor del hueso de la pierna (Pedersen et al., 2020).

9.5

SUMINISTRO Y ALTURA DEL COMEDERO PARA LOS POLLOS DE ENGORDE

Proporcionar el espacio de comedero correcto para los pollos de engorde es esencial para permitir un acceso uniforme y fácil al alimento (tabla 3). Cualquier retraso en el acceso a los comederos debido a un espacio insuficiente puede aumentar el estrés en la parvada, y afectar negativamente la salud de las piernas de los pollos de engorde y su bienestar.

Tabla 3
Espacio de comedero por ave para diferentes tipos de comederos.

Tipo de comedero	Espacio de comederos
Comederos de plato	45-80 aves por plato (la menor relación para aves más grandes [>3.5 kg/ 7.7 lb])
Cadena plana/tornillo sin aleta*	2.5 cm/ave (1 in/ave)
Comederos de tubo	70 aves/tubo (para un comedero de 38 cm/15 in de diámetro)

*Aves alimentadas a ambos lados de la línea.

La altura adecuada del comedero a cada edad también es importante para fomentar la actividad que ayuda a fortalecer los músculos de los huesos y las piernas (figura 19). La base del plato debe estar alineada con la pechuga del pollo de engorde para evitar que las aves descansen cerca de los comederos y afecten así el acceso de otras aves.

Figura 19
Altura correcta de los comederos para pollos de engorde.



ENSAYOS INTERNOS

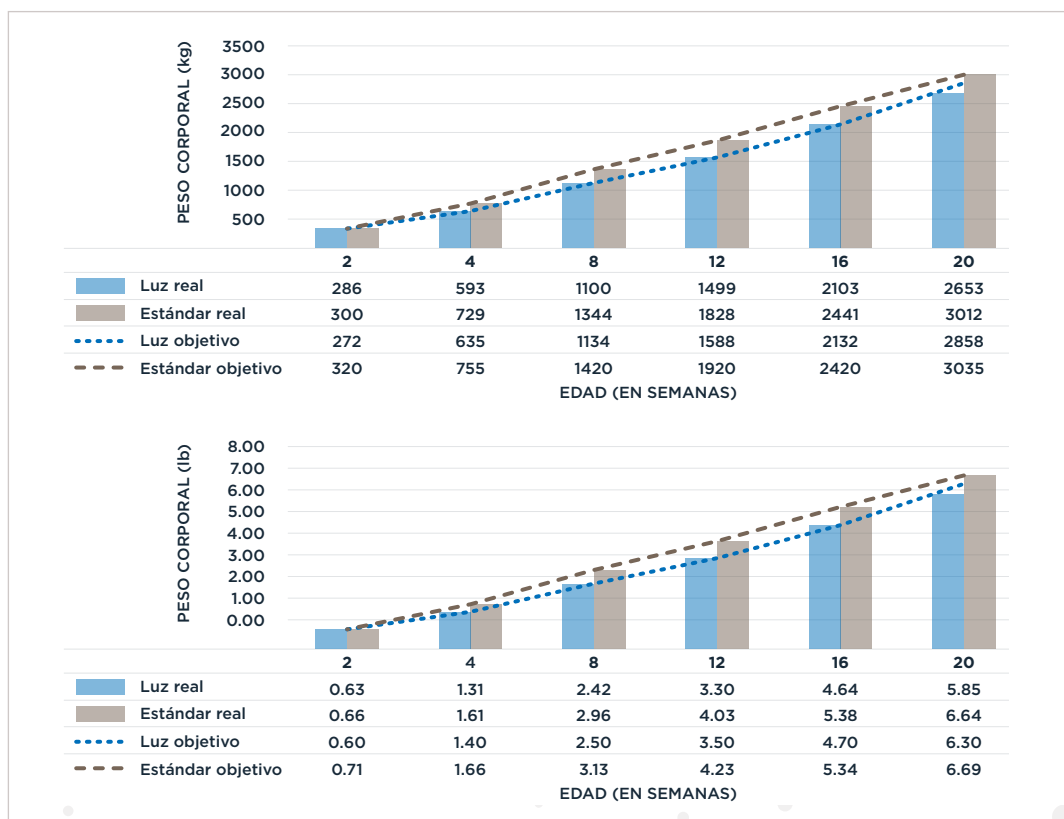
Se ha propuesto que el levante de machos con un perfil de peso corporal inferior al recomendado puede tener un impacto negativo en la incidencia de deformidades angulares de las piernas (es decir, VVD).

Se ha sugerido, además, que la alimentación con una dieta preiniciadora puede ayudar a aliviar el efecto de las deformidades angulares de las piernas al proporcionar nutrientes añadidos (más energía y aminoácidos) necesarios durante las primeras semanas de crecimiento y desarrollo óseo. En un estudio se exploró la influencia tanto de seguir un perfil de peso corporal más ligero en comparación con el consejo estándar de Aviagen como de proporcionar una dieta preiniciadora en el rendimiento de las reproductoras macho.

Las aves se levantaron con un perfil estándar o ligero (hasta un 20 % más ligero que el estándar). Cada perfil de peso corporal se dividió en dos grupos y se alimentó con una dieta preiniciadora durante las 2 primeras semanas, seguida de una dieta de inicio hasta las 4 semanas, o solo una dieta de inicio de 0 a 4 semanas. Los machos fueron alimentados con una dieta de crecimiento común (5-15 semanas) y una dieta previa para las reproductoras (16-22 semanas). Se estableció un perfil de peso corporal ligero de 120 g, 285 g y 330 g (0.26 lb, 0.63 lb y 0.73 lb) menos a las 4, 8 y 12 semanas, respectivamente. En el estudio se evaluó el peso corporal individual y la longitud del tarso con una evaluación de la salud de las piernas a las 22 semanas.

A las 4 semanas, los machos criados con el perfil estándar eran aproximadamente un 19 % más pesados que los criados con el perfil ligero, mientras que a las 20 semanas, la diferencia era de aproximadamente 350 g (0.77 lb) o un 12 % (*figura 20*).

Figura 20
Perfiles de peso corporal estándar y ligero de machos en el levante.

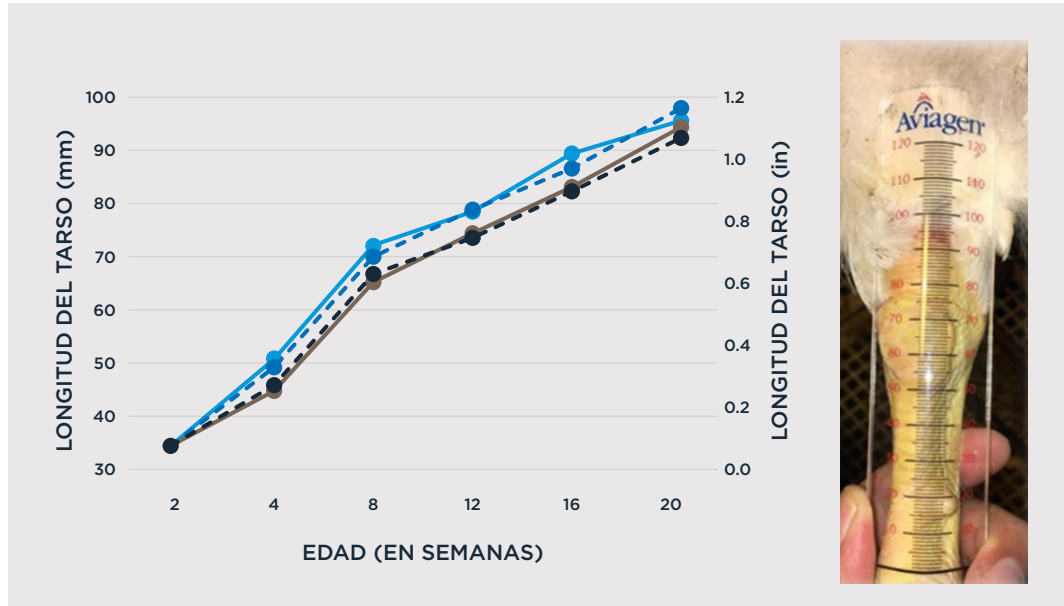
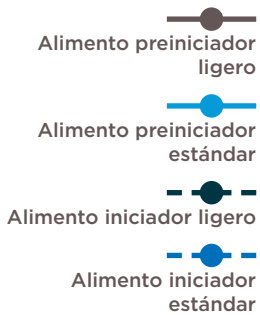


ENSAYOS INTERNOS

El efecto de la alimentación con una dieta preiniciadora sobre el peso corporal y la longitud del tarso fue mínimo. El principal impacto sobre la longitud del tarso se debió al perfil de peso corporal, ya que las aves criadas con el perfil estándar tenían el tarso más largo que las criadas con el perfil ligero (*figura 21*). A las 20 semanas, la longitud del tarso en el grupo de machos estándar era aproximadamente un 5 % (unos 5 mm o 0.20 in) más larga que la del grupo ligero.

Figura 21

Longitud del tarso de las reproductoras macho criadas con un perfil de peso corporal estándar o ligero alimentadas con o sin una dieta preiniciadora.



Aunque en este ensayo solo se muestran datos sobre la longitud del tarso, es posible que el perfil de peso corporal estándar más pesado también haya tenido un impacto en otras partes del cuerpo, lo que podría afectar potencialmente la altura total de los machos, y permitir una mejor actividad de apareamiento y fertilidad.

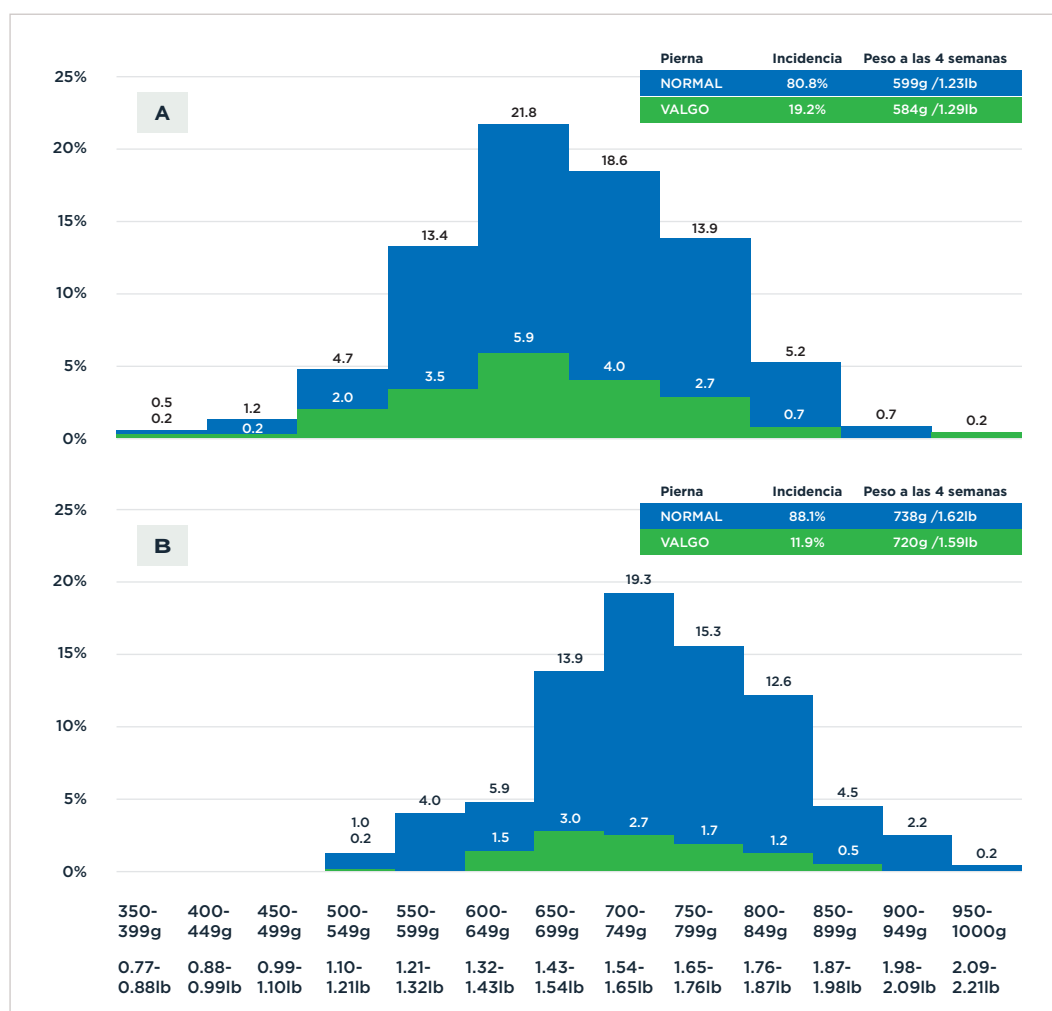
ENSAYOS INTERNOS

El beneficio de levantar a los reproductores de acuerdo con el perfil de peso corporal más elevado fue evidente en la incidencia de valgo (**figura 22**). La evaluación del valgo a las 22 semanas indicó que la dieta preiniciadora no influía en la incidencia de valgo. Sin embargo, los machos levantados con el perfil de peso corporal ligero (19.2 %) tuvieron casi el doble de incidencia de valgo que el perfil estándar (11.9 %). La incidencia de valgo en el perfil ligero podría atribuirse al menor aumento de peso corporal. Los machos con valgo (peso corporal medio = 2021 g o 4.45 lb) ganaron 160 g o 0.35 lb (7.3 %) menos de peso entre las 4 y las 20 semanas de edad en comparación con los machos con piernas normales (peso corporal medio = 2190 g o 4.83 lb).

También es interesante observar que la incidencia de valgo en el grupo de perfil ligero fue la misma que en los machos con piernas normales. Esto queda ilustrado por el mismo histograma en forma de campana de la distribución del peso corporal a las 4 semanas entre las barras verde y azul (**figura 22A**). Por el contrario, la incidencia de valgo en los grupos de perfil estándar se debe a que los machos tienen un peso corporal bajo, como ilustra la forma sesgada a la derecha de las barras verdes (**figura 22B**). Este hallazgo indica la importancia de lograr un peso corporal adecuado y la uniformidad de la parvada. Además, los datos también muestran que puede ser beneficioso conseguir un peso corporal y una uniformidad adecuados a las 4 semanas para evitar la incidencia de valgo.

Figura 22

El valgo se evaluó visualmente a las 22 semanas de edad. Distribución del peso corporal (gramos y libras) en machos a las 4 semanas de edad en A) ligero y B) estándar. Cada histograma fue categorizado por la incidencia de valgo (azul = normal, verde = valgo).



Los tarsos más largos (**figura 21**) y la menor incidencia de valgo observada en el grupo estándar son resultados positivos conseguidos al obtener un peso corporal adecuado y uniformidad a las 4 semanas mientras se mantiene un aumento de peso corporal adecuado a partir de entonces. Aunque en este ensayo exploratorio se muestra claramente la relación entre el peso corporal, la longitud del tarso y la incidencia de valgo, aún se desconoce su relación con la carnosidad, que también puede afectar a la fertilidad. En futuros estudios se estudiará la influencia del perfil de peso corporal y de la dieta prolongada preiniciadora sobre la carnosidad, la longitud del tarso y la salud de las piernas de los machos durante el período de levante.



APÉNDICES

En el Apéndice A se enumeran los factores que influyen y su impacto en las distintas condiciones de salud de las piernas que se detallan en este folleto. El impacto de cada uno se clasifica por gravedad.

Los factores se clasifican de la siguiente manera:

Gravedad 3: una influencia crítica con un impacto muy alto.

Gravedad 2: una influencia importante con un impacto significativo.

Gravedad 1: una influencia menor con un impacto menor.

La clasificación es útil para comprender el impacto de cada factor de influencia y el alcance de las prácticas de manejo necesarias para prevenirlos. Es importante comprender que la clasificación de la categoría de impacto o la puntuación de algunas condiciones puede estar influida por más de un factor, lo que las hace dependientes. Por ejemplo, una mala salud entérica puede ser un factor influyente para casi todas las condiciones de salud de las piernas que se mencionan; sin embargo, si coexiste otro factor, como un alto riesgo bacteriano o un desequilibrio dietético, una condición de salud de las piernas puede desarrollarse sobre otra (tal es el caso de BCO, FHN y VOA, y raquitismo, respectivamente).

Apéndice A

Factores que influyen en la salud de las piernas e impacto
Gravedad 3: crítica;
gravedad 2: importante;
gravedad 1: menor.

Estado de salud de la pierna	Factores influyentes	Impacto
Deformidades angulares de la pierna, deformidad en valgo y varo	Peso corporal inferior al estándar durante las 12 primeras semanas de vida.	3
	Deficiencias nutricionales	2
Discondroplasia tibial	Deficiencia de calcio, fósforo o vitamina D ₃ , o desequilibrio en la relación calcio:fósforo	3
	Concentraciones altas de cloro y fósforo, y concentraciones bajas de calcio, por lo que es necesario un equilibrio electrolítico dietético óptimo	2
	Malabsorción intestinal	1
Raquitismo	Deficiencia de calcio, fósforo o vitamina D ₃ , o desequilibrio en la relación calcio:fósforo	3
	Raquitismo temprano (deficiencia de vitamina D ₃)	3
Fracturas de huesos largos	Crecimiento y desarrollo tempranos deficientes, un período prolongado de producción muy elevada de huevos y una dieta baja en calcio/vitamina D ₃	3
	Sobrepeso de las aves durante la producción	2
	Desequilibrio en la relación calcio:fósforo	2
Dedos torcidos	Deficiencia de calcio	3
	Densidad poblacional superior a la recomendada en las reproductoras macho (3-4 machos/m ² o 2.7-3.6 pies ² /ave)	2
	Ingesta inadecuada de nutrientes	2
Rotura de tendones	Peso corporal inferior al estándar durante las 12 primeras semanas de levante	3
	Aumentos inadecuados de la asignación de alimento (especialmente entre las 5 y 15 semanas de edad)	2
	Peso corporal superior al estándar durante la producción, sobre todo tras una estimulación lumínica	2
	Infección temprana por reovirus	3
	<i>Infección por estafilococos</i>	1
	Ingesta inadecuada de nutrientes en el levante	2
Desgarros musculares en machos	Mala uniformidad (CV% >8 % a las 8 semanas)	2
	Peso corporal inferior al estándar, sobre todo, peso corporal muy bajo a las 4 semanas de edad	3
	Ingesta inadecuada de nutrientes	2
BCO, FHN Y VOA	Numerosos riesgos de origen bacteriano	2
	Lesiones que permiten una vía de entrada bacteriana, incluidas afecciones que comprometen el revestimiento intestinal o respiratorio (por ejemplo, coccidiosis o bronquitis infecciosa)	2
	Inmunosupresión o malestar	2
	Una combinación de uno o más de los factores anteriores	3
	Asignación insuficiente de alimento en el levante	1
Reovirus aviáres (VA, RSS y variantes de ARV)	Ausencia de anticuerpos maternos (MAT) de los padres seguida de un riesgo temprano en la granja	3
	Riesgo temprano elevado en la granja; tiempos de inactividad cortos implicados	2
Sinovitis infecciosa	Aves en riesgo debido a cepas patógenas de MS	1



REFERENCIAS

- Akşit, M., S. Yalçın, C. Yenisey y D. Özdemir. 2010. *Brooding temperatures for chicks acclimated to heat during incubation: effects on post-hatch intestinal development and body weight under heat stress*. Br. Poult. Sci. 51:444-452.
- Aldridge, D.J., C.M. Owens, C. Maynard, M.T. Kidd y C.G. Scanes. 2022. *Impact of light intensity or choice of intensity on broiler performance and behavior*. J. of Appl. Poult. Res. 31:100216.
- Amerah, A. M., V. Ravindran, R.G. Lentle, D.G. Thomas. 2007. *Influence of feed particle size and feed form on the performance, energy utilization, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters*. Poult. Sci. 86:2615-23.
- Bist, R.B., S. Subedi, L. Chai, P. Regmi, C.W. Ritz., W.K. Kim y X. Yang. 2023. *Effects of perching on poultry welfare and production: a review*. Poultry. 2:134 -157.
- Chen P., T. Xu, C. Zhang, X. Tong, A. Shaukat, Y. He, K. Liu, S. Huang. 2022. *Effects of probiotics and gut microbiota on bone metabolism in chickens: a review*. Metabolites. 12:1000.
- Ducatelle R., E. Goossens, V. Eeckhaut y F. Van Immerseel, 2023. *Poultry gut health and beyond*. Anim. Nutr.13:240-248.
- Edwards, Jr., H.M. 2000. *Nutrition and skeletal problems in poultry*. Poult. Sci. 79:1018-1023.
- Fleming, R. H. 2008. *Nutritional factors affecting poultry bone health. Symposium on 'Diet and bone health'*. Proc. of the Nutr. Soc. 67:177-183.
- Geyra A., Z. Uni, D. Sklan. 2001. *The effect of fasting at different ages on growth and tissue dynamics in the small intestine of the young chick*. Br. J. of Nutr. 86:53-61.
- Kapell, D.N.R.G, W. G. Hill, A.-M. Neeteson, J. McAdam, A.N.M. Koerhuis y S. Avendano. 2012. *Twenty-five years of selection for improved leg health in purebred broiler lines and underlying genetic parameters*. Poult. Sci. 91:3032-3043.
- Kiyama, Z., K. Kücükyliz y A. Orojpour. 2016. *Effects of perch availability on performance, carcass characteristics, and footpad lesions in broilers*. Arch. Anim. Breed., 59. 19-12.
- Landman, W.J.M. y A. Feberwee. 2001. *Field studies on the association between amyloid arthropathy and mycoplasma synoviae infection, and experimental reproduction of the condition in brown layers*. Avian. Path. 30:629-639. 246:105531.
- Landman, W.J.M. 2014. *Is mycoplasma synoviae outrunning mycoplasma gallisepticum? A viewpoint from the Netherlands*. Avian. Path. 30:629-639.
- Mens, A.J.W., R.A. van Emous. 2022. *Broiler breeders roosted more on slats than on perches during the laying period*. Appl. Anim. Behav. Sci.
- Mongin, P. 1981. *Recent advances in dietary anion-cation balance: applications in poultry*. Proc. Nutr. Soc. 40:285-294.
- MSD Veterinary Manual**. Merck & Co., Inc., Rahway, NJ, USA. 2023. <https://www.msddvetmanual.com/>
- Onrust L., R. Ducatelle, K. Van Driessche, C. De Maesschalck, K. Vermeulen, F. Haesebrouck, V. Eeckhaut, F. Van Immerseel. 2015. *Steering endogenous butyrate production in the intestinal tract of broilers as a tool to improve gut health*. Front. Vet. Sci. 2:75.
- Paraskeuas V. y K.C. Mountzouris. 2018. *Broiler gut microbiota and expressions of gut barrier genes affected by cereal type and phytogetic inclusion*. Anim. Nutr. 5:22-31.
- Pedersen, I.J., F.M. Tahamtani, B. Forkman, J.F. Young, H.D. Poulsen y A.B. Riber. 2020. *Effects of environmental enrichment on health and bone characteristics of fast-growing broiler chickens*. Poult. Sci. 4:1946-1955.
- Ravindran V. y M.R. Abdollahi. 2021. *Nutrition and digestive physiology of the broiler chick: State of the art and outlook*. Animals (Basel). 11:2795.



REFERENCIAS

Riddell C, Helmboldt CF, Singen EP, Matterson LD. 1968. **Bone pathology of birds affected with cage layer fatigue.** Avian Dis. May;12(2):285-97.

Stipkovits, L. y I. Kempf. **Mycoplasmoses in poultry. 1996.** Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz. 15:1495-1525.

Suzuki T. **Regulation of the intestinal barrier by nutrients: the role of tight junctions.** 2020. Anim. Sci. J. 91:e13357.

Turkylmaz, M.K., A. Nazligul, E.D. Fidan, S. Karaarslan, K. Mehmet, F.S. Kilimci. 2020. **The effect of perch cooling and perch height on some bone strength parameters in broilers reared in summer.** Harran Üniv. Vet. Fak. Derg. 9:133-138.

Uni Z, E. Tako, O. Gal-Garber y D. Sklan. 2003. **Morphological, molecular, and functional changes in the chicken small intestine of the late-term embryo.** Poult. Sci. 82:1747-1754.

Uni Z., S.A. Ganot, D.A. Sklan. 1998. **Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine.** Poult. Sci. 77:75-82.

van der Pol, C.W., R. Molenaar, C.J. Buitink, I.A.M. van Rooyert-Reijrink, C.M. Maatjens, H. van den Brand y B. Kemp. 2015. **Lighting schedule and dimming period in early life: consequences for broiler chicken leg bone development.** Poult. Sci. 12:2980-2988.

van Leeuwen, fósforo., J.M. Mouwen, J.D. Van Der Klis, M.W. Verstegen. 2004. **Morphology of the small intestinal mucosal surface of broilers in relation to age, diet formulation, small intestinal microflora and performance.** Br. Poult. Sci. 45:41-48.

Wideman, R.F., K.R. Hamal, J. M. Stark, J. Blankenship, H. Lester, K.N. Mitchell, G. Lorenzoni, I. Pevzner. 2012. **A wire-flooring model for inducing lameness in broilers: evaluation of probiotics as a prophylactic treatment.** Poult. Sci. 91:870-883.

Wong, E.A. y Z. Uni. 2021 **Centennial Review: The chicken yolk sac is a multifunctional organ.** Poult. Sci. 100(3):100821.



**Aviagen**[®]

www.aviagen.com

Se ha hecho todo el esfuerzo posible para garantizar la precisión y la relevancia de la información presentada. Sin embargo, Aviagen no acepta responsabilidad por las consecuencias que surjan del uso de esta información para el manejo de pollos.

Para obtener más información sobre el manejo de la población, contacte a su representante local de Aviagen.

Política de privacidad: Aviagen recopila datos para comunicarse con usted y proporcionarle información de manera efectiva sobre nuestros productos y nuestro negocio. Estos datos pueden incluir su dirección de correo electrónico, nombre, dirección comercial y número de teléfono. Para acceder a la Política de privacidad completa de Aviagen, visite Aviagen.com.

Aviagen y su logo son marcas registradas de Aviagen en los EE. UU. y en otros países. Todas las otras marcas o marcas comerciales fueron registradas por sus respectivos propietarios.

© 2024 Aviagen.

0924-AVN-125