

El avestruz

Sistema de producción en Chile

Manuel Camiruaga L.



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA

Este documento entrega los resultados del proyecto impulsado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) "Evaluación de la adaptación y desarrollo de un sistema de producción de avestruces en la zona central (V, VI y RM), para la producción de carne, cuero, aceite y plumas de calidad de mercado", desarrollado por la Pontificia Universidad Católica de Chile (Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal).

El documento, que incluye también información complementaria a esos resultados, fue elaborado por el especialista Manuel Camiruaga L., coordinador del proyecto FIA, con la colaboración de Eduardo Uribe M., Lea Canales R. y Alvaro García M., quienes formaron también parte del equipo técnico.

Manuel Camiruaga L. es ingeniero agrónomo, magister en Producción Avícola. Desarrolla su labor académico profesional principalmente en las áreas de nutrición, producción avícola y tecnología de alimentos.

Durante más de 30 años ha realizado investigaciones y documentos de difusión y ha liderado proyectos de su especialidad en la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Actualmente forma parte de la empresa de gestión y desarrollo de tecnologías innovativas Biotecnología Agropecuaria S. A. (BTA). Sus esfuerzos se han centrado preferentemente en la evaluación y estudio de especies aviares no tradicionales, como gansos, patos, pollos de campo y avestruces.

El avestruz sistema de producción en Chile

Manuel Camiruaga L.

Fundación para la Innovación Agraria
Ministerio de Agricultura

Santiago de Chile
Junio 2004

ISBN 956-7874-55-7

Registro de Propiedad Intelectual
Inscripción N° 137.135
Fundación para la Innovación Agraria
Pontificia Universidad Católica de Chile
Diciembre de 2003

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida,
siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

Santiago, Chile
Junio de 2004

Este documento contiene los resultados del proyecto impulsado y financiado parcialmente por FIA "Evaluación de la adaptación y desarrollo de un sistema de producción de avestruces en la zona central (V, VI y RM) para la producción de carne, cuero, aceite y plumas de calidad de mercado", que fue desarrollado por la Pontificia Universidad Católica de Chile (Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal) entre 1997 y 2002 (Proyecto FIA C97-3-P-002).

Fundación para la Innovación Agraria
Santa María 2120, Providencia, Santiago
Fono (2) 431 30 00
Fax (2) 334 68 11

Centro de Documentación en Santiago
Fidel Oteiza 1956, Of. 21, Providencia, Santiago
Fonofax (2) 431 30 30
E-mail: ajofre@fia.gob.cl

Centro de Documentación en Talca
6 Norte 770, Talca
Fonofax (71) 218 408
E-mail: cedoc07@fia.gob.cl

Centro de Documentación en Temuco
Bilbao 931, Temuco
Fonofax (45) 743348
E-mail: cedoc09@fia.gob.cl

E-mail: fia@fia.gob.cl
Internet: www.fia.gob.cl

Presentación

En su esfuerzo por apoyar la diversificación de la agricultura nacional, la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) inició en 1996 un conjunto de esfuerzos por dar a conocer en Chile la explotación del avestruz, como una nueva alternativa pecuaria de interesantes perspectivas para la agricultura nacional.

La cría del avestruz se presentaba entonces como una actividad de rápido crecimiento y una fuente de ingresos interesante en países como Francia, España, Canadá, Sudáfrica, Israel y Estados Unidos. Se estimaba ya que podía ser un negocio rentable en la medida en que los productores se capacitaran, trabajaran a conciencia en su explotación, tuvieran claridad sobre la importancia de la excelencia en el manejo de los animales y desarrollaran una promoción continua de los productos. Asimismo, para responder de manera proporcionada a la demanda que pudiera surgir, se vislumbraba como fundamental la asociatividad de los productores en todo el ciclo, desde la producción del huevo hasta el faenamiento y comercialización de los productos.

El interés por esta nueva alternativa surgió en la Fundación a comienzos de 1996, en el proceso por identificar nuevas opciones productivas para la agricultura del país. El tema, abordado por algunas informaciones de prensa, concitó el interés de productores y empresarios que comenzaron a solicitar a FIA información técnica, escasamente disponible en ese momento en el país. Al mismo tiempo, algunos de esos empresarios internaban ya a Chile los primeros ejemplares de avestruz.

En el mes de octubre, un profesional de FIA participó en un curso sobre Producción de Avestruces en Winnipeg (Canadá) y posteriormente la Fundación organizó el seminario “Crianza del avestruz y el ñandú y sus perspectivas comerciales”, que contó con la participación de los especialistas Ken Lewis (Canadá), Federico Castelló (España) y Daniel Sarrasqueta (Argentina) y que reunió en Santiago a más de 90 personas.

También ese año FIA elaboró el documento “Explotación comercial del avestruz: antecedentes generales”¹, que sistematizaba un conjunto de información técnica recopilada con especialistas de diversos países. Este documento circuló ampliamente entre productores y empresarios interesados en el rubro, en una edición rústica, ya que no se estimó oportuno difundir una publicación formal sobre el tema mientras las tecnologías de producción de la especie no estuvieran validadas para la realidad del país.

Justamente con el objetivo de impulsar una iniciativa productiva que permitiera generar esa información en Chile, FIA convocó en 1997 a un Concurso de Proyectos sobre Crianza de Avestruces, para impulsar un proyecto tendiente a desarrollar y validar las tecnologías adecuadas para la explotación comercial de esta especie en las condiciones de la zona central. Se aprobó entonces el proyecto “Evaluación de la adaptación y desarrollo de un sistema de producción de avestruces en la zona central (V, VI y RM) para la producción de carne, cuero, aceite y plumas de calidad de mercado”² que desarrolló la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile entre 1997 y 2003.

Más tarde, en agosto de 1999, FIA apoyó la “Gira Tecnológica a centros de producción y comercialización de avestruces en Francia e Israel”, coordinada por la empresa Biotecnología Agropecuaria (BTA), que permitió a un grupo de investigadores y empresarios conocer allí diferentes sistemas de crianza y técnicas de faenamiento, así como prospectar los mercados internacionales de productos elaborados en base a carne de avestruz.

En el año 2000, ya existían en Chile varios criaderos de avestruces, que habían alcanzado parámetros aceptables de eficiencia productiva y se contaba con ani-

¹ En los Centros de Documentación de FIA están disponibles para consulta el conjunto de publicaciones aquí mencionadas, incluyendo las propuestas e informes finales de las distintas iniciativas apoyadas por la Fundación.

² Proyecto FIA C97-3-P-002.

males producidos en el país. Sin embargo, no se disponía aún de un producto de calidad homogénea que permitiera entrar al mercado debido, en gran medida, a la falta de conocimientos empíricos sobre faena y desposte de los avestruces.

Fue por ello que la empresa BTA propuso traer a Chile a un especialista y se concretó así la venida del consultor canadiense Warren Dick, con financiamiento del programa de Consultores Calificados de FIA. El especialista asesoró de manera práctica a un grupo de investigadores y empresarios en las técnicas de transporte, faenamiento y desposte de avestruces, entregando recomendaciones sobre el adecuado procesamiento y presentación del producto final, infraestructura y equipamiento requeridos y técnicas para el procesamiento de subproductos.

Ese mismo año, FIA organizó en un hotel de Santiago una degustación de platos con carne de avestruz, preparados por el destacado chef Guillermo Rodríguez, con el fin de contribuir incorporar el producto en la gastronomía nacional. Estas preparaciones fueron incluidas luego en el libro "Nuevos productos del campo... recetas tradicionales y modernas", que la Fundación publicó en el año 2003.

El avestruz fue también una de las especies consideradas en el proyecto FIA "Procesamiento de carnes exóticas para el mercado nacional y de exportación", que desarrolló el Instituto de Ciencia y Tecnología de Carnes de la Universidad Austral de Chile, entre los años 2000 y 2002, con la coordinación del especialista José Antonio de la Vega. La información generada en el proyecto, centrada en las características cárnicas de esta y otras especies exóticas producidas en Chile, se incorporó luego en la publicación "Las otras carnes en Chile, características y consumo", realizada por la UACH.

A fines de 2001, FIA estimó oportuno crear un espacio de análisis e intercambio de opinión orientado a identificar los principales requerimientos que enfrentaba esta actividad en su esfuerzo por insertarse de manera competitiva en los mercados. Para ello, la Fundación convocó a productores de avestruces, investigadores y empresarios del sector de faenamiento de carnes a un Taller sobre el rubro Avestruces, de tal manera de favorecer los contactos que impulsaran un trabajo conjunto en torno a los desafíos productivos y comerciales de la actividad.

En tanto, el proyecto desarrollado por la Universidad Católica, ya en sus etapas finales, dio origen en 2002 al “Compendio: Producción de avestruces”, elaborado por Manuel Camiruaga L., coordinador de la iniciativa. Ese documento, de edición limitada, fue el origen de la presente publicación, que actualiza y complementa aquellos antecedentes, para entregar al sector productivo un conjunto acabado y sistemático de información técnica que aborda todas las etapas del proceso productivo y de faenamiento de los avestruces, incluyendo un estudio económico de su explotación comercial.

La consolidación de una nueva actividad productiva requiere de un largo proceso de estudios, investigación y validación de experiencias. En particular, el rubro de las carnes exóticas o carnes de nichos de mercado es altamente dinámico y por ello exige a productores y empresarios ir ajustando a través del tiempo sus objetivos productivos y de acceso a los mercados. En este proceso, en el cual el sector aún tiene mucho por avanzar, el presente documento busca sentar las bases técnicas de un sistema productivo rentable y sostenible en el tiempo, que permitan a cada productor ir construyendo las características propias de su explotación.

Al poner este documento a disposición de productores, empresarios e investigadores interesados en el rubro, FIA quiere invitarlos a seguir profundizando en los esfuerzos que esta actividad requiere para consolidarse en el país sobre la base de un trabajo de excelencia, que enfrente de manera integrada el conjunto de desafíos que plantea una actividad compleja y de largo plazo como es la explotación del avestruz.

FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA
Junio de 2004

Índice

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE	9
1.1. Descripción	9
1.2. Clasificación	10
1.3. Distribución geográfica	13
1.4. Origen e historia	13
1.5. Forma de vida	15
1.6. Industria del avestruz	17
1.7. Creencias erróneas	19
1.8. Información adicional	20
2. ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA	21
2.1. Sistema digestivo	22
2.2. Sistema reproductivo	26
2.3. Mecanismos de termorregulación	33
2.4. Sistema óseo	35
3. REPRODUCCIÓN	39
3.1. Reproductores	39
3.2. Manejo de los reproductores	44
3.3. Incubación natural	51
3.4. Incubación artificial	53
4. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN	69
4.1. Digestibilidad y valor nutritivo de los alimentos	72
4.2. Requerimientos nutritivos	79
4.3. Períodos y cambios de alimentación	91

5. MANEJO EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE VIDA	95
5.1. Etapa de crianza	95
5.2. Etapa de recría o terminación	102
5.3. Sistemas de crianza	105
6. FAENAMIENTO	113
6.1. Selección de avestruces para faena	114
6.2. Etapas del proceso de faena	115
6.3. Clasificación de la canal	127
6.4. Ensayos proyecto FIA C97-3-P-002 (1997)	129
7. PRODUCTOS	135
7.1. Carne	135
7.2. Cuero	143
7.3. Aceite	149
7.4. Plumas	149
7.5. Huevos	151
7.6. Otros productos	152
8. ASPECTOS SANITARIOS	153
8.1. Enfermedades multifactoriales	155
8.2. Afecciones respiratorias	161
8.3. Enfermedades bacterianas	162
8.4. Infecciones micóticas	165
8.5. Infecciones virales	167
8.6. Manejo sanitario	169
9. INFRAESTRUCTURA E INSTALACIONES	173
9.1. Sector reproductores	175
9.2. Sector incubación	176
9.3. Sector maternidad - crianza - término	177
9.4. Sector pesaje - carguío	178
10. ESTUDIO ECONÓMICO	179
10.1. Información requerida, supuestos	179
10.2. Información obtenida	181
10.3. Análisis de la información	182
11. BIBLIOGRAFÍA	185

Características generales de la especie

1.1. DESCRIPCIÓN

Los indígenas africanos llaman al avestruz (*Struthio camelus* Linnaeus, 1758) ave camello o camello del desierto, por la longitud del cuello y extremidades inferiores, por la forma de sus dedos y por las callosidades que presentan en ambas patas, características que le otorgan cierto parecido a aquellos mamíferos. Es el ave más grande y pesado de todos los vivientes; los machos alcanzan alturas cercanas a los 3 metros y pesos de 180 kilos. Presentan una cabeza pequeña y un cuello muy largo, con un pico diminuto y ancho. La cabeza, el cuello y las patas están desnudos.

Sus alas son relativamente pequeñas y no les permiten volar, aunque sí impulsarse y equilibrarse mientras corren; son sorprendentemente poderosas, por lo que también las usan como parte de su mecanismo de defensa, moviéndolas alternadamente para atacar al contendor. La cola también es corta y al igual que las alas están cubiertas de plumas largas y suaves.

Sus ojos son más grandes que los de cualquier ave y su vista está muy desarrollada, especialmente para ver a larga distancia; presentan un tercer párpado de color azul claro, que les sirve de protección.

El avestruz es uno de los animales más rápidos que existen: alcanzan velocidades de hasta 96 km/h, los que pueden mantener por 30 minutos y aumentar en condiciones extremas. Esta facultad se debe a sus largas piernas que también usan para defenderse; una patada de avestruz puede incluso matar a un león. En el pie tienen desarrollados sólo dos dedos, falta el tercero y el cuarto, otro rasgo que las diferencia del resto de las aves. Éstos son cortos, gruesos, robustos y están armados con afiladas uñas o garras, aunque en muchos individuos la uña del dedo externo falta como producto de un cambio evolutivo.

El cuerpo del macho es negro y la cola y alas son blancas. Sus plumas son largas y suaves y tienen un gran valor comercial. La hembra es de color café grisáceo.

El sonido que emite el avestruz se asemeja al rugido del león o al bramido de un toro. Es una voz profunda y gutural, más ronca en el macho que en la hembra.

El macho es de mayor tamaño que la hembra, la que alcanza los 2,3 metros. Los polluelos crecen aproximadamente 30 cm por mes durante el primer año, alcanzan la madurez sexual entre los dos y tres años, aunque la hembra lo hace seis meses antes; ésta puede poner huevos hasta los 40 años de edad. Su longevidad es del orden de los 70 años.

1.2. CLASIFICACIÓN

El avestruz pertenece a la clase de las aves, animales que se reproducen por huevos y tienen el cuerpo cubierto de plumas. En las aves, en general, los miembros anteriores (alas) son elementos de vuelo, natación, equilibrio o sólo de cortejo; las patas les sirven para caminar, correr y/o nadar y la boca está conformada por el pico que carece de dientes.

En su evolución las aves se dividieron en dos subclases: Archaeornithes y Neornithes. La primera de ellas está extinta, tenían una larga cola y dientes. La segunda son las aves actuales y se dividen en tres superórdenes: Odontognathae, Palaeognathae y Neognathae.

Los avestruces se incluyen en el superorden Palaeognathae, que incluye dos grupos: los tinamúes, que tienen una capacidad de vuelo muy reducida y las ratites,

que incluye a los avestruces, que son aves corredoras, cuyas alas se han atrofiado y con ello han perdido la capacidad de vuelo. Esta denominación deriva del latín *ratis* (balsa plana) ya que su esternón ha perdido la quilla (cresta ósea para la inserción de los músculos que permiten el vuelo) y se ha tornado plano. Además, no presentan huesos neumáticos, que son aquellos provistos de cavidades y, por ende, más livianos para facilitar el vuelo. Los paleognatos incluyen cinco órdenes (se señala el lugar de origen):

- Casuariiformes (emú y casuario; Australia, Nueva Guinea)
- Apterygiformes (kiwi; Nueva Zelanda)
- Rheiformes (ñandú; América del Sur)
- Tinamiformes (tinamú; América del Norte y del Sur)
- Struthioniformes (avestruz; África)

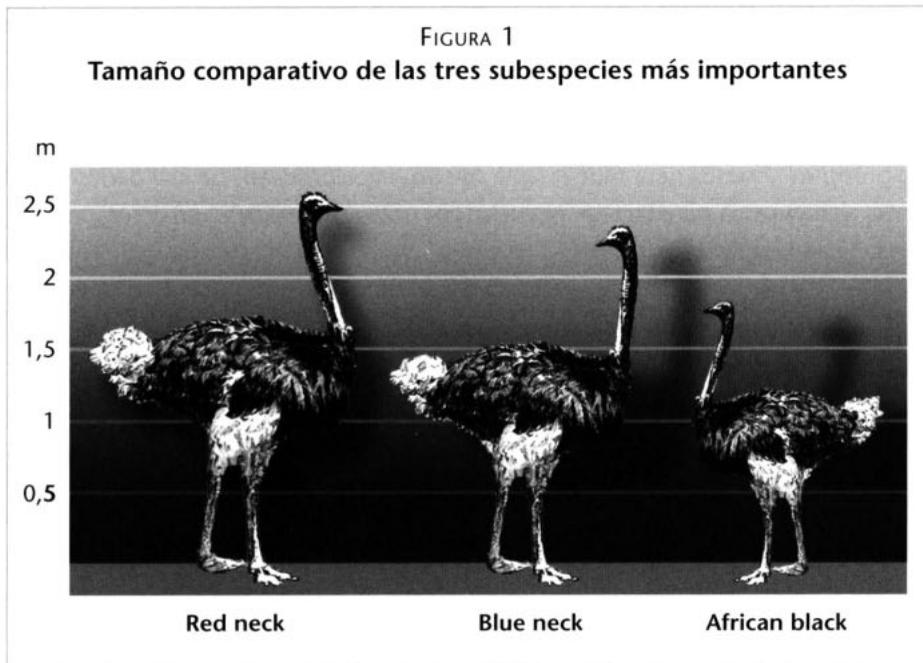
Los Struthioniformes viven en manadas de 3 a 20 individuos y un macho puede tener hasta cinco hembras. Este orden está conformado sólo por la especie *Struthio camelus* que, en términos generales, se divide en cuatro subespecies, de acuerdo al tamaño, plumaje y otras características fenotípicas (figura 1):

El avestruz de cuello rojo (red neck): originario de Tanzania y Kenia en África oriental, es la de mayor talla y alcanza hasta 3 metros y 180 kg de peso; son los más agresivos, especialmente durante el celo. Esta subespecie fue incorporada masivamente a la crianza en granjas en la década de los 80.

El avestruz de cuello azul (blue neck): vive en áreas silvestres del norte y oeste de África y en zoológicos. No se domestica ni se usa para crianza. Es de tamaño intermedio entre los de cuello rojo y negro.

El avestruz de cuello negro (african black): es un híbrido producto de la mezcla selectiva de los dos anteriores, cuyo objetivo fue lograr una mayor productividad, un menor riesgo para los criadores y menores costos de crianza. Así, esta subespecie es más resistente y muestra un carácter más tranquilo que las otras dos; presenta un hermoso plumaje, aunque su tamaño y peso es menor a las anteriores.

El avestruz somalí: se encuentra principalmente en zoológicos y parques naturales protegidos, no en criaderos.



Se ha observado que las razas puras son notoriamente extremas en sus características, por lo que se está trabajando actualmente con mezclas, a fin de obtener lo mejor de cada una. Considerando que el mercado actual se centra en la carne y el cuero, el objetivo es lograr aves con mayor tamaño y buena producción de carne.

Tanto el avestruz de cuello azul como el de cuello rojo son animales naturalmente salvajes: son agresivos, patean y muerden, lo que conlleva a la idea generalizada de que el avestruz es un animal poco amigable o peligroso. Sin embargo, la subespecie domesticada (african black) es de naturaleza dócil, amigable y tremendamente inquisitiva y curiosa con los humanos. Para aumentar el valor comercial de esta subespecie, los sudafricanos lograron, mediante cruza selectiva, producir una hembra 10 veces más fértil que la de cuello rojo o azul.

Actualmente existen más de dos millones de avestruces alrededor del mundo y la especie no se considera en peligro de extinción.

1.3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

El hábitat natural del avestruz corresponde a zonas áridas con precipitaciones anuales promedio de 200 mm y temperaturas entre los -15 y los 40 °C (fluctuación noche/día). Aunque estas características se encuentran principalmente en África, Arabia y Siria, ello no implica que no hayan vivido en otros lugares a lo largo de la historia. También se encuentra en valles y planicies cubiertas de matorrales.

El 90% de las poblaciones naturales actuales habitan en África central bajo la línea del Ecuador; hasta 1941 también se encontraban en Medio Oriente (Siria y Arabia), donde fueron cazadas hasta la extinción.

Por otra parte, esta es una especie que resiste una gran variedad de condiciones climáticas y ello se comprueba con la enorme cantidad de granjas comerciales, donde vive en cautiverio, ubicadas en una diversidad de climas desde la fría Alaska, hasta la calurosa África ecuatorial. Por su gran adaptabilidad su crianza e industrialización se ha extendido por todas las latitudes de la Tierra.

1.4. ORIGEN E HISTORIA

1.4.1. Evolución

La teoría de la deriva continental da una explicación posible del origen de las ratites a partir de un ancestro común que tuvo una amplia distribución en el antiguo continente meridional: Gondwana, y que evolucionó en las distintas familias conocidas hoy día. Esta radiación habría ocurrido con la separación de dicho continente, a fines del Cretácico (65 millones de años atrás), para formar lo que hoy es África, Sudamérica, Australia y la Antártica. Esta hipótesis de un origen común es apoyada por diversos estudios morfológicos, bioquímicos y genéticos.

Sin embargo, las relaciones con el resto de las aves aún son poco claras. El aspecto fundamental que se debe determinar es si son aves que han perdido su capacidad de vuelo o si se diferenciaron en la línea evolutiva de las aves antes de que éstas adquirieran la facultad de volar. En el primer caso, serían las aves más evolucionadas; en el segundo, las más primitivas.

Actualmente se considera que la presencia de alas vestigiales es una evidencia de que su aislamiento del resto de las aves ocurrió sólo después de que se desarrolló la capacidad de volar, habilidad que los avestruces habrían perdido posteriormente, como una adaptación a la vida terrestre. Otros estudios como los de anatomía comparada, conductuales, embriología y paleontológicos, apoyan la hipótesis de que las ratites evolucionaron de las antiguas aves carenadas, es decir, con quilla (*Neornithes*), ya que comparten características fundamentales como la complejidad estructural del cerebelo y otros aspectos anatómicos.

Los avestruces corresponden al único grupo de las ratites (*Neornithes: Palaeognathae*), cuyo registro fósil contribuye significativamente a establecer su mayor antigüedad. Se conocen fósiles del moderno género *Struthio* de Turquía, tan tempranos como del Mioceno Superior (10 millones de años atrás). Otros restos, encontrados desde Grecia hasta China, se han asignado a la especie *S. asiaticus* (Plioceno: 1,8 a 5,3 millones de años), la que se ha sugerido sería el ancestro directo de la especie viviente.

1.4.2. Antecedentes históricos

Los restos de avestruces más antiguos conocidos datan, aproximadamente, de hace 25 mil años y corresponden a cáscaras de huevos encontradas en cuevas chinas que fueron habitadas por humanos. Otras evidencias, de 9 mil años, corresponden a pinturas rupestres del desierto de Sahara, realizadas por cazadores prehistóricos.

Por otra parte, existen pruebas de que los egipcios domesticaron a este animal; en los murales del Antiguo Egipto hay dibujos que las muestran como parte de los impuestos que recibían los faraones. Se piensa que fueron usados para tirar carros, al igual que en Roma, donde también eran parte de la moda.

En crónicas chinas se hace referencia a sus huevos que se obsequiaban a los emperadores. Para los asirios el avestruz era un animal sagrado, los árabes los cazaban por deporte y los nómadas sudafricanos por la carne y, además, usaban las cáscaras de sus huevos como recipientes para el agua y para hacer elementos decorativos.

Posteriormente, durante la Edad Antigua y la Edad Media se usaba aceite de avestruz como cosmético y como tratamiento para el reumatismo; en esta última época las plumas se usaban como símbolo de nobleza.

En el siglo XVI la reina María Antonieta reintrodujo la pluma de avestruz en la moda femenina, lo que llevó al apogeo de la caza de este animal. En ese tiempo empezó el auge del comercio del avestruz que continuó hasta la industrialización actual.

En el siglo XVIII la especie llegó al borde de la extinción debido a la caza indiscriminada por sus plumas. Esta situación se revirtió en el siglo XIX gracias a la crianza en granjas que logró su proliferación. Así, el avestruz fue domesticado y criado en vez de cazado.

Actualmente el peligro de extinción de la especie ha desaparecido, debido al establecimiento de un sistema de crianza sustentable, que suministra plumas, carne y cuero, sin ponerla en peligro. Sin embargo, todas estas precauciones no lograron conservar a la subespecie de Siria, cuyo último representante murió en 1941.

1.5. FORMA DE VIDA

El estudio acucioso de la forma de vida de una especie permite establecer las normas de manejo necesarias para su crianza en cautiverio.

1.5.1. Alimentación

El avestruz es un animal principalmente herbívoro, aunque también ingiere insectos y otros animales pequeños; en ocasiones se alimenta de restos de mamíferos o reptiles dejados por depredadores carnívoros. En el caso de las plantas son muy selectivos y prefieren las flores, frutas y semillas y desechan hojas y tallos.

Les gusta especialmente la sal. Su apetito es voraz y son capaces de comer una gran cantidad de sustancias indigestas e incluso perjudiciales.

Un avestruz en cautiverio requiere aproximadamente 2,0 a 2,5 kg menos de alimento que cuando está en su hábitat natural, pues disminuye el gasto de calorías en actividades como alimentación, defensa y protección, entre otros.

Aunque el avestruz no resiste demasiado tiempo sin comer, puede pasar largos períodos sin tomar agua; esta característica es similar a la del camello, ya que ambos están adaptados a regiones áridas.

1.5.2. Comportamiento

Como se señaló anteriormente, las subespecies de cuello rojo y cuello azul son agresivas y salvajes ya que no están domesticadas, a diferencia de la de cuello negro que es pacífica y está acostumbrada a vivir entre humanos; además, muestra una gran curiosidad por la conducta de las personas y se acerca a observar sin mayores dificultades.

Este animal se adapta muy bien a diferentes climas y a amplias oscilaciones térmicas. Ello se debe, en parte, al uso que da a sus alas para conservar o liberar calor, ya sea ventilándose o abrigándose los muslos.

Una de las conductas más llamativas del avestruz es su rito nupcial: el macho se para frente a la hembra y se deja caer con violencia en sus talones. Luego despliega sus alas y las agita de adelante hacia atrás, mientras baja la cola y apoya la parte plana de la cabeza en el lomo moviéndola rítmica y lentamente de un lado a otro con una fuerza tal, que golpea ruidosamente sus flancos. Este ritual se extiende por más de diez minutos, hasta que el macho se yergue repentinamente y se precipita hacia la hembra desplegando sus alas. Cuando se encuentra cerca de ella repite el ritual y patea rítmicamente el suelo. La hembra no manifiesta una mayor atención y luego se consuma el apareamiento.

El macho es polígamo y recorre áreas arenosas de altas temperaturas, con tres o cuatro hembras, o en grupos de cuatro o cinco machos acompañados de sus parejas e hijos. En general se desplazan con otras especies como antílopes y cebras. Las manadas ocupan territorios de 2 a 15 km² durante la época reproductiva, la que dura cerca de 5 meses.

Las hembras de cada macho ponen sus huevos blanco amarillentos en las mismas grietas en la arena; es decir, cada macho tiene un solo nido con 30 a 60 huevos. A veces los cubren con arena para darles calor y ocultarlos de los depredadores. Normalmente, cierto número de huevos queda esparcido alrededor del nido, no son incubados y sirven como alimento a los más jóvenes. Los huevos

pesan cerca de 1,5 kg y su volumen es de 1,4 litros. Durante la noche son incubados por el macho y las hembras se turnan durante el día.

Por otra parte, ante señales de alarma el avestruz generalmente corre, pero si debe enfrentarse a algún adversario es un luchador sumamente poderoso. Mediante golpes rectos hacia delante o laterales con sus poderosas patas, son capaces de provocar la muerte del contendor.

Aunque pueden pasar largos períodos sin tomar agua, suelen bañarse si la tienen a disposición.

1.6. INDUSTRIA DEL AVESTRUZ

A lo largo de los siglos se han desarrollado diferentes formas de obtener beneficios de esta especie. En la época de los griegos y los romanos, incluso antes, durante la época de los egipcios, la caza no alcanzaba niveles relevantes; sin embargo, después de la Edad Media este animal comenzó a ser capturado en grandes cantidades, lo que lo llevó al borde de la extinción. Posteriormente, recién en el siglo XIX comenzó la verdadera industrialización. En esa época el uso de las plumas de avestruz en la moda tenía tan desbastadas las poblaciones salvajes, que se estableció su crianza en granjas especializadas. Este proceso se vio favorecido en la década de 1860 por la introducción de las alambradas y el cultivo de alfalfa para alimento y en 1880 por la introducción, en Sudáfrica, de la incubadora mecánica de huevos. La suma de estos factores permitió que se establecieran los criaderos comerciales de avestruces a fin de satisfacer la continua demanda de plumas que exigía la moda de la época. En esa década se decretó en Sudáfrica que la crianza de avestruces era parte de la ganadería no tradicional.

La industria floreció entre 1900 y 1914 y el avestruz pasó a ser el cuarto producto en la lista de exportaciones sudafricanas después del oro, los diamantes y la lana. Sus criadores obtuvieron grandes fortunas que les permitieron construir enormes estancias.

Durante la Primera Guerra Mundial la industria colapsó tan rápido como se había expandido. La baja en la demanda de sus plumas trajo como consecuencia una disminución en las poblaciones desde 250 mil a 40 mil individuos.

El período entre guerras no tuvo mayor influencia en esta industria; sin embargo, después de la Segunda Guerra Mundial, en Sudáfrica el avestruz volvió a ser visto como un negocio muy lucrativo. En esa época se empezó a comercializar el cuero, además de las plumas, cuya particularidad no está sólo en su diseño (fotos 27 a 30; p. 144), sino también en que es el más resistente de los que actualmente dispone el mercado. Los sudafricanos desarrollaron numerosas técnicas para mejorar la producción del cuero, lo que les ha valido el reconocimiento, hasta nuestros días, de ser uno de los principales productores de avestruces.

En otro ámbito, debido a los constantes esfuerzos por encontrar dietas cada vez más sanas y nutritivas, se descubrió que la carne de avestruz es más baja en colesterol, grasas y calorías que la del pollo descuerado; por ello, los sudafricanos comenzaron a exportarla a Europa.

En los años 70 se exportó un número importante de avestruces vivas a Israel y, aunque la religión judía no permite comer este animal, la producción fue tan favorable que, actualmente, dicho país es el segundo productor a nivel mundial después de Sudáfrica. La subespecie dominante en Israel es el african black.

A mediados de los años 80 Estados Unidos comenzó a interesarse en esta industria debido a los enormes beneficios económicos que prometía su crianza. Así se inició un proceso de importación desde Sudáfrica, que incluía la cuarentena de animales para asegurar las condiciones de salud en que llegaban y certificar que sólo se importaban individuos sanos. Este monitoreo de 40 días permitió evitar la propagación de diferentes infecciones como el mortal virus de Newcastle.

Las exportaciones terminaron en 1988, por disposición del gobierno sudafricano, y los comerciantes norteamericanos tuvieron que buscar el abastecimiento de huevos y animales vivos en otros países. La estrategia más comúnmente empleada fue que cada país se centró en la reproducción para contar con más individuos.

Estas limitaciones no duraron mucho tiempo, ya que con la caída del apartheid en Sudáfrica se reanudaron las exportaciones y hubo nuevos suministros de aves para los productores de diferentes países. Al cabo de un año, en 1989 se volvió a prohibir la exportación de avestruces a solicitud de los productores locales.

Finalmente, en la década de los 90 se vendieron cientos de huevos a países de todo el mundo. La gran mayoría de los compradores requerían african black dada la facilidad de criar una subespecie doméstica; sin embargo, cerca del 80% de los compradores recibieron especímenes de cuello rojo y azul, subespecies más agresivas y no domesticadas. De todas formas, quienes invirtieron en este negocio durante los 90, vieron aumentado su capital 10 veces el valor inicial.

En esa época los precios de cada huevo fluctuaban alrededor de los 1.000 dólares; hoy, un huevo cuesta cerca de 50. Algo similar ocurrió con los tríos african black de crianza (un macho y dos hembras): 10 años atrás alcanzaban los 100 mil dólares, hoy fluctúan entre 5 y 6 mil dólares.

La estabilización del precio de los huevos y de los tríos de avestruces ha llevado a la industria, actualmente, a su etapa de comercialización plena y mundial. Es así como más de 50 países, en todas las latitudes, cuentan con criaderos de avestruces.

El avestruz se cría hoy por su saludable carne roja, cuero y plumas, que se usan tanto para adornos como para plumeros, así como por su aceite utilizado para el cuidado cosmético de la piel.

1.7. CREENCIAS ERRÓNEAS

Se suele pensar que el avestruz esconde su cabeza en la arena cuando percibe peligro. Se ha demostrado que esto no es cierto, por el contrario, ante la más mínima señal de inseguridad la primera respuesta de estos animales es correr. Esta creencia errada viene de la época de los griegos, que incluso pensaban que el avestruz se escondía en arbustos si no había arena cerca. Probablemente, esta idea nació de la costumbre del avestruz de acostarse en el suelo con el cuello estirado, supuestamente para no ser visto por sus predadores; los griegos interpretaron esta actitud como un intento por proteger el área más vulnerable del cuerpo.

También se piensa que el avestruz puede comer, literalmente, cualquier cosa. Incluso, antiguamente se pensaba que el hierro y los carbones calientes ayuda-

ban su digestión. Lo cierto es que el avestruz es capaz de tragar objetos no comestibles, aunque finalmente los expulsa de su organismo con la ayuda de los poderosos músculos de su sistema digestivo y de piedras que el animal traga para moler el alimento. Probablemente, este mito viene de la curiosidad del avestruz y la atracción que ejercen sobre él los objetos brillantes, lo que lo impulsa a tragar metales.

1.8. INFORMACIÓN ADICIONAL

- El avestruz vive entre 30 y 70 años, aunque algunos ejemplares han alcanzado los 100 años.
- Los avestruces de criadero, gracias a la alimentación, buena salud y cuidados, suelen poner más huevos por trío que sus congéneres salvajes.
- La exportación de avestruces para la crianza ha hecho que se adapten a diferentes climas y regiones geográficas como Australia, Norte y Sudamérica, Reino Unido, Bélgica y Holanda.
- La pierna del avestruz se dobla al revés del común en otras especies.
- En condiciones naturales con frecuencia están en compañía de manadas de cebras, jirafas, antílopes y otros animales gregarios.
- El color rojizo del cuello del macho durante la época de apareamiento es producto de la hormona masculina testosterona; por el contrario, la coloración de las plumas dependen de la presencia o ausencia de la hormona femenina estrógeno. Por ello, en hembras inmaduras o histerectomizadas las plumas son de color negro.
- Durante la temporada de celo, también se torna rojiza la zona del pico y alrededor de los ojos.
- El avestruz es internacionalmente reconocido como animal amigable con el ambiente.
- El avestruz tiene la mayor tasa de engorda de cualquier animal terrestre.
- El sistema inmunológico del avestruz adulto es uno de los más desarrollados y avanzados que se conoce.
- En Namibia se suele cazar avestruces por deporte, por los destrozos que provocan en las granjas de los criadores de ovejas y ganado y por los diamantes que se suele encontrar en su interior, dado que se sienten atraídos a tragar objetos brillantes.

Anatomía y fisiología

La anatomía es la ciencia que estudia la forma, disposición y estructura de los tejidos y órganos que componen un organismo vivo; por otra parte, la fisiología estudia la funcionalidad de los organismos vivos, desde su estructura más básica (fisiología celular), sus órganos y sistemas (fisiología sistémica), hasta sus relaciones con el ambiente que los rodea (fisiología ambiental).

En el caso del avestruz, el conocimiento de su fisiología y anatomía son dos puntos claves cuando se trata de producirlo comercialmente, ya que es la base para implementar técnicas adecuadas de alimentación y crianza.

Como es de esperar, al estudiar la anatomía y fisiología de esta especie se encuentran aspectos comunes con las aves, similitudes con la funcionalidad de los mamíferos, así como particularidades propias de la especie.

Dentro de los aspectos que presentan mayor diferencia en relación a otros animales y que son muy característicos de los avestruces, se encuentra la fisiología de los sistemas digestivo, reproductivo y de la termorregulación, temas que se tratan en el presente capítulo, cuyo conocimiento es fundamental a fin de desarrollar un plantel exitoso.

Cabe señalar que la fisiología de termorregulación se considera parte del concepto de fisiología ambiental y adquiere gran importancia en los sistemas productivos, ya que entrega criterios para la implementación de la infraestructura y del manejo.

2.1. SISTEMA DIGESTIVO

2.1.1. Anatomía

Este punto se analiza con relación a la alimentación y nutrición; se señalan algunas características típicas del avestruz y se indican las diferencias con el resto de las aves.

Las aves actuales (Neornithes), incluidos los avestruces, presentan un pico sin dientes, de naturaleza ósea y córnea, cuya función principal es la de prender los alimentos; esta característica impide que en la boca se realice una primera etapa de la digestión mediante un proceso de maceración. La cavidad bucal está revestida por mucosa y contiene la lengua, cuyo sostén es el aparato hioideo. Otros elementos relacionados son la laringe, la traquea proximal y el esófago. Otras funciones del pico y sus estructuras asociadas son el arreglo de las plumas, la respiración y la emisión de sonido; puede contener sensores gustativos.

Las aves, excepto los avestruces, tienen una estructura llamada buche, que corresponde a un ensanchamiento del esófago, cuya función es almacenar el alimento antes de ser digerido. Éste les permite recolectar y deglutir rápidamente el alimento, a fin de evitar el ataque de los depredadores mientras come, ya que así debe exponerse menos tiempo al peligro. La carencia del buche en el avestruz, hace que en ellos la alimentación se realice en forma más continuada en el tiempo y no de una sola vez.

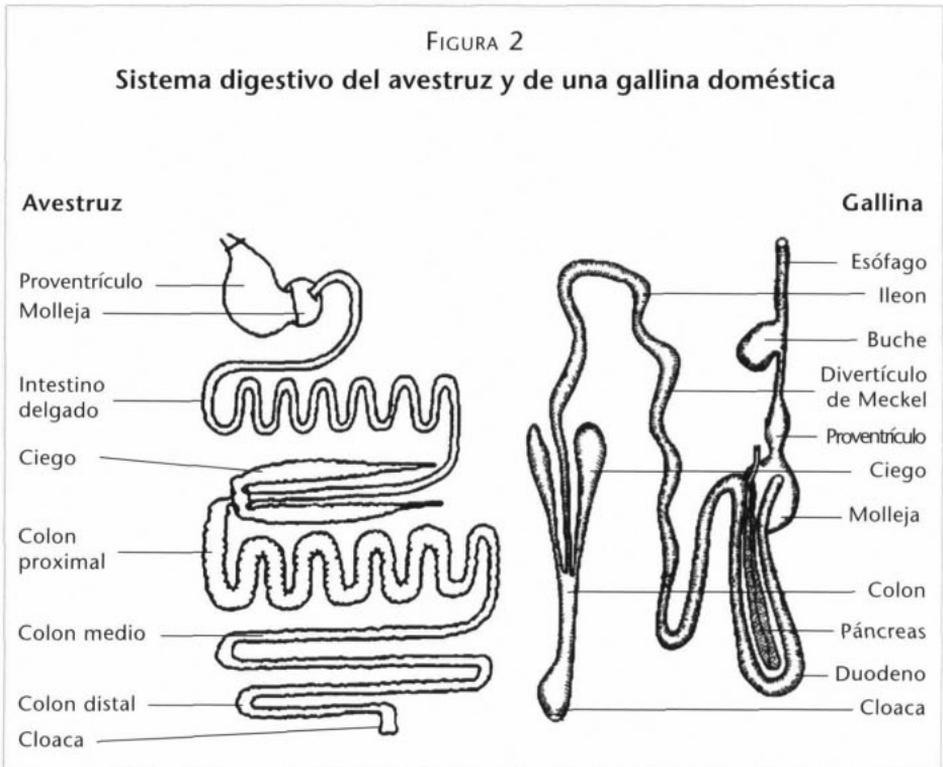
En las aves, incluidos los avestruces, el estómago consta de dos cavidades: el estómago glandular o proventrículo, que presenta características similares al de los mamíferos (secreción de ácido clorhídrico -HCl- y enzimas proteolíticas, entre otras) y el estómago muscular o molleja, encargado de la maceración del alimento mediante la acción conjunta de los movimientos musculares y la de piedras previamente ingeridas por el animal.

Otras características de los avestruces son:

- carecen de vesícula biliar, por lo que el vaciamiento del hígado se realiza directamente al intestino delgado;

- cuentan con dos ciegos bastante desarrollados que contienen microorganismos que les permiten digerir la celulosa;
- presentan un gran desarrollo del intestino grueso, lo que implica un aumento en la eficiencia de los ciegos.

En síntesis: los avestruces no tienen buche ni vesícula biliar, el intestino grueso es muy largo y representa el 50% del largo total del aparato digestivo; el intestino delgado corresponde al 35,5%. El estómago, conformado por el proventrículo y la molleja, cumple la función de almacenar y macerar el alimento. La figura 2 corresponde a un esquema del aparato digestivo del avestruz, comparado con el de una gallina doméstica.



Fuente: Scheideler (1996); Larbier & Leclercq (1992)

2.1.2. Fisiología

La digestión de las proteínas se inicia en el estómago: el proventrículo secreta pepsinógeno y HCl; este último proporciona el ambiente ácido necesario para la activación del pepsinógeno a pepsina. Las contracciones de las paredes musculares de la molleja muelen y mezclan mecánicamente el alimento con las enzimas; las piedrecillas ingeridas por el animal ayudan a esta función.

La bibliografía señala que se han encontrado importantes cantidades de ácidos grasos volátiles a nivel de las cámaras del estómago, lo que demuestra que allí existe cierto grado de fermentación microbiana, aunque no se ha determinado el nivel de contribución en nutrientes que ésta aporta.

El intestino delgado de los avestruces, como el de todos los vertebrados, se encuentra dividido en tres partes:

- el duodeno, cuyo epitelio secreta mucus y enzimas; a este segmento llegan, además, las secreciones del hígado y del páncreas;
- el yeyuno que también secreta enzimas intestinales y participa en la digestión y absorción;
- el ileon que actúa, principalmente, absorbiendo nutrientes digeridos en los dos segmentos anteriores.

Entonces, en el intestino delgado ocurren dos procesos importantes: la digestión química y la absorción de proteínas, grasas y carbohidratos solubles, que serán transportados por la sangre.

Por otra parte, las células del hígado producen sales biliares que son transportadas por el fluido biliar hasta el duodeno; dicho fluido presenta dos funciones importantes: emulsiona las grasas formando miscelas y ayuda a neutralizar la acidez que llega al duodeno desde el estómago. Como el avestruz no presenta vesícula biliar (lugar de acumulación y concentración de bilis), la digestión de las grasas es más dificultosa que en los animales que la poseen, ya que la descarga de dicho compuesto es continua sin llegar a concentrarse.

Otro órgano fundamental para el proceso digestivo es el páncreas, donde se produce el jugo pancreático que contiene proteasas, lipasas y carbohidrasas esenciales para la digestión intestinal de vertebrados. Este fluido, al igual que la bilis, ayuda a neutralizar el ácido gástrico en el intestino.

En muchas especies se puede encontrar fermentación microbiana en el tracto que sigue a continuación del intestino delgado; por ejemplo en el colon (en el caso del caballo) o en el ciego (en conejos). En el avestruz la anatomía del intestino grueso presenta semejanzas con la de ambas especies y se produce fermentación en los dos segmentos.

Tanto en el intestino grueso como en los dos grandes ciegos del avestruz se crea un ambiente muy favorable para la fermentación microbiana de la fibra y para el aprovechamiento de la celulosa. Por lo tanto, esta especie puede utilizar grandes cantidades de celulosa en la dieta, una vez que se ha establecido la flora microbiana adecuada.

Se concluye que, como en los avestruces la digestión de la fibra ocurre después del intestino delgado, las proteínas provenientes del forraje prácticamente no se utilizan; por ello, se les debe entregar una dieta balanceada en cuanto a sus requerimientos de aminoácidos. Cabe señalar, que lo que se aprovecha de la digestión de la fibra es la energía, la cual se absorbe en el intestino grueso como ácidos grasos volátiles, que constituyen la fuente primaria de energía en la especie (ver 4.2.1). La proporción de estos compuestos depende del tipo de bacterias presentes, más que del tipo de alimento consumido.

Los ácidos grasos volátiles son utilizados por el avestruz como fuente de energía para la formación de músculo, grasa, termorregulación u otros procesos. Aunque técnicamente los avestruces no presentan un requerimiento esencial de fibra en su dieta, ésta es fundamental para mantener una flora microbiana saludable en el intestino, a fin de optimizar la tasa de pasaje del alimento y la digestión de los nutrientes.

2.2. SISTEMA REPRODUCTIVO

El estudio y conocimiento de este sistema es fundamental en la producción de avestruces, ya que una correcta funcionalidad permitirá obtener un adecuado número de huevos y por ende, de crías.

El sistema reproductivo de los avestruces es muy similar al de las aves en general y, particularmente, al de las gallinas domésticas.

A continuación se analizan los sistemas reproductivos de machos y hembras.

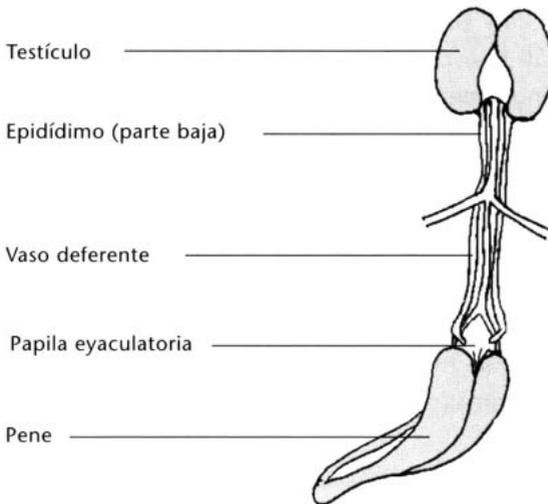
2.2.1. Macho

El macho llega a la madurez sexual a los 3 años de edad aproximadamente. Los testículos, encargados de producir espermatozoides y hormonas sexuales masculinas como la testosterona, están situados en el abdomen, a ambos lados de la línea media, por debajo del arco de la columna vertebral, adyacentes a los riñones y a las glándulas suprarrenales. Se encuentran “refrigerados” por los sacos aéreos abdominales. Durante la etapa de reproducción o apareamiento, aumentan su peso en un 400% y pueden superar los 10 cm de largo.

El pene, que funciona únicamente como canal eyaculador, está ubicado en el piso de la cloaca, en la cámara exterior llamada *proctodaeum*. A diferencia de los mamíferos no existe conexión con la región urinaria mediante la uretra, de modo que éste no libera orina. El pene no erecto mide de 20 a 30 cm y erecto puede alcanzar los 40 cm de largo; puede verse fácilmente durante la defecación, emisión de orina o durante el apareamiento (figura 3). Otra diferencia con los mamíferos, es que la erección ocurre por acumulación de linfa y no de sangre, la cual sirve como vehículo para los espermios, ya que las aves carecen de glándulas anexas como próstata y vesícula seminal.

Durante el apareamiento, el semen se acumula en la fosa o papila eyaculatoria ubicada en la cámara media de la cloaca o *urodaeum* y luego entra en la ranura seminal, drenando por gravitación. La introducción del pene en la vagina de la hembra permite la inyección del semen a través de dicha ranura.

FIGURA 3
Esquema del sistema reproductor masculino



Fuente: Manitoba Ostrich Skills Training (1997).

Las hormonas involucradas en la actividad reproductiva se generan en la hipófisis, los testículos y en el hipotálamo, el cual se ve influido por el fotoperíodo: aumenta su actividad durante los días largos. Dichas hormonas son:

GnRH: hormona encargada de liberar gonadotrofinas; proviene del hipotálamo y estimula, vía portal hipofisiario, a la hipófisis para la liberación de las gonadotrofinas FSH y LH.

FSH: generada en la hipófisis ejerce su efecto sobre los testículos estimulando la generación de espermios (espermiogénesis).

LH: hormona que actúa sobre las células intersticiales o células de Leydig de los testículos para la generación y liberación de testosterona.

Testosterona: contribuye a la maduración espermática y es la responsable de los caracteres sexuales secundarios. En los avestruces influye en su tamaño, en la agresividad y en la coloración del plumaje (negro-blanco).

2.2.2. Hembra

En estado silvestre la hembra alcanza la madurez sexual a los 3 años; sin embargo, en criaderos, con una buena nutrición, este período se puede adelantar notoriamente entre los 24 y 36 meses. Sobre los tres años de edad se pueden llegar a producir más de 50 huevos por temporada de postura; en estado silvestre la postura presenta rangos entre 10 y 15 huevos. En el auge de su postura, una hembra pone un huevo cada 48 horas, ya que este es el tiempo que se demora en formarlo. Existe una gran variabilidad entre la cantidad de huevos puestos por temporada entre un animal y otro; algunas hembras pueden producir más de 100 huevos.

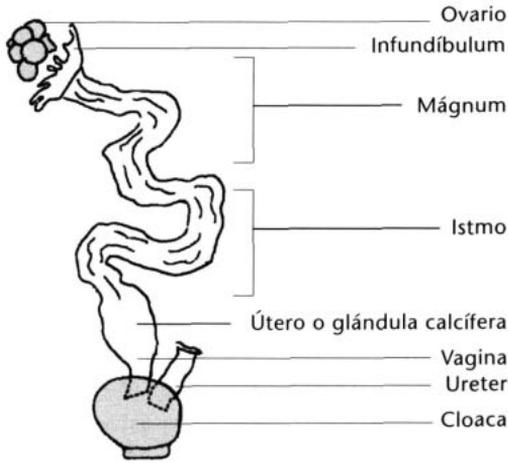
Para que exista fertilización, el apareamiento debe ocurrir durante los siete días anteriores a la postura del huevo, de esta manera los espermios se encuentran con el óvulo sin membranas de cobertura y puede fertilizarlo sin problemas.

Sólo se desarrolla y es funcional el ovario izquierdo, que se ubica al lado del riñón. Este produce los óvulos (yemas de los huevos) y hormonas sexuales como el estrógeno. Se caracteriza por su gran tamaño y desarrollo de folículos durante el período reproductivo. Todos los óvulos que producirá el ave ya están presentes en el momento de empollar, los que, una vez maduros, son liberados al oviducto donde pueden ser fecundados.

Al igual que el ovario, sólo está desarrollado el oviducto izquierdo que corresponde a una estructura tubular larga, muy cercana al ovario, cuya función es transportar el óvulo. Al igual que los testículos de los machos esta estructura aumenta considerablemente su tamaño durante el período de apareamiento, a fin de favorecer la producción de huevos. Consta de varios segmentos, como se observa en la figura 4.

FIGURA 4

Esquema del sistema reproductor femenino



Fuente: Manitoba Ostrich Skills Training (1997).

Cada estructura del aparato reproductor femenino tiene distintas características y funciones:

Infundíbulo (trompa de Falopio): a esta estructura llega la yema luego de la ovulación y se produce la fertilización del óvulo.

Mágnum: es el segmento más largo, donde se secreta la mayor parte de la albúmina, o clara del huevo.

Istmo: corresponde al lugar de formación del resto del albumen y de las membranas interior y exterior de la cáscara. Tiene una longitud similar a la del mágnum.

Útero: es una estructura globosa, donde se produce la cáscara mediante la acción de una glándula; también se agrega pigmento y la cutícula que corresponde a una capa esmaltada que deja la superficie suave y brillante, característica en esta especie. Dicha capa actúa como barrera de protección frente a los agentes patógenos del medio externo. Además se agrega agua, lo que favorece la formación de diferentes capas de albúminas.

Vagina: lugar en que se encuentran las glándulas esperáticas donde se alojan los espermatozoides. La oviposición (postura de huevos) se produce por la contracción de este órgano. En las aves que no han llegado a la madurez sexual, el orificio de la vagina está cubierto por una delgada membrana que se rompe en el momento en que la hembra pone su primer huevo; por ello, los primeros huevos presentan algunas manchas de sangre en la cáscara.

La cloaca de las hembras consta de dos compartimentos: la cámara interna (*coprodaeum*) donde finaliza el colon y son absorbidos los líquidos remanentes de las heces y la cámara media (*urodaeum*) donde desembocan los uréteres y el ducto genital.

Las hormonas involucradas en la actividad reproductiva se generan en el hipotálamo e hipófisis por efecto del fotoperíodo; éstas aumentan su actividad cuando los días se alargan, es decir con un mayor número de horas de luz. La acción hormonal llega al ovario y se desarrolla sólo el izquierdo. Las hormonas que participan en este proceso son:

GnRH: hormona encargada de liberar gonadotrofinas; proviene del hipotálamo y estimula, vía portal hipofisiario, a la hipófisis para la liberación de las gonadotrofinas FSH y LH.

FSH: se genera en la hipófisis y su función primordial es estimular el desarrollo de los folículos, el que está determinado por un proceso de jerarquía folicular, que corresponde al desarrollo de un conjunto de folículos que ovularán en días continuados y en una determinada secuencia de postura.

LH: es la hormona responsable de la ovulación.

Estrógenos: se producen en las células granulosas del ovario y cumplen roles sexuales primarios, como por ejemplo, el desarrollo del oviducto y la osificación secundaria de huesos largos; también cumplen un rol en el desarrollo de características sexuales secundarias, como patrones conductuales y el color de las plumas y piel, entre otros.

Progesterona: se produce en el ovario y su función principal es desarrollar la actividad de las glándulas del oviducto, a fin de lograr una adecuada formación del huevo.

2.2.3. Huevo

El huevo es una estructura biológica fundamental para la reproducción natural de las aves y otras especies. Una de sus principales funciones es la protección y nutrición del embrión.

El huevo de avestruz es el más grande en tamaño respecto al de otras especies de aves, aunque es el más pequeño en relación al peso vivo del animal, ya que corresponde, aproximadamente, sólo al 1,5% del peso vivo de una hembra.

Los huevos de esta especie pesan entre 1.000 y 2.000 gramos; sus dimensiones promedio son de 13 cm de ancho x 16 de largo, con una variación entre 14 y 17 cm; su superficie tiene un área aproximada de 580 centímetros cuadrados. Un huevo de avestruz equivale a 24 huevos de gallina.

Estos huevos son de color blanco-beige o amarillentos y se cree que ello puede ser una adaptación que permite minimizar su sobrecalentamiento con la radiación solar antes de la incubación.

La porosidad es otra característica importante que presenta una cierta variabilidad entre huevos de una misma hembra y mayor aún entre hembras. Las variaciones fluctúan entre 12 y 16 poros por centímetro cuadrado de cáscara. La pérdida de peso durante la incubación se estima conociendo la porosidad, el número de poros y el grosor de la cáscara.

Si el huevo fue fecundado, el embrión ya se encuentra en desarrollo en el momento de la oviposición, aunque entra en estado de latencia al disminuir la temperatura ambiente; por el contrario, con el aumento de la temperatura al inicio de la incubación, el proceso del desarrollo embrionario se restablece.

La composición del huevo de avestruz es la siguiente:

Yema: compuesta principalmente por lípidos; contiene el poro o disco germinativo que es el punto donde se produjo la fecundación y donde se inicia el desarrollo embrionario. Representa el 26% del peso del huevo.

Clara: se pueden distinguir cuatro capas: albúmina líquida interna y externa, albúmina densa y chalazas; estas últimas corresponden a proteínas reticulares que forman cordones que fijan la yema en el centro del huevo.

La clara está constituida principalmente por moléculas proteicas como las albúminas y globulinas, en ese orden de importancia. Las proteínas tienen como principal función la nutrición del embrión y, además, algunas tienen una función bacteriostática; es decir, ayudan a la defensa del huevo contra bacterias que puedan contaminarlo. Específicamente en los huevos de avestruces, las proteínas bacteriostáticas son la ovomucoide, ovoinhibidor y ovotransferrina, a diferencia del resto de las aves que presentan la avidina. La clara representa un 54% del peso del huevo.

Membranas de la cáscara (externa e interna): estas estructuras permiten la formación de la cámara de aire, en la parte más ancha del huevo, cuando se produce la separación entre ellas. Su estructura es fundamentalmente una red de queratina que permite defender al huevo de la contaminación bacteriana y soportar la estructura de la cáscara.

Cáscara: su componente principal es el carbonato de calcio (CaCO_3); contiene una capa mamilar y una de tejido esponjoso que dejan poros u orificios que permiten la evaporación de agua y el intercambio gaseoso. Los poros conforman aproximadamente 14 cm^2 de la superficie de la cáscara y se encuentran cubiertos por mucina durante los primeros 7 días después de la oviposición, lo que otorga una barrera protectora durante el período anterior a la incubación. La cáscara corresponde alrededor del 20% del peso del huevo.

En el capítulo 3 se señalan otras características del huevo relacionadas con la incubación y el desarrollo embrionario.

2.3. MECANISMOS DE TERMORREGULACIÓN

El avestruz, al igual que el resto de las aves y los mamíferos, es un animal homeotermo, es decir, que mantiene su temperatura corporal dentro de un rango constante; para ello cuenta con mecanismos que permiten liberar o generar calor según sea necesario:

- la termólisis, que es la pérdida de calor a través de algún fenómeno físico como evaporación, radiación o conducción;
- la termogénesis, que es la generación de calor producto de los procesos metabólicos normales del organismo.

La temperatura corporal normal del avestruz fluctúa entre 38 y 40 °C. Cabe señalar que, mientras menos energía gasten los animales en termorregular, más energía tendrán para producir (crecer, desarrollar huevos, etc.); por ello, al diseñar los corrales e infraestructura del plantel se deben considerar las características que permitan al animal perder calor mediante los mecanismos adecuados, cada vez que lo requieran.

Se pueden distinguir dos rangos de temperatura importantes:

Rango de temperatura de termoneutralidad: corresponde al rango de temperatura ambiental en el cual los animales no invierten energía en termorregular (10 a 25 °C en los avestruces, en condiciones normales); es decir, no necesitan hacer uso de mecanismos homeostáticos. Este rango varía según especie, raza, edad y aislamiento corporal; en este último caso, puede haber una notoria variación dentro de una misma especie, como por ejemplo, entre un avestruz con plumas y uno al que se le hayan sacado (con menos aislamiento corporal se reduce dicho rango).

Rango de tolerancia a las temperaturas: siempre incluye el rango de termoneutralidad, por lo tanto, es más amplio. Éste considera las temperaturas entre

las cuales el animal se desarrolla adecuadamente, lo que no implica necesariamente, que no esté gastando energía en mantener su temperatura corporal dentro del óptimo. El avestruz es un animal que tiene un amplio rango de tolerancia a las temperaturas ambientales. Por ello se desarrolla adecuadamente desde el extremo norte, hasta el extremo sur de Chile.

Los avestruces, al igual que otras aves, nacen con sus mecanismos de termorregulación inmaduros o inactivos, motivo por el que la temperatura de termoneutralidad puede superar los 30 °C en los primeros días. Por esta razón requieren el aporte de calor mediante lámparas u otros artefactos en las primeras etapas de vida. A medida que cambian su plumaje (de plumón a plumas) su rango de termoneutralidad se torna más amplio.

Los avestruces presentan diversos mecanismos termorregulatorios que les dan una alta tolerancia a temperaturas altas o bajas, como se describe a continuación.

Mecanismos de respuesta al calor: la gran tolerancia al calor se debe, principalmente, a la capacidad para perder calor interno por medio de la evaporación, lo que se logra mediante el jadeo y el intercambio de gases de los sacos aéreos. Además, éstos están ubicados de forma tal que permiten la refrigeración de los testículos, evitando el daño de los espermatozoides por temperatura. Otro mecanismo utilizado es el batir de las alas, lo que provoca la circulación de aire alrededor del cuerpo.

El hecho de que exista evaporación de agua hace que aumente la osmolaridad, es decir que se concentren las sales; para eliminar el exceso de ellas, los avestruces al igual que las aves marinas, presentan una glándula excretora de la sal.

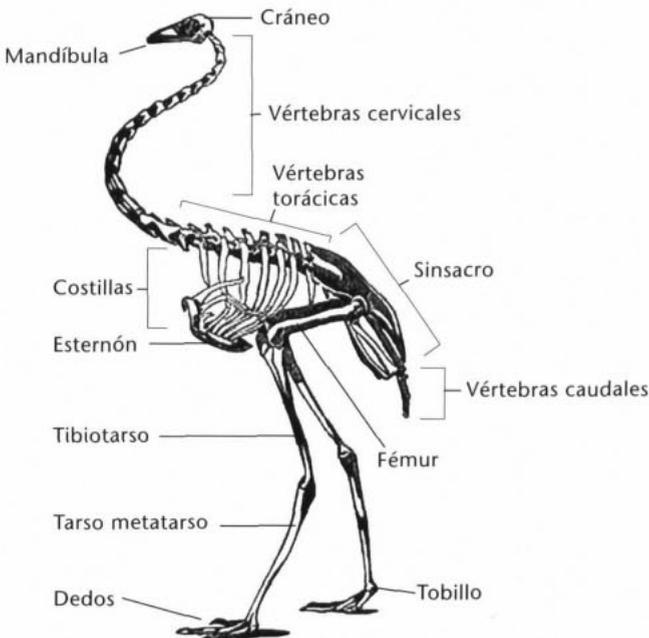
Mecanismos de respuesta al frío: incluyen tres fenómenos importantes: una respuesta conductual, que se manifiesta en la agrupación de los animales; una respuesta nerviosa simpática, que produce erizamiento del plumaje mediante vaso constricción periférica, lo que mejora el aislamiento corporal junto con producir un aumento del metabolismo con incremento de la glucogenólisis; y, por último, una respuesta endocrina, que provoca un aumento en el nivel de tiroxina en la sangre que trae como consecuencia una mayor tasa metabólica. Se puede

deducir que, a pesar de que los avestruces pueden soportar bajas temperaturas, sus mecanismos de respuesta al frío implican un aumento en la tasa metabólica y, por lo tanto, más gasto de energía en termoregular y mayor consumo de alimento, con una menor producción y menor eficiencia.

2.4. SISTEMA ÓSEO

Dado que el avestruz es una especie que alcanza un gran peso vivo que solamente es soportado por dos extremidades inferiores, es interesante conocer la conformación del esqueleto que permite esta particularidad (figura 5). Estas características deben considerarse en el momento de realizar ciertos manejos, a fin de tener los cuidados pertinentes; por ejemplo, al mover los animales, transportarlos y agruparlos.

FIGURA 5
Sistema óseo del avestruz



El cráneo del avestruz consta de las quijadas superior e inferior, paladar, caja cerebral, órbitas de los ojos y diversos huesos que protegen los ojos, el cerebro y el pico; además sostiene los canales nasal y auditivo.

El aparato bucal, también conocido como aparato hioide, se encuentra en la parte baja de la boca y está unido a la lengua, a la laringe y a la tráquea proximal. Desde cada lado, cerca de la laringe, se extiende una varilla de hueso y cartílago en dirección caudoventral y a continuación se curvan hacia arriba dos varitas muy largas que terminan detrás del oído externo.

La columna vertebral comienza en el cráneo y termina en la punta de la cola; se pueden distinguir claramente cinco zonas o regiones vertebrales: cervical, torácica, lumbar, sacral y caudal. Todas las vértebras lumbares y sacrales se encuentran fusionadas, como también la mayoría de las caudales y las últimas torácicas; esta fusión forma el sinsacro (*synsacrum*), que incluye la cintura pélvica, y conforma una sola estructura no articulada, cuyo objetivo es reducir el peso de los huesos sin perder fuerza de sostén. Ésta se ubica en la mitad posterior del cuerpo y sostiene las extremidades inferiores y los músculos asociados a éstas. Las últimas vértebras caudales dan origen a la cola.

Un grupo de 18 vértebras cervicales sostiene la cabeza, el cuello y todas las estructuras asociadas; las vértebras torácicas son 10 y sostienen la cavidad torácica que aloja diversos órganos y las costillas.

La cintura pélvica está formada por tres huesos: ilion (superior), isquion (región media) y pubis (región lateral-ventral). En ella se insertan y unen diversos músculos necesarios para la locomoción y los movimientos. Esta estructura, específicamente el área del pubis, protege las vísceras abdominales de la compresión cuando el ave se echa y al huevo en formación, en el caso de la hembra; en los machos protege, además, los testículos.

El esternón, también llamado hueso de la pechuga o peto, se ubica al frente de la cavidad torácica, está formado por dos mitades fusionadas, es muy ancho, duro y fuerte y sostiene las extremidades superiores y costillas. Como se señaló anteriormente, carece de quilla; esta estructura conforma la caja torácica que, por su forma y resistencia, protege los órganos internos cuando el animal se sienta, pelea o cuando choca con estructuras estacionarias.

Las extremidades superiores están conformadas por los huesos húmero, cúbito, radio y metacarpo. Presentan tres dedos de escaso tamaño y uno de ellos muestra una garra. Las funciones de las alas son el balance, la regulación térmica y los rituales de apareamiento. En los avestruces no sirven para volar, a diferencia de la mayoría de las aves.

Las extremidades inferiores están formadas por el fémur, el tibiotarso, el peroné y el tarso-metatarso. En el fémur se insertan grandes músculos y se extiende hacia adelante y abajo en un ángulo cercano a los 45 grados respecto de la columna vertebral. El tibiotarso es muy firme, largo y recto, uno de sus extremos es irregular y se encuentra unido al fémur mediante la articulación de la rodilla. El peroné es recto y largo y tiene un extremo irregular ancho que se une a la región lateral del tibiotarso. Todos los huesos metatarsianos están fusionados y conforman un solo hueso muy duro y largo que se une con el tibiotarso y con los extremos de los dedos.

La pata presenta dos dedos, uno de mayor tamaño, conocido como dedo mayor o gran dedo, que está conformado por cuatro huesos pequeños (falanges) y una garra grande en el extremo; el otro dedo se denomina dedo lateral, es más pequeño, también consta de cuatro falanges y carece de garra. La parte inferior de la pata cuenta con un cojinete grueso, que le facilita el caminar, correr y pararse sin resbalar. La pata del avestruz tiene gran importancia en el equilibrio del cuerpo y le permite rascarse el cuello y la cabeza, armar el nido, defenderse y buscar alimentos.

La cabeza del fémur se articula en la cintura pélvica, en la parte superior del lomo; esta unión permite que la pierna se mueva en varios sentidos: hacia adentro, afuera, adelante y ligeramente hacia atrás.

La articulación de la rodilla (corvejón o jarrete) está rodeada de grandes músculos y se ubica próxima al esternón y a la séptima costilla; su apariencia es cuadrada y se flexiona solamente hacia adelante; es un lugar donde pueden aparecer problemas de tendones herniados. Externamente, desde esta área hacia abajo, la piel cambia de color, es más dura y presenta escamas.

La articulación del tobillo se localiza justo arriba de los dedos y tiene movilidad hacia adelante y hacia atrás.

Reproducción

3.1. REPRODUCTORES

Los animales reproductores son la base de los grupos o familias que se forman naturalmente en estado silvestre o de los grupos que el hombre conforma en los sistemas en cautiverio. De ellos depende la proliferación de la especie.

A continuación se describe la conducta de los avestruces tanto en su ambiente natural, como en cautiverio y otros aspectos importantes en la reproducción.

3.1.1. Reproducción en ambiente natural

Fuera de la época de postura y crianza, los avestruces son una especie gregaria que conforma grupos mixtos en cuanto a sexo y edad, los que se ubican, principalmente, cerca de fuentes de agua. Aunque estos grupos pueden llegar a contar con cientos de animales, es posible distinguir subgrupos de unidades familiares. Durante la época de postura los grupos se reducen considerablemente y se observan parejas solitarias al cuidado de un nido.

El inicio del despliegue de conductas de cortejo está dado por las hembras, dentro de los grandes grupos en que viven. Estos movimientos “prenupciales” son dirigidos hacia los machos del grupo; la hembra dominante muestra, además, un comportamiento agresivo hacia las otras hembras, las que responden sumisamente bajando la cabeza y la cola y manteniendo el cuello en forma de “S”. Las

conductas de cortejo de los machos comienzan con la aparición del color rojo en la piel de cuellos y piernas. La dominancia entre machos de un grupo se determina por la postura erecta de la cola y por el comportamiento agresivo hacia sus congéneres.

Posteriormente, los machos comienzan a establecer territorios alrededor de los lugares en que cavan sus nidos, que pueden abarcar entre 11 y 19 km², según observaciones realizadas en Kenia; los machos inmaduros sexualmente establecen territorios más pequeños. Existe un pequeño traslape entre los territorios; un lugar determinado puede ser utilizado por el mismo macho por varios años consecutivos. La defensa del territorio consiste en caminatas por su perímetro y persecuciones de los intrusos. Cabe señalar que las hembras se desplazan entre los territorios de varios machos y abarcan áreas de alrededor de 25 km².

Finalmente, el macho inicia las conductas que concluyen en la copulación, llamando la atención de alguna hembra. Una vez que macho y hembra se juntan, comienza un ritual de alimentación con movimientos sincronizados, el cual frecuentemente se interrumpe por otras aves que llegan a comer. El siguiente paso corresponde a la alimentación de ambos individuos que realizan en alguno de los nidos. Luego el macho comienza su ritual de cortejo moviendo el cuello hacia adelante y columpiando las alas alternadamente, se deja caer sobre el piso, se acerca a la hembra, se sienta en el suelo con las alas hacia adelante y con el cuello apoyado en su espalda, moviéndolo rítmicamente, al igual que la cabeza de lado a lado. La hembra agita las alas hacia adelante, con la cabeza caída y hace sonar el pico. Este despliegue de movimientos termina cuando la hembra se deja caer al suelo, con la cola levantada y el cuello dirigido hacia delante; el macho responde poniéndose de pie, se acerca a la hembra y antes de la monta, pateo en el piso varias veces. Ésta ocurre con el macho sentado sobre la hembra e inclinado ligeramente hacia la derecha. Existe muy poco comportamiento poscópula.

3.1.2. Reproducción en cautiverio

El cortejo en condiciones de cautiverio o en planteles comerciales difiere muy poco del que se presenta en el ambiente natural, aunque la frecuencia de montas parece ser menor.

En explotaciones comerciales los reproductores pueden encontrarse en grupos grandes (donde escogen su pareja), en tríos de reproducción (dos hembras y un macho) o en parejas. La experiencia indica que se dan mejores parámetros reproductivos en los animales manejados en tríos, aunque esto conlleva un mayor costo en mano de obra e infraestructura. Cuando se trata de animales que serán faenados se pueden utilizar corrales colectivos (foto 38; p.46), donde es de menor importancia el conocimiento de los padres.

3.1.3. Control de la reproducción

En general se considera que los avestruces tienen una reproducción estacional, aunque se han observado también conductas oportunistas; por ejemplo, en Israel se han constatado casos de posturas los 12 meses del año.

Lo más común es que en el hemisferio sur la temporada de postura comience entre junio y julio y se extienda hasta febrero o marzo. En Estados Unidos, los avestruces ponen sus huevos durante el verano, aunque es posible que el período de postura comience tempranamente en enero y dure hasta octubre; en las regiones del norte de ese país dicho período es menor: de mayo a septiembre, mientras que en el sur puede ocurrir a lo largo de todo el año.

En la literatura se asocia la postura de huevos de esta especie a factores como el fotoperíodo (se favorece con días largos) o con la época de lluvia (aumenta durante el período más lluvioso). Este último caso avala la idea de que las lluvias permiten el desarrollo adecuado de pastizales y con ello se obtiene alimento suficiente para las crías.

Aunque la endocrinología reproductiva de los avestruces ha sido insuficientemente estudiada, se ha demostrado que el nivel de la hormona luteinizante (LH) es cerca de tres veces más alto en machos que en hembras y que éstos muestran cambios más notorios entre épocas. En ambos sexos la LH aumenta un mes antes del período de reproducción y desciende muy lentamente a lo largo de la temporada reproductiva. Por otra parte, el nivel de testosterona en machos aumenta un mes después de iniciada dicha temporada (después de la LH) y se mantiene elevado por cerca de 4 meses. En las hembras los niveles de estradiol, que influyen en la formación de huevos, se elevan durante el primer mes de postura y se mantienen altos hasta un mes antes de finalizar la temporada. Se ha observado

un pick de estradiol en el tercer mes de postura que coincide con el pick de producción de huevos.

3.1.4. Factores que afectan la fertilidad

La fertilización es el proceso por el cual se une el espermio al pronúcleo femenino (núcleo del óvulo). Este fenómeno da origen a la formación del embrión que completa su desarrollo dentro del huevo que se deposita en el nido, hasta su eclosión o nacimiento.

Este proceso se puede inhibir por diversas causas originadas tanto en machos, como en hembras, como se señala a continuación.

Infertilidad del macho:

- **Inmadurez sexual:** como no existen métodos simples para determinar la edad de los avestruces, muchas veces son cruzados muy jóvenes, cuando aún no han madurado sexualmente. Si bien ambos sexos alcanzan la pubertad cerca de los 2 años de edad, la madurez sexual en machos se completa sólo una vez que han alcanzado los cuatro años; las hembras generalmente maduran un año antes. Además, es frecuente que se produzca un desfase en la entrada de la temporada reproductiva: si los machos se retrasan en el período de reproducción, no alcanzan a cubrir a las hembras al comienzo de la época de postura y, por ello, los primeros huevos de la temporada pueden ser infértiles.
- **Escasa libido o cansancio durante la temporada de postura:** es normal que durante esta época se observe una caída en la actividad sexual de machos y hembras: las hembras dejan de poner huevos y los machos pierden su coloración roja. Este lapso dura, generalmente, entre tres o cuatro semanas o más. Una práctica común que se realiza en Sudáfrica durante este tiempo es la separación de machos y hembras, acción que, normalmente, estimula la reaparición del celo.
- **Nutrición:** juega un rol fundamental en la infertilidad; la causa más común es la obesidad. Por el contrario, problemas de deficiencias de vitaminas (específicamente A y E) y de minerales (selenio) también causan el problema al igual que la desnutrición severa, aunque no es un problema común.

- **Desórdenes del comportamiento:** los problemas más comunes de comportamiento son: agresividad excesiva y comportamiento obsesivo de territorialidad entre machos y hembras; el contacto excesivo con el hombre puede generar, por parte de ambos sexos, acciones de cortejo hacia éstos y no hacia su misma especie.
- **Estrés:** puede ser causado por condiciones ambientales como temperaturas extremas y la presencia de depredadores.
- **Enfermedades del sistema reproductivo:** se han descrito algunos problemas como: prolapso de la cloaca o del pene (se evierten), enfermedades infecciosas y problemas anatómicos.

Cabe señalar, que al evaluar a los reproductores, la valoración de la fertilidad del semen es muy importante. Existe un pick de la fertilidad, que ocurre en la mitad de la temporada de postura, representado por un promedio algo mayor al 77% de espermatozoides morfológicamente normales. Para evaluar el verdadero potencial de un reproductor se requiere de tres evaluaciones durante el período reproductivo: al comienzo, en la mitad y al final.

Infertilidad de la hembra:

- **Inmadurez sexual:** es menos importante que en el caso de los machos, aunque puede ocurrir.
- **Nutrición:** las hembras desnutridas u obesas presentan una postura de huevos mucho menor a su potencial productivo o, simplemente, no presentan postura. El nivel de calcio es muy importante para la producción de huevos.
- **Problemas de comportamiento y de estrés:** pueden ser provocados por factores ambientales y son similares a los que afectan a los machos; por ejemplo, hembras muy agresivas disminuyen su postura de huevos. Se ha observado que las interacciones dentro y entre los grupos reproductivos generan influencias importantes tanto en el comportamiento reproductivo, como en la fertilidad de los huevos.
- **Enfermedades reproductivas:** son los factores que más afectan la fertilidad de las hembras. Se han descrito algunos problemas como: prolapso de la cloaca

y de la vagina y hernias peritoneales; estas enfermedades afectan negativamente la producción normal de huevos.

- **Incapacidad para expulsar el huevo:** este problema es relativamente frecuente, incluso cuando el huevo ya presenta la cáscara formada. Algunos factores que la provocan son: baja concentración de calcio, desnutrición, clima muy frío, falta de ejercicio, desórdenes nerviosos, tumores o infecciones en el oviducto; en este último caso, se pueden producir huevos con cáscara anormal o incluso éstos no se producen. La situación es más complicada si la hembra continúa ovulando, ya que los huevos se acumulan detrás del elemento que está bloqueando el oviducto lo que puede provocar su ruptura.

3.2. MANEJO DE LOS REPRODUCTORES

Tanto el manejo, como la calidad genética de los reproductores, son factores relevantes en los resultados que se obtienen en una explotación comercial. Como parte del manejo se requiere tener en cuenta los siguientes aspectos:

3.2.1. Instalaciones

Considerando que puede presentarse un desfase en la entrada a la temporada reproductiva entre machos y hembras, se debe evitar que un macho en celo trate de aparearse con una hembra inactiva reproductivamente, de lo contrario, podría causarle daños, sobre todo si éste es muy agresivo. Para evitar dicho problema, se debe impedir que el macho aprisione a la hembra, mediante el diseño de los corrales con esquinas redondeadas o en 45°.

Los corrales alargados tienen ventajas como, por ejemplo, permitir a los animales caminar a lo largo de la cerca o crear pasillos separadores entre las distintas unidades reproductivas que facilitan la circulación del personal y evitan peleas entre machos de distintos tríos.

Durante la etapa reproductiva se debe evitar cualquier tipo de cambio en su ambiente; por ejemplo, agrupar animales que durante la crianza estuvieron separados, provoca peleas o problemas de territorialidad entre ellos y, por lo tanto, es aconsejable mantenerlos separados.

Si se detecta que un macho es incompatible con una hembra, la pareja debe ser separada de inmediato; esta es una decisión que requiere una completa investigación previa. Cabe señalar que mover a un animal de un corral a otro puede detener la postura de huevos hasta por seis semanas.

Se recomienda reunir a las parejas con anterioridad a la estación de apareamiento para que puedan establecer su territorio y sincronizar su comportamiento de montas. En Estados Unidos se ha desarrollado un sistema que permite que las hembras seleccionen a los machos: se coloca una hembra, por uno o dos días, en un pasillo angosto entre corrales de reproducción hasta que selecciona a su compañero, lo cual se manifiesta porque duerme toda la noche con él. Después de tres a cuatro días el emparejamiento está completo y ambos animales se pueden ubicar en el mismo corral.

En general, es aconsejable mantener a los machos y hembras separados en corrales apartados durante el resto del año. Esto asegura que las aves estén tranquilas, que descansen apropiadamente y que los machos desarrollen la libido; otra ventaja de este sistema es una mejor sincronización de la fase de postura en todas las aves. Investigaciones realizadas en Polonia entre 1996 y 1997 mostraron que, aunque la producción de huevos fue similar, la fertilidad fue un 6% más alta cuando ambos sexos se mantuvieron separados durante el resto del año, en comparación a la situación donde se mantuvieron juntos en forma permanente.

Los avestruces prefieren corrales de reproducción amplios, aunque superficies demasiado extensas pueden dificultar el manejo. De acuerdo a la capacidad económica, los criaderos utilizan corrales de muy diversos tamaños para albergar a un trío (500 a 1.500 m²), empastados o no y separados 1 m, aproximadamente.

Hay que evitar los cercos de alambre con púas y considerar que existen diversos factores que pueden producir estrés y con ello la disminución en la producción de huevos; por ejemplo, la presencia de visitantes desconocidos en forma diaria o de otros animales como perros.

En un criadero existen básicamente dos sistemas de apareamiento para los reproductores:

Corrales colectivos: pueden ser de forma rectangular y su tamaño varía de acuerdo al número de animales que lo ocuparán. Por ejemplo, se pueden reunir 12 a 60 reproductores, en proporciones cercanas a 2 hembras por cada macho. Se requiere un especial cuidado con el número de nidos y su estado y con la detección de problemas sanitarios que afecten a uno o más de los reproductores (foto 1).



Foto 1. Corral colectivo

Corrales individuales: son de menor tamaño que los colectivos y, en general, son largos y angostos (80 x 6-8 m, por ejemplo). En éstos se mantiene un trío (1 macho y 2 hembras) o un dúo de reproductores; normalmente se prefiere la primera agrupación y es necesario tener especial cuidado en que el macho se aparee con ambas hembras y que no se produzca rechazo por alguna de ellas (fotos 2 y 3).



Foto 2. Corral individual con trío



Foto 3. Corral individual con dúo

Ambos sistemas se rodean con dos cercos: uno interno de 1,7 ó 2,0 metros de altura, que deja un espacio sin malla entre el suelo y una altura cercana a los 45 cm, cuyo objetivo es permitir el escape del encargado en el caso del ataque de un macho. La malla se sujeta internamente a los postes para evitar que los animales se golpeen con ellos al correr cerca de la malla. Se recomienda instalar un segundo cerco perimetral externo, de igual o mayor altura, para evitar el ingreso de los depredadores (foto 4).



Foto 4. Cerco perimetral

Dentro de los corrales se instala un cobertizo para el resguardo de los animales y para la entrega del alimento y agua necesarios. Se utiliza una superficie de 8 m² por ave, es decir, 24 m² por corral en el sistema de tríos. En este sector también, se puede establecer el nido, lo que facilita la recolección de los huevos; la mejor manera para establecerlo es poner una gran cantidad de arena limpia que ayuda a mantener la higiene de los huevos y además permite a las aves tomar un baño para eliminar los parásitos externos. El nido también se puede establecer en alguna parte del corral donde los animales pasen la mayor parte del tiempo.

En síntesis, es fundamental proporcionar, especialmente durante la época reproductiva, condiciones adecuadas como espacio suficiente que permitan el cortejo, el apareamiento y la postura de huevos, lo que se logra con un buen diseño de corrales y una proporción y número adecuados de animales.

3.2.2. Comportamiento reproductivo

Se recomienda observar, en los distintos corrales, la aparición de los primeros signos de las conductas de cortejo y realizar un seguimiento que permita detectar cualquier anomalía, como la postura de huevos antes de la fecundación y huevos sin cáscara o con sangre, entre otros. En general, estos problemas ocurren por falta de madurez sexual y se superan en una o dos semanas.

La frecuencia de postura varía entre las hembras: algunas ponen cada dos días en forma constante, otras ponen una nidada de 10 a 20 huevos y luego presentan un período de descanso antes de la próxima postura (ver próximo punto). El número de huevos puestos por hembra por temporada varía de 40 a 75, cifras que muestran una gran variabilidad. El retiro inmediato de los huevos desde los corrales, incentiva la postura y asegura la sanidad de éstos.

Al igual que la mayoría de los machos de otras especies, los avestruces son muy agresivos durante la temporada de reproducción, a diferencia de la época no reproductiva, cuando son dóciles y le permiten al encargado entrar a su territorio, especialmente si pasaron mucho tiempo juntos en períodos anteriores.

Durante la reproducción, normalmente el macho muestra una actitud de advertencia que consiste en cruzar las alas sobre su lomo y caminar zigzagueando. Es recomendable evitar el contacto con los machos durante esta etapa, por ello, se

recomienda establecer los nidos de forma tal, que permitan la recogida sin crear antagonismo. Por el contrario, las hembras son dóciles durante todo su período reproductivo.

3.2.3. Producción de huevos

Algunos de los problemas más importantes en la expansión de la industria del avestruz son sus bajas tasas de producción y reproducción, comparadas con las de otras especies de aves comerciales. Estas reducen los retornos económicos y como consecuencia influyen en el desarrollo de la actividad.

Aunque, en gran medida el éxito de una explotación comercial de avestruces depende de la producción de huevos fértiles, existe poca información en comparación con los estudios efectuados en otras especies aviares, respecto de la fertilidad en granjas de avestruces y su producción de huevos. En relación a este último parámetro, se sabe que actualmente en Sudáfrica la cifra promedio por hembra por temporada es de 60 huevos y en Europa de 45 a 50.

Una buena medida para incrementar la eficiencia en los criaderos de avestruces es la selección de los reproductores basada tanto en los registros de producción, como en sus genealogías.

Las experiencias de selección en otras especies avícolas sugieren que la selección por producción de huevos resulta en una mejora en el rendimiento de las generaciones futuras. Las correlaciones fenotípicas y genéticas y las respuestas de los avestruces a la selección concuerdan con los resultados obtenidos en otras especies avícolas. Sin embargo, aún no está claro si las características reproductivas son repetibles dentro de una temporada de apareamientos y si las decisiones de selección se deben basar en registros acumulados o en registros parciales.

Es importante priorizar la obtención de datos que permitan determinar los parámetros genéticos y ambientales que influyen en la producción de huevos de las poblaciones domesticadas de avestruces. El conocimiento de éstos favorecería el establecimiento de un sistema sólido de selección y de cruzamientos, con bases científicas, que sería de utilidad para los criaderos. Cabe destacar, que el nivel de producción de huevos en el avestruz depende tanto

de factores genéticos (edad a la madurez sexual, subespecie), como de factores ambientales (clima, latitud, manejo, alimentación, fotoperíodo). Aunque se sabe que los avestruces en África pueden aparearse durante cualquier época del año, la estación de cruzamiento está, comúnmente, sincronizada con el fotoperíodo.

Aproximadamente diez días después del cruzamiento la hembra comienza a poner huevos. En Sudáfrica el período típico de cruzamiento es entre junio y febrero; en Zimbabwe desde julio a octubre y en Israel entre marzo y octubre. En algunos criaderos de Polonia, el 50 a 65% de la producción anual de huevos se obtiene durante mayo y junio cuando la cantidad de luz diaria es de 16 horas; se ha observado una clara disminución en la producción de huevos a partir de julio. El uso de luz artificial podría ser una herramienta muy útil en la estimulación de los reproductores para extender el período de postura, sin embargo, debido a la naturaleza de la especie, este método es difícil de implementar.

En términos generales, una hembra pone en promedio 15 huevos en forma consecutiva, uno cada dos días, y luego toma un descanso de siete días; se estima que mediante la selección se podría eliminar dicho período de descanso. Aunque el nivel de postura inicialmente es muy bajo, mejora rápidamente a medida que el individuo madura y nuevamente disminuye hacia la vejez. El pick de postura ocurre entre los cinco y siete años de edad y se mantiene hasta los 10 ó 12 años.

La cópula o apareamiento no es prerequisite para comenzar a las posturas. Si los huevos no se retiran del nido, la hembra continuará poniendo hasta juntar entre 12 y 16 huevos y comenzará a empollarlos; puede empollar 2 ó 3 grupos de huevos por temporada. Por el contrario, si los huevos se retiran la hembra continuará poniendo hasta alcanzar un total de 48 a 60 huevos por temporada.

En general, en las explotaciones comerciales la postura de huevos es muy baja, independientemente de la duración de la época de oviposición. Por lo tanto, conociendo la importancia de este parámetro en el éxito comercial de los planteles, destaca la importancia de incrementar la investigación en dicha área a fin de determinar los factores que la afectan directamente.

3.2.4. Elección de reproductores

La mayoría de las características interesantes desde el punto de vista reproductivo, y también productivo, se deben a herencia cuantitativa, que está regulada por la acción de varios genes (poligenes), donde cada uno aporta una porción pequeña en el efecto total del carácter. Se ha observado que la heredabilidad de los caracteres reproductivos es media a baja, a diferencia de las características de producción de carne, que es media a alta, por lo que, en este último caso, se recomienda la aplicación de mejoramiento por selección.

La elección de los animales reproductores debe ser realizada por un técnico especialista, asesor de la producción, especialmente si se considera el reducido número de animales disponibles en el mercado local (fotos 5 y 6).



Foto 5. Macho adulto



Foto 6. Hembra adulta

Si los reproductores elegidos están en producción es necesario conocer sus edades aproximadas, ya que animales muy jóvenes presentarán problemas de baja producción y fertilidad, como se indicó anteriormente.

Un aspecto muy importante a descartar es la presencia de problemas en las patas, como torceduras, cojera, abscesos o tendones desviados. No se deben adquirir reproductores (machos o hembras) con este tipo de problemas.

También se recomienda evitar machos muy agresivos, ya que ésta es una característica heredable que además dificulta el manejo.

Finalmente se sugiere, especialmente si se trata de animales para reproducción que aún no han demostrado sus características reproductivas, adquirirlos sólo en criaderos confiables, a fin de evitar obtener un animal que presente características reproductivas no adecuadas para los fines comerciales.

3.3. INCUBACIÓN NATURAL

La incubación es el proceso que proporciona al huevo fertilizado una serie de condiciones que permiten el crecimiento del embrión, como: temperatura, humedad, ventilación y volteo. Este proceso puede llevarse a cabo en forma natural o artificial y, en ambos casos, es fundamental la calidad sanitaria del medio de incubación.

En condiciones naturales, los avestruces habilitan sus nidos en diversos hábitats debido a la amplia distribución geográfica de la especie, que incluye áreas abiertas, pastizales, lechos de ríos secos o áreas con troncos caídos. El nido corresponde a un hoyo en el suelo, sin material de base o cama, normalmente cavado por el macho en el centro de su territorio. Los lugares más favorables para la incubación son utilizados por varios años.

La temporada de incubación en Zimbabwe es entre julio y octubre, aunque pueden encontrarse nidos a lo largo de todo el año; en Namibia la mayoría de los nidos se encuentran entre agosto y octubre. Las observaciones muestran que, principalmente, los nidos se construyen en época seca y que la eclosión ocurre en el inicio de la época lluviosa. Esto tendría la ventaja de que las primeras lluvias favorecerían el crecimiento de la vegetación que servirá para la alimentación de las crías, una vez que empiezan a comer solas; sin embargo, no se descarta la idea de que la época de postura sea más oportunista que determinada por el fotoperíodo, sobre todo si se considera que la distribución natural de esta especie es a ambos lados del Ecuador, en zonas áridas.

La hembra "mayor" deposita entre 8 y 14 huevos en el nido cavado por el macho; posteriormente, otras hembras "menores" pueden ingresar al territorio y contribuir con sus huevos a la formación del nido, aunque el macho residente no

sea el padre de éstos. Los huevos son puestos en su mayoría al atardecer y el tamaño de los nidos puede variar entre 16 y 36 unidades.

Los avestruces pueden mantener la temperatura óptima del nido con alrededor de 20 huevos; por lo tanto, la hembra mayor retira los huevos sobrantes que, al parecer, corresponden a parte de los aportados por otras hembras; aún no se sabe cómo los diferencia de los propios.

Los adultos cuidan el nido sólo por algunas horas durante las primeras semanas y hacia los 21 días de postura, aumentan el tiempo de dedicación y queda en forma permanente un adulto encargado de incubar y cuidar los huevos: el macho los cubre durante toda la noche y la hembra lo releva cerca de dos horas después de la salida del sol, hasta justo después de la puesta del sol; el macho lleva a cabo la mayor parte del tiempo de la incubación (61-70%).

Debido al poco tiempo inicial de cuidado, muchas veces los nidos son atacados por depredadores, aunque el color claro y brillante del huevo y su superficie lustrosa lo hacen difícil de ver para muchos depredadores voladores. Sólo alrededor del 41,5% de los nidos llegan a ser incubados.

Otro problema importante que surge al dejar los huevos sin protección, es su exposición al sol, ya que por las tardes la cara expuesta puede alcanzar los 45 °C y la parte central, alrededor de 40 °C. La cáscara del huevo refleja un 98% de la radiación roja y de la cercana a la infrarroja y el 99,9% de la luz ultravioleta, esta característica lleva a una penetración selectiva del calor, que aumenta cuando la superficie está mojada o húmeda, como ocurre cuando el huevo está recién puesto. No se sabe si esta propiedad es un factor crítico, aunque se presume que permite un aumento de calor del huevo en la tarde. Los huevos más camuflados, es decir, de color más café, alcanzan temperaturas más altas que los blancos (cerca de 3,5 °C más) cuando se exponen al sol.

En varios estudios se ha registrado la temperatura y la humedad del nido y de los huevos. Se ha observado que los machos producen mayores temperaturas en los nidos que las hembras, aunque se encarguen de la incubación en las horas de menor temperatura ambiental. La temperatura media de los nidos en todo el período de incubación es cercana a los 36 °C; ésta varía considerablemente a medida que se desarrolla el embrión, ya que dicho proceso genera calor que se

libera hacia el nido. Cabe señalar que los huevos infértiles no cambian su temperatura a lo largo del tiempo.

Por otra parte, la humedad relativa promedio registrada en nidos de avestruz es de 41% la que aumenta cuando la incubación la realiza el macho, es decir, durante la noche. El rango de fluctuación es entre 32 y 52% como consecuencia de la humedad relativa ambiental.

El volteo de huevos de avestruces en incubaciones naturales es poco frecuente y este se realiza sólo cuando la hembra y el macho cambian de turno en el nido; también se ha observado que, esporádicamente, los mueven con el pico.

La eclosión de los huevos ocurre después de 42 ó 43 días de incubación y demora cuatro o cinco días.

3.4. INCUBACIÓN ARTIFICIAL

La incubación es uno de los procesos más técnicos de la crianza de avestruces y requiere de una formación profesional adecuada de la persona responsable. Todo proceso que involucre etapas tan decisivas y delicadas en el desarrollo de un ser vivo, necesita del conocimiento básico de pautas de higiene y bioseguridad, así como una preparación técnica que permita solucionar problemas relativos al funcionamiento de las máquinas a su cargo, como las incubadoras (foto 7).

La incubación constituye la clave del mayor o menor éxito de la explotación y, en algunos casos, del fracaso; la productividad del plantel se ve afectada además, tanto por la “incubabilidad” (número de crías nacidas en relación al número de huevos fértiles), como por la vitalidad del pollo recién nacido.

A continuación se señalan diversos aspectos importantes para la incubación artificial; cuando se requiere se hace referencia al proceso natural.

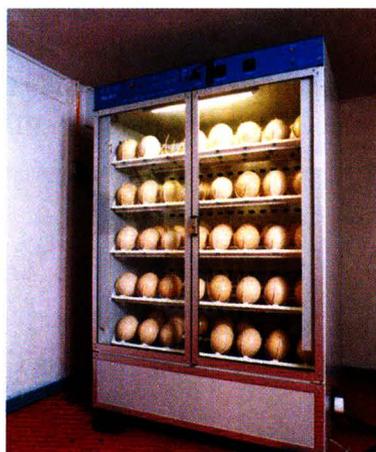


Foto 7. Incubadora

3.4.1. Huevos: características de importancia para la incubación artificial

Composición química: aunque la composición química de los huevos de avestruz ha sido descrita en detalle, no hay suficiente información acerca de los componentes nutritivos que afectan la eclosión; se han relacionado algunos casos de problemas en la eclosión, con bajos contenidos de riboflavina en el huevo.

En un ensayo en que se comparó la composición lipídica entre las yemas de huevos de avestruz criadas en plantales comerciales y la de otras criadas libremente en una granja de recreación con acceso a vegetación natural, no se encontraron diferencias considerables en los lípidos totales, ni en las fracciones lipídicas, aunque sí se detectaron diferencias importantes en el perfil de ácidos grasos. Por ejemplo, en los avestruces de plantales comerciales la cantidad de ácido linolénico fue sólo el 10% de la encontrada en las aves criadas en forma silvestre.

Hasta el momento, no se ha relacionado directamente la baja eclosión de huevos en explotaciones comerciales, con las diferencias mencionadas en la composición de la yema, aunque se sabe que en producciones avícolas en general, un desbalance en los ácidos grasos esenciales afecta dicho proceso.

Como en otras especies silvestres, aún falta investigación relativa al estado nutricional de los embriones.

Tamaño: el huevo de avestruz es poco común debido a su gran tamaño: pesa entre 1.000 y 2.000 gramos y corresponde al de mayor tamaño puesto por un ave actual. Sin embargo, es el huevo más pequeño en relación a la masa corporal de la hembra. Su gran tamaño tiene un importante impacto sobre la incubación artificial comercial (fotos 8 y 9).



Foto 8. Huevo normal de avestruz

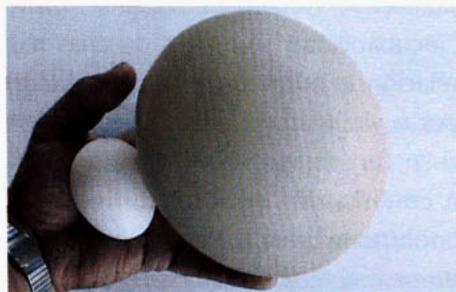


Foto 9. Huevo de avestruz y de gallina

Si se relaciona la masa de los huevos de otras especies con el tiempo de incubación necesario, un huevo de avestruz de 1.500 gramos requeriría un período de incubación de 58,8 días; si además se incorpora a la ecuación la conductancia del vapor de agua de la cáscara, el período disminuye a 50 días. Sin embargo, el embrión de avestruz sólo requiere de 42 +/- 2-3 días para desarrollarse; por lo tanto, en relación a otras especies de aves, la duración de la incubación en avestruces es considerablemente más corta que la teórica, calculada proporcionalmente a la masa del huevo.

Comparando el desarrollo embrionario de avestruces con el de otras aves, se ha observado que la velocidad de diferenciación de los órganos es rápida en la primera mitad del tiempo de incubación, a diferencia de la velocidad de crecimiento del embrión, que es menor. Por ejemplo, cuando se ha realizado un 65% del período de incubación, el embrión de avestruz presenta sólo un 19% de la masa que tendrá al momento de la eclosión; por lo tanto, durante el restante período de incubación (35%) experimenta una velocidad de crecimiento mucho más rápida que el de otras especies avícolas.

Las diferencias de masa entre los huevos de avestruces, tienen una relación directa con la velocidad de crecimiento de los embriones. Si se considera que la masa del polluelo al eclosionar corresponde al 65,6% de la masa inicial del huevo, una cría proveniente de un huevo de 1.200 gramos tendrá 787 g al nacer y una proveniente de un huevo de 1.800 g, tendrá 1.181 g. La diferencia en la duración del período de incubación entre estos huevos es de tres días aproximadamente. Por lo tanto, el promedio de velocidad de crecimiento de estos dos embriones, durante la segunda mitad de la incubación, será de 37 g/día para el primero y de 55 para el segundo.

Las diferencias en las masas de los huevos tienen una gran importancia en la incubación artificial. Normalmente, la temperatura y humedad de las incubadoras se calibran para huevos que varían poco del tamaño promedio. Sin embargo, se debe solucionar el problema que se presenta debido al gran rango existente entre las masas de los huevos, ya que una misma incubadora no puede entregar el ambiente óptimo tanto para huevos de 1.200 g, como para los de 1.800 g. Una solución a este problema es agrupar los huevos por pesos y colocarlos en dos incubadoras diferentes, calibradas en forma adecuada para cada caso.

Otro problema generado por el amplio rango de tamaños de los huevos, es que éstos no queden bien acomodados en las bandejas de incubación; no obstante, existen incubadoras que permiten manejar y sostener adecuadamente huevos de diferentes tamaños.

Estructura de la cáscara: además de servir de protección física para el embrión durante la incubación, la cáscara del huevo regula el intercambio de vapor de agua y de gases producto de la respiración embrionaria.

La estructura de la cáscara ha sido descrita por varios autores: está compuesta por 2 membranas, la interna mide 30 μ y la externa 100 μ de grosor y consisten en fibras proteicas similares a la queratina. Presenta poros con distintas densidades, que varían según la hembra que los produzca.

Se ha observado que si los huevos presentan anomalías en la estructura de la cáscara, se puede producir muerte embrionaria o problemas en la incubación. Por ejemplo, cáscaras muy gruesas o muy delgadas, afectan el intercambio de gases y de vapor de agua, con el consiguiente desarrollo anormal.

Postura: como se señaló anteriormente, la fase reproductiva del avestruz es estacional principalmente, es decir, los huevos sólo se ponen durante una época del año. En general, las hembras lo hacen en la tarde y la cantidad varía según la edad (cuadro 1).

CUADRO 1
Postura promedio por temporada,
según edad de las hembras de avestruces

Edad de la hembra (años)	Nº de huevos por temporada
1	0
2	20 - 25
3	40 - 50
4	50 - 60
5	60 - 70
6	70 - 80
7 ó más	70 - 80

Fuente: FIA (1996).

La estrategia de producción de huevos en los avestruces es a largo plazo, es decir, pocos huevos cada año, con una postura continuada en el tiempo. Esta estrategia se presenta también en otras especies como el ganso, aunque no es tan longevo en su producción como el avestruz. El caso opuesto se observa en las gallinas productoras de huevos comerciales, es decir, una alta producción concentrada en un año o año y medio de postura; esta estrategia es producto de muchos años de selección intensiva, lo que no se ha hecho, hasta el momento, en avestruces y gansos.

Cabe señalar, que el número de huevos puesto por una hembra determina en gran medida su éxito reproductivo, que, normalmente, se expresa como número de crías por hembra.

Fertilidad: este es un factor determinante en el funcionamiento de un plantel comercial. Se ha observado en diferentes países del mundo, que la fertilidad de los huevos de avestruz presenta un rango bastante amplio, aunque alcanza valores promedios muy bajos en relación al de otras aves de producción comercial. Por ejemplo, en Australia varía desde 27 a 91% entre los distintos planteles.

Se ha observado que una alta fertilidad se relaciona directamente con un alto nivel de postura, lo que se logra más fácilmente con los reproductores establecidos en tríos, que con grupos mayores.

Uno de los pocos factores que se ha identificado como importante para alcanzar una mayor fertilidad, es ofrecer las condiciones necesarias para que se desarrolle un adecuado comportamiento de cortejo, esto es, proporcionar el espacio físico suficiente a los reproductores. Sin embargo, como en otras especies, es muy probable que la fertilidad dependa también de factores nutritivos, aunque no existe mayor información en avestruces. En el próximo capítulo (Nutrición y alimentación) se entregan algunos antecedentes sobre el particular.

La fertilidad del huevo se puede constatar el día 14 mediante el uso de un ovoscopio. Los huevos que no presentan desarrollo embrionario, no necesariamente son infértiles, ya que podría existir un embrión muerto muy tempranamente; es necesario abrir la cáscara del huevo para determinar la presencia o ausencia de embrión.

Desarrollo embrionario: en avestruces este proceso se conoce por diversos estudios realizados a la fecha. Las descripciones más comunes son fotografías de distintos estados de desarrollo tomadas durante el examen de los huevos con ovoscopio; con anterioridad se conocían descripciones del desarrollo de algunos órganos del embrión. En otros estudios se han abierto huevos en distintos estados de desarrollo y se han realizado análisis morfométricos que han permitido obtener ecuaciones que relacionan masa, largo de alas y largo del cuerpo, con días de incubación. Estas relaciones permiten encontrar o descartar patologías u otros problemas en los embriones de avestruz en desarrollo. Las fórmulas propuestas por Ar & Gefen (1998) son:

- **Masa húmeda** = $134,17 - 12,14 \text{ Tiempo} - 0,02 (\text{Tiempo})^2 + 0,016 (\text{Tiempo})^3$; con $R^2=0,985$
- **Largo del cuerpo** = $149,35 + 11,92 \text{ Tiempo}$; con $R^2 = 0,987$

Un problema común que lleva a la muerte del embrión es una posición incorrecta dentro del huevo. La mayoría de los casos se deben a fallas de rotación, en las que el embrión se encuentra mal ubicado en relación a la cámara de aire, principalmente cuando la cabeza se encuentra en el extremo opuesto a ésta. En el cuadro 2 se señala la incidencia de este problema.

CUADRO 2

Incidencia de posiciones incorrectas en embriones de avestruz muertos durante la sexta semana de incubación (n = 255)

Posiciones incorrectas	Muerte por posiciones incorrectas*	
	Número	%
180° de rotación	43	45,7
90° de rotación	27	28,7
45° de rotación	7	7,5
135° de rotación	6	6,4
Pata sobre la cabeza	4	4,3
Cabeza entre las patas	3	3,2
Otras	4	4,3
Total	94	100,0

* 36,9% de mortalidad.

Fuente: Deeming (1997).

Otro problema frecuente en la cría de avestruz es la dificultad que presentan algunos polluelos para salir del huevo; cabe señalar que en condiciones naturales los adultos les ayudan a nacer. En el caso de producciones comerciales, no hay acuerdo entre los especialistas en el sentido de darles ayuda o no, ya que es una labor que necesita tiempo y dedicación. Económicamente, en planteles pequeños puede justificarse; sin embargo, en aquellos que incuban gran cantidad de huevos, puede no ser practicable.

Se estima que, la incidencia de estos problemas debiera disminuir considerablemente, si se realizan en forma adecuada tanto el manejo global de los reproductores como el proceso de incubación.

3.4.2. Eclosión: factores que la afectan

Recolección de huevos: se recomienda realizarla a diario, al atardecer, dado que la mayoría de las hembras ponen sus huevos durante la tarde; entre la postura y la recolección se requiere que pase el menor tiempo posible. Un aspecto importante, es que el retirar los huevos recién puestos induce a la hembra a seguir produciendo.

La mejor forma de realizar la recogida es a mano, con guantes de látex o con una bolsa nylon, aunque, si el operario es consciente de las buenas prácticas de manejo sanitario, puede hacerlo con las manos aseadas.

Para transportar los huevos hasta la sala de incubación se utiliza un canasto o caja plástica que pueda ser limpiada y desinfectada con frecuencia, o ser eliminada en caso necesario. Se deben evitar los movimientos bruscos, así como los golpes entre los huevos, ya que ésta es una importante causa de mortalidad embrionaria, muchas veces superior a la causada por la contaminación del huevo con fecas.

En relación a este último punto, se ha detectado que un alto grado de contaminación microbiana de los huevos, proveniente de las fecas, en general produce el aborto del desarrollo embrionario.

Las propiedades de la cáscara son muy importantes en el riesgo de contaminación microbiana del huevo; por ejemplo, las cáscaras que presentan valores de conductancia de agua mayores, tienen un mayor riesgo de contaminarse. Esto se

relaciona con la pérdida de peso de los huevos, ya que, debido a su mayor porosidad pierden peso más rápidamente y son más susceptibles a dicha contaminación.

Considerando que los machos son muy protectores y agresivos durante la época de reproducción, es necesario tener un cuidado considerable; puede ser útil que una persona los distraiga mientras otra retira los huevos.

Los huevos que muestren una rotura o trizadura no deben incubarse.

Selección, limpieza y desinfección de huevos: la selección se realiza según los criterios establecidos por cada plantel para el ingreso de huevos a la incubación. Aunque no se han definido criterios de selección estándar, los siguientes se pueden considerar como criterios generales de eliminación:

- huevos extremadamente sucios con barro o con materia fecal
- huevos rotos o con agujeros superiores a 1 ó 2 mm
- huevos muy rugosos
- huevos blandos o con cáscara defectuosa

Los programas de limpieza de huevos de avestruces se basan en los procedimientos realizados a huevos de gallina y varían desde lavado completo, hasta una simple extracción de tierra y de residuos sólidos, incluyendo algunos procedimientos en los que se exponen a luz UV. Aún no se ha establecido una relación directa entre la eclosión y la sobrevivencia de embriones, con algunos de los tratamientos de limpieza aplicados.

Junto con estas operaciones, es aconsejable marcar la cámara de aire del huevo, de manera de colocarlo con ella hacia arriba durante el almacenamiento y, posteriormente, en la incubadora. Ello es fundamental para el éxito de la incubación.

La limpieza debe ser rápida, evitando los movimientos bruscos; en el caso de aplicar un lavado, se debe utilizar agua con una temperatura 4 ó 5 °C más que la del huevo, el que debe sumergirse el menor tiempo posible.

También puede utilizarse una fumigación con formaldehído, que se obtiene mezclando 40 cc de formalina y 20 g de permanganato de potasio por m³. Esto

se debe realizar en una cámara sellada por 15 a 20 minutos, aproximadamente; después de su aplicación las cámaras se neutralizan con amonio.

Se recomienda identificar el huevo, de forma visible y sin comprometer excesivamente su permeabilidad. La literatura recomienda identificar cada lote semanal con un color distinto, a fin de facilitar su localización en el momento de apertura de la incubadora; se pueden utilizar etiquetas de colores o bien etiquetas blancas con uno de los extremos pintados, no mayores a 3 x 2 cm, evitando colocarlas en la zona de los poros mayores o sobre la cámara de aire. El uso de etiquetas evita una manipulación excesiva del huevo; éstos también se pueden identificar escribiendo directamente sobre su superficie con materiales no contaminantes, como lápiz grafito; no se debe usar plumones que contengan solventes.

Almacenamiento antes de la incubación: un correcto almacenamiento de los huevos seleccionados y limpios es fundamental para su buen desarrollo posterior. Se recomienda mantenerlos en posición vertical, con la cámara de aire hacia arriba, a temperaturas entre 15 y 19 °C, con una humedad de 35 a 50%, por un tiempo cercano a 7 días. Para los huevos de avestruz, este período es necesario para el desarrollo de la cámara de aire y para alcanzar un ligero licuado del albumen.

Sin embargo, los días de almacenamiento dependerán principalmente de la porosidad de la cáscara, la que influye sobre la pérdida de humedad del huevo y, finalmente, sobre la eclosión. Por esta razón se debe controlar el peso para determinar cuándo comenzar la incubación.

El período de almacenamiento recomendado de una semana puede aumentar en el inicio y fin de la temporada de postura, para acumular una cantidad de huevos adecuada al volumen de la incubadora, siempre que se controlen las otras variables señaladas.

Cabe señalar, que los huevos almacenados a temperaturas entre 20 y 23 °C, por hasta 14 días, presentan un pequeño descenso en la viabilidad y los almacenajes más largos, producen una baja mayor en el porcentaje de huevos eclosionados.

Se ha observado que, independientemente de la duración del almacenaje, los huevos recolectados al atardecer (recién puestos), presentan una incubabilidad

más alta que los recolectados durante la mañana siguiente, debido, principalmente, a la menor exposición a contaminantes microbianos y a una menor incidencia de roturas.

La sala de almacenamiento debe permanecer cerrada para mantener una temperatura constante y disminuir el consumo energético.

Manejo durante la incubación: después del período de almacenaje, se aconseja mantener los huevos a una temperatura ambiente alrededor de 25 °C, lo que puede realizarse en la misma sala de incubación; en este momento se controla el peso inicial de los huevos.

El desarrollo del embrión presenta tres períodos importantes de considerar:

- **Primer período (inicial):** ocurre desde la colocación de los huevos en la incubadora, hasta que el pico está formado completamente.
- **Segundo período (medio):** se considera hasta que se ha desarrollado una cantidad de plumaje significativa, la mortalidad embrionaria es baja y los órganos crecen sin una diferenciación celular compleja.
- **Tercer período (último):** se extiende hasta el cambio de la respiración de la vía corioalantoídea a la vía pulmonar; se produce el “pipping” que corresponde a la acción del polluelo para salir del cascarón rompiendo la cáscara.

La mortalidad embrionaria tiende a concentrarse en el primer y tercer período.

Al momento de colocar huevos nuevos en la incubadora, mediante un ovoscopio se puede hacer una revisión de la fertilidad y del estado de los huevos colocados anteriormente (fotos 10 y 11). Cabe señalar que, normalmente, las incubadoras se cargan en forma parcial, de manera de no introducir de una sola vez una gran cantidad de huevos; ello, a fin de evitar que trabajen forzosamente para controlar la temperatura y humedad.

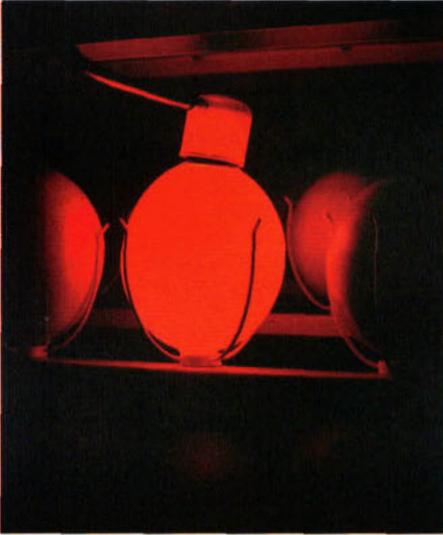


Foto 10. Huevo "claro" (infértil)

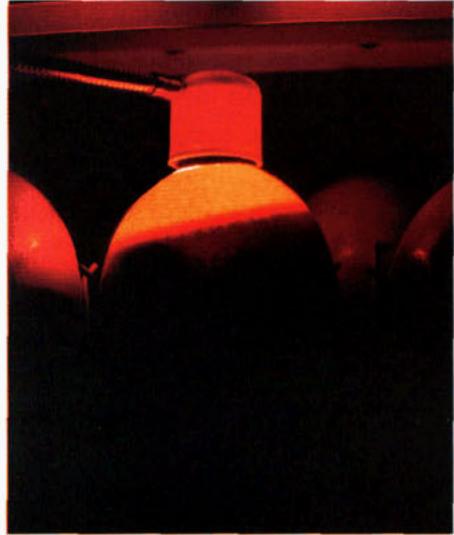


Foto 11. Huevo fértil

Temperatura: en los procesos comerciales se mantiene, generalmente, entre 36,0 y 36,5 °C, aunque los huevos se pueden incubar sin mayores problemas entre 35 y 37 °C; sin embargo, siempre debe usarse una temperatura constante.

En condiciones naturales, la parte superior del nido, cercana al adulto que incubaba, alcanza los 37,4 °C; en las otras áreas la temperatura es menor. A medida que avanza la incubación, el crecimiento y desarrollo embrionario genera temperatura y se alcanza en el huevo completo la temperatura observada inicialmente sólo en la parte superior. Como el huevo de avestruz tiene un gran volumen en relación a la superficie expuesta, la pérdida del calor generado por el metabolismo del embrión es más dificultosa y se tiende a provocar un sobrecalentamiento de éste; a esto se debe la gran pérdida de huevos en la incubación natural. Sin embargo, en condiciones artificiales se aminora este problema con el volteo y con el período en que los huevos no están con sus padres. En síntesis, la incubación artificial ha solucionado el problema de la gran pérdida natural de huevos.

La temperatura promedio ideal del período de incubación artificial es de 36,4 °C; las incubadoras tienen los mecanismos necesarios para mantenerla constante. De esta forma el aumento de calor generado por el embrión en el último tercio de la incubación se controla con los sistemas de enfriamiento de los equipos.

La calidad del equipo de incubación es muy importante, ya que debe alcanzar la temperatura y humedad necesaria rápidamente además de mantenerlas en el tiempo. Lo ideal es que la incubadora tenga también la capacidad de enfriar, ya que no basta sólo el corte del sistema de calefacción para impedir que aumente la temperatura interior. Este problema se aminora cargando parcialmente la incubadora, como se indicó anteriormente.

Difusión de agua: la pérdida de vapor de agua es necesaria para el correcto desarrollo del embrión, por lo tanto, el contenido de la humedad ambiental de la incubadora debe ser el óptimo, a fin de permitir que ocurra este proceso normalmente.

La eliminación del vapor de agua y de los gases desde el huevo ocurre por simple difusión a través de los poros de la membrana y de la cáscara. La cantidad de poros varía entre las distintas unidades y corresponden, en promedio, a 11.100 unidades por cáscara, lo que representa un área de 78,9 mm². Huevos con cantidades de poros muy alejados del promedio, ya sea poca o mucha porosidad, presentan un menor porcentaje de eclosión debido a una escasa o excesiva pérdida de agua por parte del embrión.

La pérdida de agua desde el huevo es el resultado de la conductancia de la cáscara para este elemento y del diferencial de presión parcial entre el interior y el exterior del huevo. Como la presión parcial de vapor de agua en el interior es siempre de saturación, la pérdida se controla mediante el ajuste de la humedad ambiental del nido o de la incubadora. Un valor promedio de pérdida de agua (peso) durante la incubación es de alrededor del 10%. Se recomienda una humedad relativa dentro de la incubadora cercana al 20%. Dado que este valor es muy bajo, en algunas regiones es necesario el uso de deshumecedores en las salas de incubación.

Dado que cada hembra pone huevos con diferente porosidad, es recomendable, en la medida de lo posible, almacenar juntos los huevos de porosidades similares antes de incubarlos.

Difusión de oxígeno (O₂) y de anhídrido carbónico (CO₂): la pérdida insuficiente de agua, produce entre otras cosas, una cámara de aire reducida en tamaño, lo que provoca problemas en el momento de la eclosión. La mayoría de los embriones sometidos a dichas condiciones, mueren antes de la eclosión debido a la falta de O₂ y a la acumulación de CO₂.

Al igual que para el vapor de agua, la difusión de O₂ y de CO₂ está regulada por la conductancia de la cáscara del huevo y por la diferencia de presiones de estos gases entre el interior y exterior de la unidad. Por esta razón, es muy importante la ventilación del equipo de incubación, de manera que los contenidos de estos gases se mantengan en rangos aceptables para el embrión.

Volteo: el volteo del huevo permite que el embrión se desplace por el interior, impidiendo que se estacione cerca de la cáscara y que sufra una deshidratación excesiva. Por lo tanto, este factor es importante para un correcto desarrollo del embrión durante el período de incubación, hasta el traspaso a la nacedora (foto 12). Si este proceso falla, se generan problemas en la formación de los fluidos extra embrionarios y en la utilización de las proteínas del albumen.



Foto 12. Nacedora artificial

La mayoría de las incubadoras modernas tienen volteo automático, aunque la frecuencia y el ángulo varían considerablemente. En general, el volteo se realiza entre 30 y 45° cada una hora.

Se ha observado que la orientación del huevo durante la incubación influye en el porcentaje de eclosión: incubarlos en posición horizontal durante las primeras dos o tres semanas y luego en posición vertical, muestra ventajas frente a la alternativa de dejarlos en la misma posición durante todo el proceso; sin embargo, en algunos tipos de incubadoras no se puede realizar este cambio.

Otra ventaja del volteo, es que se distribuyen homogéneamente la temperatura, humedad y ventilación requeridas para el normal desarrollo del embrión.

3.4.3. Nacimiento: manejo

Si se considera que en la naturaleza los avestruces no cambian de nido para la eclosión de sus huevos, es decir, se mantienen las mismas condiciones, entonces, las condiciones de la nacedora artificial (foto 12) deberían ser las mismas que las presentes en la incubadora: 36,3 °C y 20% de humedad. Sin embargo, ya que los embriones en su etapa final de incubación producen calor y consumen cantidades considerables de O_2 , la nacedora debe ser capaz de entregar suficiente cantidad de este elemento y retirar altas cantidades de vapor de agua y de CO_2 . Cerca del 25% del total de agua que se pierde, se elimina en la nacedora. Es posible que en la incubación natural el adulto que está incubando responda al aumento de temperatura de los huevos y permita una mayor ventilación. En las nacedoras el proceso de ventilación podría no ser suficiente, lo que se debe compensar con una disminución de la temperatura.

Para definir el momento del traspaso a la nacedora se debe tener en cuenta varios criterios:

- cuando los huevos de un lote llegan al día 39 - 40 de incubación;
- cuando el pollo rompe la cámara de aire, lo que indica el paso de respiración corioalantoidea a pulmonar (esto se puede observar con un ovoscopio, ya que se levanta parte de la cámara de aire);
- la detección de movimiento del embrión alrededor del día 39 - 40 de incubación.

Si han transcurrido 24 h desde el traslado a la nacedora y aún el polluelo no rompe la cáscara, se le puede ayudar en esta labor y si presenta poca vitalidad, se le puede ayudar a nacer. En esta etapa se pueden realizar varias acciones:

- suturar el ombligo si está muy hinchado y desinfectar con yodo (foto 13);
- ligar y extraer el saco vitelino si está fuera y desinfectar con yodo (foto 14), esta condición es muy poco favorable y por ello algunos criadores optan por el sacrificio del pollo;
- si el polluelo ha nacido sin problemas sólo se desinfecta el ombligo con yodo.

El nacimiento es más exigente que el proceso de incubación, debido al mayor requerimiento de oxígeno por parte del embrión y por ser un proceso que produce más residuos que el anterior (cáscara, meconio, plumón).



Foto 13. Sutura de ombligo



Foto 14. Saco vitelino

Una vez realizadas estas operaciones, se dejan los polluelos en los cestos individuales de la nacedora, durante 5 a 12 horas, para permitir que se seque el plumón y se recuperen.

Finalmente, de acuerdo al estado del polluelo, se traslada a la maternidad donde se identifica y se controlan sus parámetros de crecimiento y otros.

3.4.4. Experiencias a nivel mundial

La fertilidad y eclosión de huevos de avestruz incubados en distintos países del mundo muestran resultados muy variables, con rangos bastante amplios. Como lo muestra el cuadro 3, la fertilidad varía desde muy pobre (<50%), hasta buena (>85%), pero no existen datos de fertilidad más alta, como la que normalmente se observa en la industria avícola en general. Como consecuencia, la eclosión de los huevos incubados es baja, cercana al 60%, aunque se observa una eclosión de huevos fértiles un poco más alta, pero sólo cercana al 70%. También existen diferencias considerables entre un plantel y otro, además de las diferencias entre las estaciones de postura.

CUADRO 3

Parámetros reproductivos de avestruces a nivel mundial

País de incubación*	Fertilidad (%)	Eclosión de huevos incubados (%)	Eclosión de huevos fértiles (%)	Fuente de información
Gran Bretaña	74,8	24,1	31,9	Deeming (1996 a)
Gran Bretaña	42,6	27,9	48,5	Deeming (1996 b)
Gran Bretaña (Namibia)	86,7	60,0	69,2	Deeming (1993)
Gran Bretaña (Namibia)	67,9	39,0	58,2	Deeming (1993)
Gran Bretaña (Namibia)	69,2	49,2	71,1	Deeming (1994)
Gran Bretaña (Zimbabwe)	77,8	37,2	51,5	Deeming (1995)
Gran Bretaña (Bophuthatswana)	82,4	47,6	57,7	Deeming (1996 b)
Gran Bretaña (Netherlands)	84,2	34,9	41,5	Deeming (1996 b)
Israel	73,0	58,0	80,0	Deeming and Ayres (1994)

* Entre paréntesis: país de origen.

Nutrición y alimentación

En condiciones naturales los avestruces son normalmente herbívoros y altamente selectivos. Prefieren plantas dicotiledóneas aunque también comen plantas enteras de malezas y gramíneas. Cuando existe disponibilidad, eligen las cabezas de las semillas de los pastos, flores de compuestas, frutos de *Aloe* spp., así como flores y frutos de acacias. También comen higos caídos y pueden causar enormes daños en campos de trigo, ya que se comen todas las inflorescencias con sus granos. Por otro lado, cuando están disponibles también ingieren insectos como saltamontes y langostas, aunque no dependen nutritivamente de ellos. En áreas desérticas prefieren plantas suculentas, probablemente por su alto contenido de agua.

En cautiverio se alimentan con pellets comerciales o concentrados y según la disponibilidad de forraje con que se cuente, también se alimenta con praderas de alfalfa o de otra especie forrajera. El consumo de materia seca al día por un avestruz adulto en cautiverio, es entre 1,5 y 2,5 kilos. Las materias primas utilizadas más comúnmente son: alfalfa, maíz, cebada, avena, trigo, maravilla, soya, harina de carne y de huesos, harina de pescado, heno en general y afrechillo de trigo.

Como se señaló anteriormente, los avestruces ingieren pequeñas piedras que ayudan al molido del alimento en la molleja, ya que actúan como un molinillo. Sin embargo, la ingestión de otros objetos extraños puede causarles severos daños, especialmente a los más pequeños que son sumamente curiosos y picotean todo lo que encuentran.

El consumo de agua de bebida varía según la edad, época del año, condición fisiológica y otros factores; es necesario que las aves tengan disponibilidad continua de agua limpia y fresca para beber, aunque deba cambiarse varias veces al día.

El alimento debe ser fresco, con un tamaño máximo de fibra de 4 cm. Los comederos requieren de la inspección y limpieza diaria. Si las aves no consumen todo el alimento puede ser que se les esté dando en exceso o que no les sea palatable; es importante regular la cantidad hasta que consuman todo lo que se les proporciona. Se recomienda alimentarlas cada día a la misma hora, ya que son animales que se adecuan muy bien a las rutinas y muy susceptibles al estrés, por lo tanto, cualquier cambio en el manejo afectará su comportamiento disminuyendo, entre otros, el consumo de alimento. Cabe señalar que, en muchos casos, la observación de los hábitos de alimentación puede ayudar a detectar problemas de salud. Si un ave deja de comer repentinamente se debe investigar inmediatamente el motivo del cambio de su conducta.

Con respecto a la estresabilidad relacionada al manejo alimenticio, Sambraus (1995) realizó un estudio en el cual demostró cómo la frecuencia de alimentación puede provocar alteraciones en el comportamiento de los avestruces. Se alimentaron tres grupos de aves de 9 ó 10 animales cada uno, tres veces a la semana (lunes, miércoles y viernes), durante menos de 2 horas diarias, con pellets que cumplían totalmente los requerimientos nutritivos; los animales se mantuvieron con agua *ad libitum* en un terreno sin vegetación. Considerando que los avestruces son animales que en forma natural están todo el día picoteando en busca de alimento (2.000 a 4.000 movimientos diarios) y que en las condiciones del experimento la alimentación estaba restringida, se generó una serie de trastornos en su comportamiento a causa de la falta de obtención de alimento en el picoteo. Entre éstos se observó: ingestión de arena, picoteo y tirón de los alambres de las cercas, picoteo de las plumas propias y ajenas y picoteo al aire. En todas las aves se presentó un conjunto de estos síntomas, que se repitió en secuencia durante todo el tiempo. Ello revela un grado de estrés en los animales que puede provocar pérdidas productivas en el largo plazo.

En relación a la alimentación de los polluelos recién nacidos, las opiniones se encuentran divididas: algunos autores recomiendan no alimentarlos durante los primeros días de vida, a fin de permitir la total absorción del saco vitelino; sin embargo, está demostrado que la pronta ingestión de alimento externo ayuda a

los pollos a establecer su flora intestinal y, además, no produce trastornos en la absorción de dicha estructura. Por otra parte, se ha demostrado que la actividad física de los polluelos después del nacimiento contribuye a la reabsorción de este anexo embrionario (ver 5.1.3; p. 98).

Cabe señalar que, si el saco vitelino no se absorbe adecuadamente, se transforma en un gran medio de cultivo y en fuente de infección. En el día siete u ocho éste debiera estar bastante disminuido y comenzar la ganancia de peso del polluelo. Durante todas las etapas de desarrollo es importante suministrar agua fresca y limpia a las crías.

Al nacer los pollos son incapaces de alimentarse por sí solos, aunque se les puede enseñar a hacerlo; frecuentemente se recurre a la introducción al recinto de un individuo de mayor edad dentro del grupo, el que será imitado por los más pequeños. Esta opción produce un considerable ahorro de mano de obra, aunque puede resultar riesgoso desde el punto de vista sanitario y de la integridad de las aves pequeñas. El aprendizaje se puede facilitar poniendo una pequeña cantidad de pasto fresco sobre el concentrado, dado que los animales instintivamente picotean, de preferencia, objetos de color verde.

El mal manejo alimenticio en un plantel puede causar severas pérdidas. Destacan tres tipos de problemas originados en el mal manejo:

Retención del saco vitelino: el mejor indicador de la presencia de este problema es el pesaje matutino, ya que después del 6° ó 7° día el ave debiera comenzar a aumentar cerca de 55 g diarios. En los primeros días es importante la administración de líquidos para prevenir la deshidratación. Este problema puede requerir intervención quirúrgica para ligar el saco vitelino, extraerlo y evitar la infección (círculo en la foto 14; p. 67).

Impactación intestinal: la obstrucción intestinal, o a nivel de la molleja, puede ocurrir por diferentes motivos como: consumo de fibra en exceso, estrés, ingestión de materiales extraños e infecciones parasitarias, bacterianas o fungosas. El tratamiento dependerá de la causa que el especialista determine mediante la palpación del animal enfermo. Si el caso es aislado sólo debe tratarse el animal en cuestión y es probable que se deba a acumulación de material; por el contrario, si el caso es colectivo es probable que sea una infección. La mejor forma de

prevenir este problema, es suministrar una alimentación adecuada y evitar el estrés (fotos 15 y 16).



Foto 15. Molleja impactada con tierra



Foto 16. Intestino impactado con tierra

Intoxicaciones: todos los alimentos que se dan a las aves deben estar libres de hongos y de humedad excesiva, ya que pueden causarles daños severos, especialmente en edades tempranas. Se debe tener especial cuidado con el afrecho de maní, e incluso el maíz, por su frecuente contenido de aflatoxinas en concentraciones tóxicas. Diversos casos de campo han demostrado que los avestruces, especialmente las crías, pueden ser muy sensibles a micotoxinas, aflatoxinas y vomitoxinas. Por ello, se aconseja analizar los alimentos que se les entregan y así determinar la presencia de dichos compuestos, especialmente el primero señalado.

Cabe señalar que en la cría de esta especie, como en la mayor parte de las actividades ganaderas, la alimentación representa, por un lado, uno de los mayores costos ya que corresponde a más del 60% del total y por otro, es determinante en la productividad de los animales. Por esto es sumamente importante dedicarle la debida atención y hacer siempre los estudios y análisis pertinentes, para asegurar que los animales obtengan una dieta adecuada y además suministrada en forma correcta.

4.1. DIGESTIBILIDAD Y VALOR NUTRITIVO DE LOS ALIMENTOS

Los nutrientes son sustancias que sirven como fuente de energía metabólica y como materias primas para el crecimiento, la reparación de tejidos y la producción de gametos. Los nutrientes también incluyen elementos trazas esenciales

como el yodo, zinc, selenio, molibdeno y otros metales que pueden ser necesarios en cantidades extremadamente pequeñas.

Existe poca información bibliográfica respecto de la digestibilidad de los nutrientes en ratites. Angel (1996) cita un estudio, efectuado en avestruces, que determinó la digestibilidad de algunos nutrientes y la energía metabolizable de una dieta estándar aplicada a grupos de diferentes edades de la especie: 3, 6, 10, 17 y 120 semanas.

La dieta estándar estaba compuesta por:

- Proteína: 24%
- Grasa: 7%
- Fibra cruda: 16,6%
- Fibra detergente neutro (FDN): 33,3%
- Energía metabolizable (EM): 8,3 MJ/kg (1,98 Mcal/kg) -calculada para pollos

Como marcador indigestible se utilizó óxido de cromo a razón de 0,3% de la dieta y la grasa se agregó en forma de aceite de soya. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 4.

CUADRO 4

Valores aparentes de energía metabolizable (EM) y de digestibilidad de fibra detergente neutro (FDN) y grasa, en avestruces de diferentes edades

Edad (semanas)	EM (Mcal/Kg) ^y	Digestibilidad	
		FDN (%)	Grasa (%)
3	1,73 ^a	6,5 ^a	44,1 ^a
6	2,34 ^b	27,9 ^b	74,3 ^b
10	2,68 ^c	51,2 ^c	85,7 ^c
17	2,74 ^{cd}	58,0 ^d	91,1 ^d
120	2,80 ^d	61,6 ^d	92,9 ^d
SEM ^z	75	4,5	3,7

^{a-d} Distintas letras entre los valores de cada variable indican diferencias estadísticamente significativas (p<0,05).

^y La dieta contenía 1,98 Mcal/Kg basado en valores de energía para pollos.

^z Error estándar de la media.

Fuente: Angel (1996).

Entre las conclusiones más importantes destacan:

- A partir de las 17 semanas de edad la digestibilidad de los nutrientes no sufre cambios significativos en los avestruces.
- Utilizando los valores estimados de EM de los alimentos para pollos, se subestima la energía real que una dieta determinada aporta a los avestruces.
- Los valores de EM y la digestibilidad de la fibra y la grasa aumentan con la edad, hasta las 17 semanas de vida.

En el estudio también se señala que:

- El tiempo de retención del alimento en el tracto digestivo del avestruz es de 48 horas, con lo que se obtiene un 63% de digestibilidad de la FDN.
- Avestruces entre 5 y 50 kg de peso vivo digieren un 66 y un 38% de la hemicelulosa y celulosa de la dieta, respectivamente.
- La tasa de pasaje es de 21 a 76 horas; el tiempo menor corresponde a los animales más viejos.
- El requerimiento de mantención diario de los avestruces fue de 0,105 Mcal/kg^{0,75} y la eficiencia de utilización de la EM para crecimiento fue de 32%.
- La eficiencia de utilización de la EM disminuye a medida que aumenta la concentración de fibra cruda en la dieta o que disminuye la energía.

Cilliers *et al.* (1994) determinaron los valores de energía metabolizable aparente (EMA) y verdadera (EMV) del maíz y alfalfa en avestruces y gallos adultos. Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 5.

CUADRO 5
Energía metabolizable aparente (EMA) y verdadera (EMV)
del maíz y alfalfa en avestruces y gallos

Especie/dieta	EMA ^a (Mcal/kg)	EMV ^b (Mcal/kg)
Avestruces		
A) Dieta Base (100% alfalfa)	2,12	2,05
B) Dieta Maíz (25% alfalfa y 75% maíz)	3,45	–
C) Dieta Maíz (50% alfalfa y 50% maíz)	3,40	3,55
Gallos		
D) Dieta Base (100% maíz)	3,45	3,49
E) Dieta Alfalfa (25% alfalfa y 75% maíz)	1,07	0,96
F) Dieta Alfalfa (50% alfalfa y 50% maíz)	0,96	–

^a Calculada experimentalmente.

^b Estimada matemáticamente a partir de EMA.

Fuente: Cilliers *et al.* (1994).

Los resultados de este estudio reflejan claramente lo dicho anteriormente en relación a que no se pueden extrapolar a los avestruces los valores de energía de los alimentos fibrosos establecidos para otras aves comerciales, porque se subestima en forma importante el valor del alimento. Se observa cómo la EMV del maíz no presenta grandes diferencias entre avestruces y gallos (dietas C y D), pero la diferencia en el valor de la EMV de la alfalfa es sustancial: 0,96 y 2,05 Mcal/kg para gallos y avestruces, respectivamente (dietas A y E).

En el cuadro 6 se presenta la concentración de algunos nutrientes en diversos alimentos usados comúnmente en avestruces. Las fuentes de fibra que normalmente se usan son: alfalfa, cáscara de avena, afrecho de maravilla y afrechillo de trigo, de maní y de soya. Los alimentos proteicos más usados son afrecho de: canola, semilla de algodón, maní, soya y maravilla, además de harina de pescado, de carne y de huesos. Como fuentes de energía se incluyen granos como maíz, avena, trigo y cebada.

CUADRO 6
Concentración nutritiva de ingredientes utilizados
comúnmente en dietas para avestruces^a

Alimentos	Ingredientes de los alimentos											
	MS (%)	EM (kcal/kg)	PC (%)	EE (%)	FC (%)	FDN (%)	Ca (%)	P (%)	P nf (%)	Met (%)	Cys (%)	Lys (%)
Alfalfa, harina (17% prot)	92	2.090	17,5	2,5	24,1	45,0	1,44	0,22	0,22	0,24	0,19	0,73
Cebada	89	3.400	11,0	1,8	5,5	19,0	0,03	0,36	0,17	0,18	0,24	0,40
Sangre, harina (secado spray)	93	3.625	88,9	1,0	0,6	0,0	0,41	0,30	0,30	1,09	1,03	7,88
Grano cervicero (seco)	92	2.080	25,3	6,2	15,5	46,0	0,29	0,52	nd	0,57	0,39	0,90
Canola, afrecho	93	2.000	38,0	3,8	12,0	nd	0,68	1,17	0,30	0,71	0,87	1,94
Maíz, grano	89	3.560 ^b	8,5	3,8	2,2	9,0	0,02	0,28	0,08	0,18	0,18	0,26
Maíz, gluten	90	1.750	21,0	2,5	8,0	45,0	0,40	0,80	nd	0,45	0,51	0,63
Semilla algodón, afrecho	90	2.400	41,4	0,5	13,6	26,0	0,15	0,97	0,22	0,51	0,62	1,76
Pescado, harina (menhaden)	92	2.820	60,0	9,4	0,7	0,0	5,11	2,88	2,88	1,63	0,57	4,51
Carne y hueso, harina	93	2.150	50,4	10,0	2,8	0,0	10,3	5,10	5,10	0,75	0,66	3,00
Avena, grano	89	3.025	11,4	4,2	10,8	32,0	0,06	0,27	0,05	0,18	0,22	0,50
Avena, cáscara	92	400	4,6	1,4	28,7	78,0	0,13	0,10	nd	0,07	0,06	0,14
Maní, afrecho	92	2.200	50,7	1,2	10,0	14,0	0,20	0,63	0,13	0,54	0,64	1,54
Maní, cáscara	91	440	7,8	2,0	62,9	74,0	0,26	0,07	nd	nd	nd	nd
Arroz, afrecho ^c (sin aceite)	94	2.020	15,1	1,8	13,0	nd	0,08	1,77	0,25	0,27	0,28	0,62
Sorgo, grano	87	3.288	8,8	2,9	2,3	18,0	0,04	0,32	nd	0,16	0,17	0,21
Soya, afrecho (44% prot)	89	3.725 ^b	44,0	0,8	7,0	nd	0,29	0,65	0,27	0,62	0,66	2,69
Soya, afrecho (48% prot)	90	2.440	48,5	1,0	3,9	nd	0,27	0,62	0,22	0,67	0,72	2,96
Soya, cáscara	91	720	12,1	2,1	40,1	67,0	0,49	0,21	nd	0,12	0,07	0,64
Maravilla, afrecho (32% prot)	90	2.515 ^b	32,0	1,1	24,0	nd	0,21	0,93	0,14	0,74	0,60	1,13
Trigo, grano	87	2.900	14,1	2,5	3,0	nd	0,05	0,37	0,13	0,21	0,30	0,37
Trigo, afrecho	89	2.804 ^b	15,7	3,0	11,0	51,0	0,14	1,15	0,20	0,23	0,32	0,61
Trigo, harinilla	88	2.000	15,0	3,0	7,5	37,0	0,12	0,85	0,30	0,21	0,32	0,69
Levadura, cervicera	93	1.990	44,4	1,0	2,7	nd	0,12	1,40	nd	0,70	0,50	3,23
Piedra caliza	92	-	-	-	-	-	38,0	-	-	-	-	-
Fosfato dicálcico	92	-	-	-	-	-	16,0	21,0	21,00	-	-	-
Concha de ostra	92	-	-	-	-	-	38,0	0,10	0,10	-	-	-

MS = materia seca, EM = energía metabolizable, PC = proteína cruda, EE = extracto etéreo, FC = fibra cruda, FDN = fibra detergente neutro, Ca = calcio total, P = fósforo total, Pnf = fósforo no en forma de fitato, Met = metionina, Cys = cistina, Lys = lisina; nd = no disponible.

^a Datos obtenidos de "Nutrient Requirement of Poultry", National Research Council (1994), excepto aquellos donde se indique otra cosa.

^b Datos de EM obtenidos de la Disertación de S.C. Cilliers, Universidad de Stellenbosch (Colegio de Agricultura, Stellenbosch 7600, Sud África).

^c Valores ajustados desde National Research Council (1994), de acuerdo a la remoción del aceite.

Fuente: Scheideler & Sell (1997).

El cuadro 7 complementa la información anterior. Se señalan alimentos con valores energéticos comparativos entre rumiantes, cerdos, avestruces y otras aves comerciales.

CUADRO 7
Aporte para distintas especies de energía metabolizable (EM), fibra cruda (FC) y fibra detergente neutro (FDN) de alimentos similares en composición nutritiva

Alimentos	FC ^a (%)	FDN ^b (%)	EM (Mcal/kg de MS)				
			Avestruz ^c	Rumiantes ^a	Cerdos ^a	Aves ^a	Aves ^d
Sangre, harina	0,80	0,00	3,898	2,721	2,161	3,606	3,478
Pescado, harina	0,85	0,00	3,065	3,120	2,402	3,207	3,462
Levadura, cervecera	2,10	0,00	2,140	3,172	2,849	2,667	2,467
Sorgo, grano	2,15	14,00	3,779	3,232	3,637	3,671	4,337
Maíz, grano	2,55	9,75	4,000	3,636	3,807	3,852	3,988
Carne y hueso, harina	2,80	0,00	2,312	2,970	2,624	2,732	-
Trigo, grano	3,00	11,8	3,333	3,500	3,659	3,602	4,034
Soya, afrecho (48% PC)	3,45	7,50	2,711	3,572	3,516	2,777	3,034
Cebada	5,25	21,60	3,820	3,202	3,225	3,090	3,645
Soya, afrecho (44% PC)	7,00	-	4,185	3,516	3,449	2,500	-
Trigo, harinilla	7,25	37,00	2,273	3,281	2,247	2,764	-
Maíz, gluten	9,00	45,00	1,944	3,443	2,727	1,989	2,333
Trigo, afrecho	10,50	48,50	3,151	2,809	2,607	1,416	2,000
Avena, grano	10,65	32,00	3,399	3,056	2,967	2,833	-
Maní, afrecho	11,50	16,35	2,391	2,654	3,142	2,622	3,198
Algodón, afrecho	13,15	26,00	2,667	3,192	2,937	2,158	-
Grano cervecero	13,60	48,75	2,261	3,098	3,120	2,435	2,824
Maravilla, afrecho	22,50	44,00	2,794	2,366	2,925	2,484	1,818
Alfalfa, harina	24,25	45,00	2,272	2,516	2,419	1,591	1,322
Avena, cáscara	29,35	78,00	435	1,430	806	323	-

EM = energía metabolizable, FC = fibra cruda, FDN = fibra detergente neutro.

^a Valores promedios. Fuente: Cañas (1998; anexos 4a y 5a).

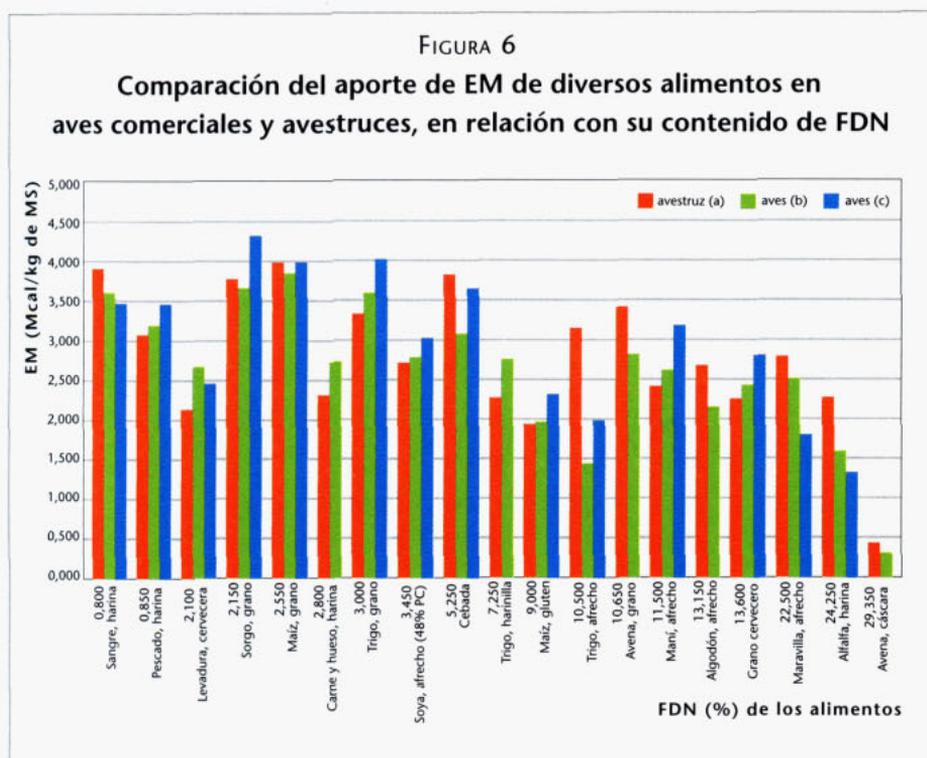
^b Valores promedios. Fuente: Larbier & Leclercq (1992; capítulo 11).

^c Fuente: Scheideler & Sell (1997).

^d Fuente: Larbier & Leclercq (1992; capítulo 11).

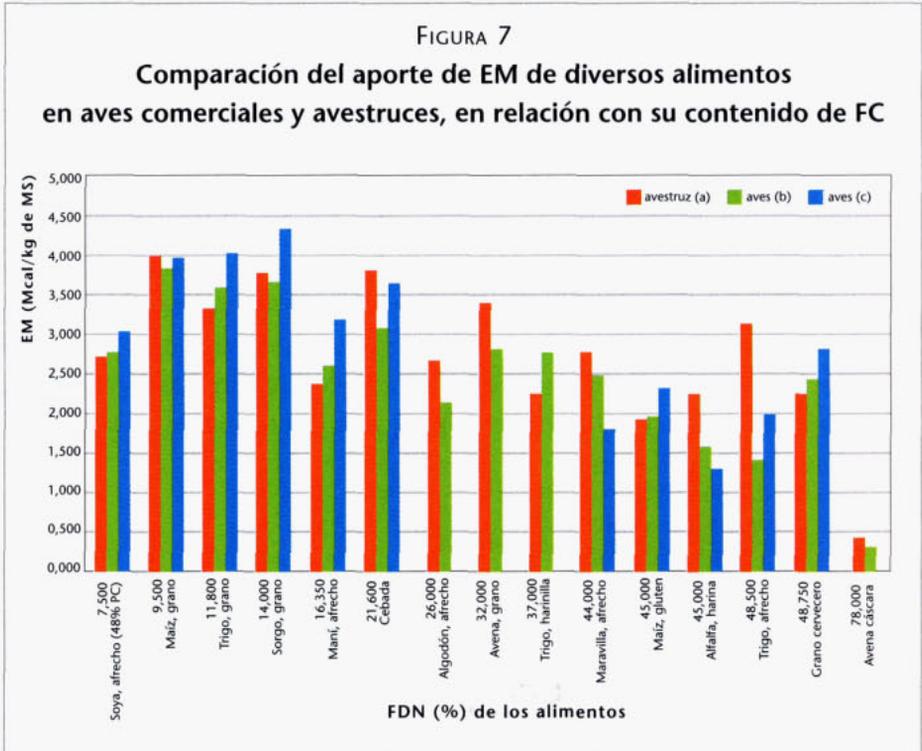
A partir de los datos para avestruces y otras aves comerciales del cuadro 7, se graficaron las relaciones entre el aporte de EM de diversos alimentos y los contenidos de FDN y FC (figuras 6 y 7, respectivamente).

Se observa que, especialmente en relación con el contenido de FDN, existe una tendencia en aquellos alimentos con un alto contenido de este nutriente a que el aporte energético para los avestruces sea significativamente mayor que para las otras aves estudiadas. Destacan alimentos tan comunes como: cebada, afrecho de algodón, de trigo y de maravilla, avena y harina de alfalfa. Las excepciones más notables son la harinilla de trigo y el gluten de maíz. En alimentos con menos de un 20% de FDN los aportes de EM para aves y avestruces son más similares (figura 6).



Fuente: Cuadro 7 de este documento

En relación con el contenido de FC los mismos alimentos nombrados anteriormente siguen mostrando una clara superioridad en cuanto a su aporte de EM para avestruces en relación con el aporte para otras aves (figura 7).



Fuente: Cuadro 7 de este documento.

4.2. REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS

Independientemente de la forma de capturar el alimento, ingerirlo y digerirlo, todos los animales necesitan obtener una cierta cantidad y variedad mínima de sustancias nutritivas. Existe una amplia variación en las necesidades nutritivas de las diversas especies, así como también entre los individuos de una misma especie, de acuerdo a su tamaño corporal, edad, sexo y estados reproductivo y productivo, entre otros.

Se considera que un estado nutritivo es adecuado cuando un animal consume todos los nutrientes necesarios para el crecimiento a largo plazo y para su mantención. Los requerimientos nutritivos incluyen cantidades suficientes de:

- fuentes de energía para mantener todos los procesos corporales;
- proteínas y aminoácidos para mantener un balance positivo de nitrógeno, es decir, evitar una pérdida neta de proteínas corporales;
- agua y minerales para compensar su pérdida o incorporación en los tejidos corporales;
- aminoácidos, ácidos grasos esenciales y vitaminas no sintetizadas.

En los avestruces, como en todos los animales, no se puede obtener una ganancia de peso óptima y un crecimiento eficiente sin una ración nutritiva y balanceada. Todos los nutrientes esenciales como proteínas, aminoácidos, vitaminas y minerales deben estar disponibles en una ración palatable, digestible y no tóxica. En el cuadro 8 se presenta el crecimiento promedio y potencial de los avestruces a distintas edades.

CUADRO 8
Crecimiento promedio y potencial del avestruz en el tiempo

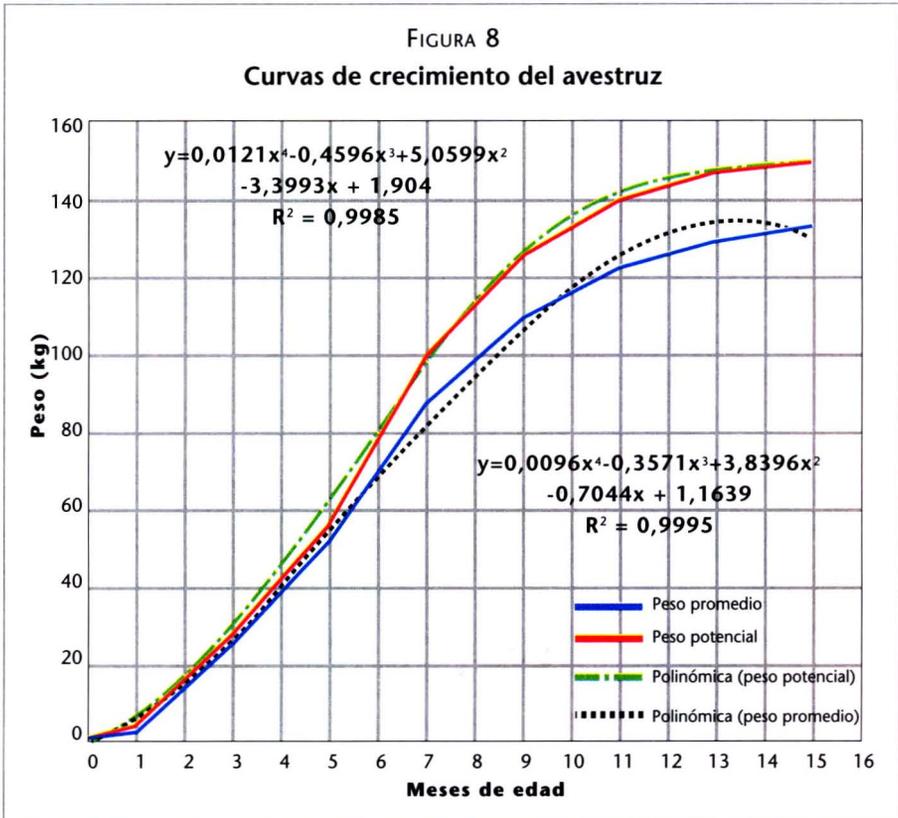
Edad (meses)	Peso (kg)	
	Promedio ^a	Potencial ^b
0	0,86	0,86
1	4,08	4,31
3	26,31	28,12
5	52,16	56,25
7	86,18	99,79
9	108,86	127,01
11	122,47	140,62
13	129,48	147,42
15	133,81	149,69

^a Se asume buen manejo, potencial genético promedio y temperaturas ambientales moderadas.

^b Se asume excelente manejo, potencial genético superior al promedio y temperaturas ambientales moderadas.

Fuente: Scheideler & Sell (1997).

Las curvas de crecimiento promedio y potencial de los avestruces (figura 8) se obtuvieron a partir de los datos del cuadro 8. Las fórmulas empleadas se utilizan para calcular los requerimientos nutritivos de las aves expresados en unidades de nutriente por kilo de peso vivo.



Fuente: Cuadro 8 de este documento.

Además del crecimiento, otro factor importante de considerar en el cálculo de los requerimientos nutritivos de los avestruces, es la composición nutritiva de las diferentes partes del cuerpo del ave. Cilliers *et al.* (1998 b) realizaron un estudio para determinar los requerimientos de energía y proteínas para la mantención y el crecimiento de estas aves. De un total de 44 avestruces, sacrificaron 8 al inicio y 12 al final del experimento, cuya duración fue de 21 días. Estimaron la eficiencia de utilización de dichos nutrientes y sus necesidades, además de la composición corporal del avestruz (cuadro 9).

CUADRO 9

**Composición corporal promedio de nutrientes en avestruces
(sacrificados a los 74,7 kg de peso vivo)**

Nutrientes	Cuero	Patas	Canal	Plumas	PVV	PVV
					desplumado	completo
Energía bruta (Mcal/kg)	6,29	3,89	5,51	5,13	5,33	5,44
Materia seca (%)	39,50	53,30	33,10	82,40	34,00	35,70
Proteína (%)	24,70	26,80	19,00	71,30	19,40	20,90
Extracto etéreo (%)	13,10	7,97	8,09	0,85	8,17	8,19
Cenizas (%)	0,98	14,50	3,79	2,11	4,24	4,29
Metionina (g/16 g N)	1,16	1,04	2,05	0,26	1,90	1,90
Lisina (g/16 g N)	4,85	3,72	6,75	1,27	6,31	6,34

PVV (peso vivo vacío) = peso vivo - contenido intestinal

Fuente: Cilliers *et al.* (1998 b)

El estudio determinó que los avestruces requieren para mantención (en términos de la energía metabolizable verdadera corregida por la retención de nitrógeno -EMV_n-):

- 0,101 Mcal de EMV_n/PVV, Kg^{0,75}/día ó 1,9 Mcal de EMV_n/día en promedio, con una eficiencia de utilización de 0,099 Mcal de EMV_n/PVV, Kg^{0,75}/día y 0,105 Mcal de EMV_n/día.

Por otra parte, los requerimiento de proteína digerible para mantención fueron de:

- 0,678 g/PVV, Kg^{0,75}/día, con un requerimiento promedio total de proteína dietaria de 1,05 g/PVV, Kg^{0,75}/día (coeficiente de digestibilidad de la proteína = 0,646).

Los requerimientos de mantención encontrados para los aminoácidos lisina, metionina + cistina, treonina y valina son comparables a los valores descritos para pollos, sin embargo, los estimados para leucina, arginina e histidina son sustancialmente mayores. La eficiencia neta de utilización promedio para los aminoácidos se estimó en 0,747.

Como se señaló anteriormente, el sistema digestivo de los avestruces permite una alta digestibilidad de la fibra (90% *versus* 6,5% en gallinas); los animales presentan requerimientos energéticos bajos y un consumo variable, aunque bajo, según la etapa en la que se encuentren: la mayoría de las aves consumen un 2 a 3% de su peso en alimento seco al día, aunque en etapa de crecimiento pueden comer un poco más del 3% y en mantención sólo el 1 a 1,5%.

No sólo el consumo varía según el estado fisiológico del animal, sino también sus necesidades de nutrientes (cuadros 10 y 11). Cabe señalar que, aunque se han elaborado diversas tablas de necesidades diarias de macro y microelementos, éstas debieran evaluarse en el país y en cada plantel o criadero, según los resultados que se obtengan y la aceptación del alimento por las aves.

CUADRO 10
Consumo, ganancia de peso y conversión promedio de avestruces, a diferentes edades

Período (días)	Aumento de peso en período (kg)	Índice de conversión (Kg/Kg)	N° de días	CONSUMO	
				Kg/día	Media (Kg/día)
7 - 14	0,35	1,80	7	0,09	
14 - 21	0,80	1,90	7	0,22	0,20
21 - 35	2,05	2,10	14	0,31	
35 - 42	1,80	2,10	7	0,54	
42 - 70	10,60	2,00	28	0,76	0,74
70 - 98	12,10	2,15	28	0,93	
98 - 126	11,90	2,70	28	1,14	
126 - 154	11,10	3,70	28	1,47	1,43
154 - 182	9,90	4,80	28	1,70	
182 - 238	18,00	5,75	56	1,85	
238 - 294	12,50	7,50	56	1,67	1,72
294 - 350	11,50	11,50	56	1,64	

Fuente: FIA (1996).

En los cuadros 11 y 12 se entregan antecedentes sobre requerimientos nutritivos del avestruz. Se observa que muestran variaciones importantes debido, principalmente, a que la investigación en esta especie ha sido escasa comparada con otras aves domésticas.

CUADRO 11
Necesidades nutritivas diarias del avestruz
en distintas etapas vitales

Nutrientes	Etapa de vida				
	0 a 8 semanas	2 a 3 meses	3 a 6 meses	Reproductores	Mantención
Proteína (g)	20-60	80-200	220-240	500-600	250
Fibra (g)	25-80	90-350	400-500	350-700	500
EM (kcal)	240-1.200	2.880	3.840-4.320	3.840-4.320	2.880-3.360
Calcio (g)	3-6	8-18	20-30	70-120	30
P asimilable (g)	1-3	4-8	10-15	14-20	12
Magnesio (mg)	70	150	250	400	350
Lisina (mg)	1.400	4.000	7.000	9.000	6.000
Metionina (mg)	580	1.800	3.500	5.400	3.000
Triptófano (mg)	500	1.400	1.600	2.000	1.800
Hierro (mg)	10	30	40	60	50
Zinc (mg)	20	60	100	150	150
Manganeso (mg)	40	160	180	220	220
Cobre (mg)	1	2	3	4	4

Fuente: FIA (1996).

El cuadro 12 corresponde a una guía de los requerimientos nutritivos para avestruces que entregan Scheideler y Sell (1997). Los valores de energía metabolizable (EM) están basados en el sistema de energía de las aves comerciales, lo que puede subestimar el valor energético de alimentos ricos en fibra como la alfalfa. Sin embargo, en el estudio se indica que este sistema ha funcionado relativamente bien en raciones para avestruces y que, por ende, puede utilizarse mientras no se desarrolle un sistema más específico para la especie.

CUADRO 12
Guía nutritiva para avestruces

Nutrientes	Iniciación (0 a 9 semanas)	Crecimiento (9 a 42 semanas)	Término (42 semanas a peso de mercado)	Futuros reproductores (42 semanas a madurez sexual)	Reproductores (4 a 5 semanas antes del inicio postura)
EM (kcal/kg)	2.680	2.450	2.300	1.980 a 2.090	2.300
Proteína (%)	22	19	16	16	20 a 21
Aa azufrados (%)	0,70	0,68	0,60	0,60	0,70
Metionina (%)	0,37	0,37	0,35	0,35	0,38
Lisina (%)	0,90	0,85	0,75	0,75	1,00
Fibra cruda (%)	6 a 8	9 a 11	12 a 14	15 a 17	12 a 14
FDN (%)	14 a 16	17 a 20	19 a 22	24 a 27	22 a 24
Ca (%)	1,50	1,20	1,20	1,20	2,4 a 3,5
P (no fitato) (%)	0,75	0,60	0,60	0,60	0,70
Vit. A (UI/kg)	11.000	8.800	8.800	8.800	11.000
Vit. D ₃ (UI/kg)	2.640	2.200	2.200	2.200	2.200
Vit. E (UI/kg)	121	55	55	55	110
Vit. B ₁₂ (UI/kg)	40	20	20	20	40
Colina (mg/kg)	2.200	2.200	1.890	1.890	1.890
Cu (mg/kg)	33	33	33	33	44
Zn (mg/kg)	121	121	88	88	88
Mn (g/kg)	154	154	154	154	154
I (mg/kg)	1,10	1,10	0,90	0,90	0,90
Na (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

Nota: Se estima que la concentración de otras vitaminas y minerales puede ser similar a aquella necesaria en pavos en crecimiento y que la suplementación de hierro es muy poca o nula.

Fuente: Scheideler & Sell (1997).

4.2.1. Requerimientos energéticos

Mantener un balance energético en aves y mamíferos implica que la ingesta calórica a lo largo del tiempo, debe ser igual al número de calorías consumidas para la mantención y reparación de tejidos, así como para el trabajo (metabólico y de otros tipos), más la producción de calor corporal; es decir,

Ingesta calórica = calorías consumidas + producción calor corporal



mantención, reparación, trabajo

Una ingesta de calorías insuficiente puede ser compensada, temporalmente, usando los depósitos de grasa, carbohidratos o proteínas de los tejidos, a costa de una pérdida de masa corporal. Al contrario, una ingesta calórica excesiva tendrá como consecuencia un almacenamiento en exceso de grasa corporal; por ello, se recomienda proveer de valores bajos de energía a avestruces terminales y reproductoras. Esto permitirá reducir el excesivo depósito de grasa corporal en aves que van a ser sacrificadas, a fin de evitar daños en la calidad del cuero y disminución de la proporción de carne magra en la canal. En los reproductores también se debe evitar la acumulación de grasa que podría afectar su actividad reproductiva.

Las principales moléculas energéticas son los carbohidratos y los lípidos, aunque el desdoblamiento de las proteínas también puede proporcionar energía cuando están en exceso y faltan los otros dos nutrientes. Los carbohidratos se usan, principalmente, como fuente de energía química inmediata (glucosa 6 fosfato) o almacenada (glucógeno). Sin embargo, también pueden ser convertidos en intermediarios metabólicos o en grasas. En sentido opuesto, las proteínas y grasas pueden ser convertidas, por la mayoría de los animales, en carbohidratos. Las principales fuentes de carbohidratos son los azúcares, almidones y la celulosa (almacenados en las plantas) y el glucógeno (en los tejidos animales).

En avestruces, como en los demás animales herbívoros, la celulosa y hemicelulosa de la fibra vegetal son la fuente principal de energía de la dieta. Ellas son transformadas a ácidos grasos volátiles (AGV) los cuales, en el caso del avestruz, pueden proporcionar más del 60% de la energía que necesitan. En la literatura se indica que estos compuestos pueden aportar hasta un 76% de los requerimientos de mantención de esta especie.

Las moléculas de lípidos (grasas) son especialmente adecuadas para constituir reservas de energía concentrada. Cada gramo de grasa proporciona más de dos veces la energía calórica de un gramo de proteína o carbohidratos. Los animales generalmente almacenan la grasa, la que constituye una fuente de energía para los períodos de déficit. Los lípidos son importantes también en ciertos componentes de los tejidos, como membranas plasmáticas, organelos celulares y en las vainas de mielina de los axones neuronales. Las moléculas grasas incluyen: ácidos grasos, monoglicéridos, triglicéridos, esteroides y fosfolípidos.

Un estudio de Cilliers *et al.* (1998 a) analizó la aditividad y precisión de los valores de energía metabolizable verdadera (corregida por la retención de nitrógeno - EMVn-), de diferentes ingredientes previamente determinados para avestruces. Se obtuvo el valor real de la EMVn de una dieta que contenía varios de dichos ingredientes, que fue suministrada a 36 avestruces jóvenes (siete meses de edad). Éstos fueron sometidos a un método balanceado de alimentación continua durante cinco días, después de un período de adaptación de siete días. El valor de energía teórico calculado para la dieta fue de 2,78 +/- 0,045 Mcal/kg, mientras que el valor determinado en el experimento fue de 2,68 +/-0,017 Mcal/kg. Se concluyó que ambos valores no fueron significativamente diferentes, lo que implica que no se observaron efectos de aditividad.

4.2.2. Requerimientos proteicos

Las proteínas son los componentes estructurales de los tejidos y actúan también como enzimas que son moléculas catalizadoras de diversas reacciones biológicas. Además pueden ser utilizadas como fuente de energía si son degradadas a aminoácidos y/o a otros derivados nitrogenados intermedios. Las proteínas de los tejidos animales están formadas por alrededor de 20 aminoácidos diferentes y la capacidad para sintetizarlos difiere de una especie a otra. Aquellos que no pueden ser sintetizados por el animal, pero que son requeridos para la síntesis de proteínas esenciales, son los denominados aminoácidos esenciales para esa especie. El conocimiento de estos requerimientos ha sido de una importancia económica enorme en la industria avícola. Hasta hace un tiempo atrás la tasa de crecimiento de los pollos (y otras aves comerciales) estaba limitada por una proporción muy baja de unos pocos aminoácidos esenciales proporcionados en las dietas basadas en granos. Diversos estudios posteriores llevaron a suplementar las dietas con aminoácidos en forma adecuada, lo que permitió una utilización completa de los aminoácidos presentes en los alimentos. Se observó un aumento considerable en la tasa de síntesis de proteína y, por lo tanto, en la tasa de crecimiento de las aves y en la postura de huevos. Esta situación es completamente aplicable a los avestruces.

Los niveles de proteína que se recomiendan para avestruces son similares a los de otras aves comerciales, excepto para los reproductores que requieren mayores cantidades en la dieta. El aminoácido más limitante es la metionina (aa azufrado) que se requiere para el crecimiento de las plumas. Éste no es abundante en la

mayoría de los cereales y forrajes, por lo que es necesario suplementarlo en forma sintética. La lisina es considerada el segundo aminoácido más limitante y en algunas raciones también es necesaria su suplementación con sus formas sintéticas, especialmente en aquellas raciones con poco o ningún contenido de soya, fuente muy adecuada de esta molécula.

Los excesos de proteína tampoco son recomendables como se demostró en un experimento realizado por Ullrey y Allen (1996). En éste se alimentó a cuatro grupos de pollos de avestruz (8 a 10 días de edad; peso promedio de 894 g; 5 aves por grupo) con dietas isocalóricas (2,69 Mcal EM/Kg) pero con diferentes cantidades de proteína cada una: 140, 160, 180 y 200 g/kg. Las dietas, en forma de harina, fueron consumidas *ad libitum* y además, cada grupo dispuso de 14,4 kg de alfalfa verde durante las 8 semanas que duró el experimento. El peso final de los pollos, es decir, la ganancia de peso durante las ocho semanas, fue aumentando notablemente a medida que aumentaba la proteína en la dieta; sin embargo, el acelerado crecimiento de los pollos del grupo alimentado con 200 g/kg de proteína provocó, en tres de los 5 pollos, serios problemas en las patas. Esto demuestra que, especialmente a edades tempranas, un nivel excesivo de proteína en la dieta puede causar problemas secundarios, especialmente si el aporte de calcio no es suficiente. La dieta del experimento contenía 14 g/kg de Ca, sin contar el aporte de la alfalfa.

4.2.3. Requerimientos de otros nutrientes

Aunque la fibra no es considerada un nutriente esencial para los avestruces, se recomienda suministrar en niveles relativamente altos para mantener un buen balance en la flora microbiana y una motilidad adecuada en el tracto digestivo.

Por otra parte, el calcio y el fósforo son macrominerales requeridos para la calcificación del esqueleto, así como también para muchas otras funciones de los tejidos blandos. Por este motivo, se requieren en altas cantidades en aves que están en pleno crecimiento, para asegurar un adecuado desarrollo músculo-esquelético. La mayoría de las raciones para aves comerciales, en crecimiento, recomiendan una relación de 2:1 en los niveles de Ca:P total.

Además, el calcio es necesario en altísimas cantidades en hembras durante el período de postura, especialmente cuando los huevos se retiran para estimular la

producción. Por ejemplo, una hembra que pone 60 huevos en una temporada, requiere de una concentración de calcio en la dieta de 8,7 g/kg superior a un avestruz que no está poniendo.

Con respecto al fósforo, en especies monogástricas aproximadamente un tercio del fósforo total está disponible como fósforo no fitato (o fósforo disponible), por ello las recomendaciones para avestruces se dan siguiendo este antecedente.

Otros minerales que requieren de suplementación en avestruces son el sodio y algunos elementos traza como cobre, zinc, manganeso, yodo y, probablemente, hierro. El cobre y el manganeso son particularmente importantes, debido a que altos niveles de calcio y fósforo interfieren en su disponibilidad.

Las vitaminas más importantes de suplementar son A, D, E, K, B₁₂, ácido pantoténico, ácido fólico, biotina, piridoxina, niacina, tiamina, riboflavina y colina. La vitamina E es de especial interés porque los pollos nuevos la absorben en cantidades muy reducidas y, por ello, debe suplementarse en cantidades muy superiores a los niveles normales recomendados para otras aves. La vitamina C se recomienda para bajar los niveles de estrés, especialmente en los animales pequeños (menores a 4 meses).

4.2.4. Conclusiones

El avestruz presenta características muy particulares en relación a las otras especies de aves en cuanto a sus requerimientos nutritivos y fisiología digestiva; esto se debe, principalmente, a algunas características de la anatomía de su aparato digestivo, es decir, al gran desarrollo de un par de ciegos y de todo el intestino grueso, hecho que le permite aprovechar la fibra en forma similar a los mamíferos rumiantes, motivo por el que se le ha tratado como un "semi-rumiante".

La alta capacidad de fermentación microbiana de la fibra, tanto en ciegos como en el colon, produce altas cantidades de AGV que son utilizados por el animal como una importante fuente de energía. Es por esto que, especialmente en alimentos fibrosos, no puede extrapolarse a avestruces el aporte energético estimado para otras aves comerciales, pues se estarían subestimando los valores del aporte de dichos alimentos.

En los avestruces, la posición distal del colon y de los ciegos, hace que la absorción de vitaminas, minerales y especialmente aminoácidos derivados de la fermentación de la fibra en esos segmentos, se realice pobremente, a diferencia de lo que ocurre en el intestino delgado (duodeno). Por ello se debe prestar especial atención en el suministro de fuentes proteicas y aminoacídicas, vitaminas y minerales, para satisfacer adecuadamente los requerimientos de estos nutrientes. Por lo anterior, aunque alimentos como la alfalfa y el afrechillo son excelentes fuentes de energía para los avestruces, no contribuyen con un adecuado aporte de los elementos mencionados por lo que las dietas deben complementarse con otros alimentos proteicos y suplementos de elementos menores como vitaminas y minerales.

Cabe señalar que el resto del sistema digestivo, es decir, desde la boca hasta el intestino delgado, es anatómica y funcionalmente parecido al de otras aves, excepto por la ausencia de buche y vesícula biliar.

La preparación de los alimentos, la calidad, el control y formulación de la dieta y el manejo, son factores importantes en un programa nutricional exitoso. Aunque las raciones completas en forma de pellets ya son comunes en los planteles de avestruces, a medida que la industria progresa y se hacen más comunes las explotaciones a pastoreo, las empresas proveedoras de alimentos deberán ofrecer cada vez mejores concentrados y suplementos. Entonces, lograr un buen programa nutricional para la producción de avestruces requiere de un esfuerzo conjunto de nutricionistas, elaboradores de dietas balanceadas, vendedores y productores.

Se debe tener presente, que la alimentación representa más del 60% de los costos variables dentro de una explotación, por lo tanto, debe ser atendida con suma dedicación si se quiere obtener una rentabilidad alta. Sin embargo, es necesario considerar que no necesariamente al reducir el costo del kilo de alimento se reducirá el costo por unidad productiva, ya que la producción podría verse deteriorada; esto tampoco significa que el alimento más caro del mercado sea el de mejor calidad y el que permitirá un aumento en la producción. Se recomienda buscar el equilibrio y la mejor relación costo-beneficio. Los demás aspectos productivos también son fundamentales para la rentabilidad de la explotación; aunque el manejo alimenticio sea excelente no significa que podrá subsanar problemas de otra índole, como los sanitarios.

Por otra parte, el manejo alimenticio debe ser extremadamente cuidadoso para evitar problemas especialmente de impactación intestinal, intoxicación o estrés; además, la observación del comportamiento alimenticio de las aves es un claro indicador de problemas de salud.

4.3. PERÍODOS Y CAMBIOS DE ALIMENTACIÓN

Los tipos de alimentación se pueden dividir en los siguientes cuatro períodos, según la edad de los animales, los requerimientos nutritivos y su estado productivo:

Período de iniciación: comprende desde el nacimiento hasta los tres meses de edad. Como se señaló anteriormente, se considera a los avestruces como animales herbívoros con preferencias forrajeras, aunque en las primeras edades en estado natural, tienen una alimentación omnívora, ya que incluyen en su dieta insectos y otras fuentes de nutrientes. En cautiverio hay que proporcionarles una dieta balanceada en todos los nutrientes, especialmente aminoácidos, vitaminas y minerales.

Desde el momento de la eclosión los polluelos utilizan el saco vitelino para alimentarse, es decir, disponen de autonomía nutritiva durante los primeros días de vida, aunque normalmente ocurre una pérdida de peso durante la primera semana.

A lo largo de todo este período el alimento que se les suministre debe ser molido o pelletizado; las primeras dos semanas se les puede entregar pellet quebrantado.

Período de crecimiento: comprende desde los cuatro hasta los 10 ó 12 meses de edad o cuando corresponda el faenamamiento. Desde los 7 meses hasta el faenamamiento, se recomienda entregarles una dieta de baja energía y altos contenidos de fibra para evitar un engrasamiento de la canal. Sin embargo, el mayor engrasamiento depende directamente de la edad a la que se faena el animal (Proyecto FIA C97-3-P-002, 1997). Durante este período la alimentación se basa en concentrado molido o, preferentemente, pelletizado.

Período de reproducción: la importancia de la alimentación en este período radica en la influencia que tiene sobre la fertilidad de hembras y machos y, por lo tanto, en el número y tamaño de huevos fértiles.

Es fundamental aplicar la relación energía/proteína adecuada, puesto que estos animales tienen necesidades mayores de energía y de aminoácidos durante la temporada de postura. Al igual que en el período anterior, el alimento para los reproductores debe ser concentrado y forraje. Los niveles de calcio son importantes para la producción de huevos y es aconsejable suplementar la dieta con este elemento de acuerdo a la tasa de producción.

Período de mantención: comprende el período de descanso de los reproductores y la etapa que transcurre desde el año de edad hasta la madurez sexual. Se recomienda utilizar *ad libitum* el alimento concentrado que se suministra en la etapa anterior.

Cabe señalar que el cambio del tipo de fórmula alimenticia debe ser gradual (7 a 10 días en animales de menos de 4 meses) mezclando la dieta nueva con la anterior, a fin de evitar problemas de stress que podrían tener consecuencias como diarrea, impactaciones o rechazo del alimento, entre otros.

Por otra parte, es recomendable facilitar el acceso de los avestruces a piedras de pequeño tamaño (grit), que colaboran en la digestión mecánica de la fibra de la dieta.

El cuadro 13 muestra una tabla con la valores nutritivos para distintas etapas de desarrollo.

CUADRO 13
Composición nutritiva de dietas para avestruces
en distintas etapas de desarrollo

Nutrientes	Iniciación	Crecimiento	Reproducción	Mantenimiento
Energía	1.200	1.200	1.150	1.200
Proteína cruda (%)	18,00	17,00	16,50	16,00
Grasa (%)	3,00	2,50	3,50	2,50
Ácido linoleico (%)	1,40	1,40	1,40	1,40
Lisina (%)	0,90	0,78	0,75	0,75
Metionina y cisteína (%)	0,70	0,60	0,60	0,55
Calcio (%)	1,25	1,25	2,50	1,25
Fósforo (%)	0,90	0,90	0,75	0,90
Fósforo disponible (%)	0,68	0,65	0,52	0,65
Sodio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22

Fuente: Brake (1997).

Manejo en las diferentes etapas de vida

En este capítulo se describen las normas de manejo más usuales para las dos etapas de vida de los avestruces desde el punto de vista de una explotación comercial: etapa de crianza y etapa de recría o terminación que corresponden, respectivamente, a los períodos de iniciación y de crecimiento mencionados en el capítulo anterior.

Por lo tanto, dichas etapas corresponden a diferentes edades y estados productivos de los animales.

5.1. ETAPA DE CRIANZA

Esta etapa comprende desde el nacimiento de los polluelos hasta antes de completar los tres meses de edad.

5.1.1. Instalaciones

Debido al escaso desarrollo del sistema de termorregulación de los polluelos recién salidos de la nacedora, es necesario colocarlos en una sala de “maternidad” muy limpia y con una fuente de calor a 32 °C, ya sean lámparas eléctricas (fotos 41 y 42; p. 177) o campanas a gas. Estas recomendaciones deben ajustarse a las diferentes condiciones climáticas, aunque en la noche siempre requieren calor artificial. Además, este recinto debe contar con algún ma-

terial de “cama”, como virutas, para aislar a los animales del frío del piso que, comúnmente, consiste en un radier de concreto (foto 17). Es importante señalar que, en el caso de optar por el uso de viruta, ésta debe usarse desde el primer día de vida de los pollos ya que de lo contrario, ellos podrían ingerirla y provocarse una impactación intestinal.

En vez de las virutas se pueden utilizar cubiertas plásticas no deslizantes (foto 41; p. 177), que se pueden sacar, limpiar y desinfectar fácilmente. Es importante utilizar el mismo material durante los primeros 3 meses para evitar el estrés en los pollos.



Foto 17. Maternidad con iluminación artificial y cama de virutas

Todo el recinto necesita estar protegido del medio exterior para ayudar a mantener las condiciones térmicas adecuadas; además, requiere de aseo frecuente mediante un simple lavado y de desinfecciones periódicas.

La ventilación de la maternidad es fundamental para un buen funcionamiento del sistema y debe ser controlada permanentemente; su objetivo es eliminar el exceso de amoníaco producido por las aves y controlar la humedad, manteniéndola cercana a 50 ó 60%. Si la ventilación es excesiva provoca una disminución de la temperatura lo que aumenta la sensación de frío de los pollos, cuya respuesta será el agrupamiento y se moverán menos; también se incrementan las posibilidades de desarrollar enfermedades.

Los pollos chicos necesitan de suficiente espacio para jugar, moverse y correr durante el día, por ello, si las temperaturas no son muy bajas (alrededor de 10 °C), es aconsejable dejarlos salir gradualmente a corrales exteriores de ejercicios, anexos a la maternidad, donde puedan moverse y correr, lo que ayuda a la absorción del saco vitelino en forma temprana (foto 18). Estos corrales son generalmente largos (5 x 15 a 20 metros), contienen comederos y bebederos y,

opcionalmente, pueden tener pasto de poca altura; una densidad adecuada es de 1 ind/15 m².

Se recomienda que la malla que rodea el corral tenga 70 a 150 cm de alto y que esté enterrada 10 cm para evitar que depredadores y otros animales excaven y entren al recinto; además, los corrales deben estar conectados para que los pollos se puedan mover entre uno y otro sin que se estresen.

Cabe señalar que se les debe proporcionar alimento en la mañana, antes de que accedan al corral al aire libre.

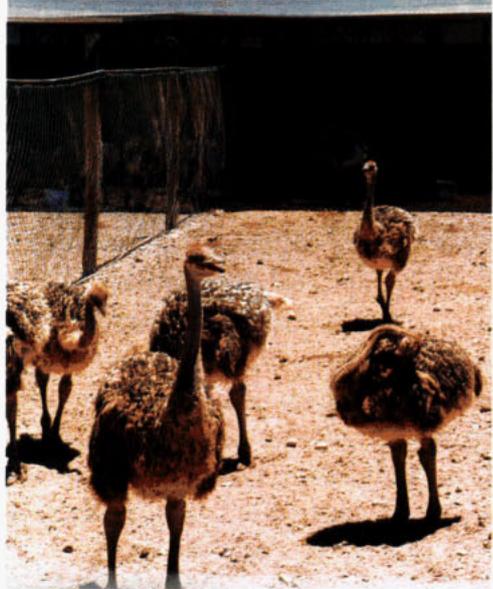


Foto 18. Corrales externos de ejercicios

5.1.2. Condiciones óptimas al nacimiento

Las condiciones de los pollos están directamente influenciadas por el estado de los padres y de la incubación. Al igual que en otras producciones avícolas, los mejores resultados se obtienen a partir de los pollos que presenten las mejores condiciones físicas al día de edad. El reconocimiento de estas condiciones es un poco subjetivo, aunque hay ciertas pautas definidas:

- el peso ideal al nacer es de 780 a 975 gramos (éste tiene relación directa con las diferencias de tamaño del huevo);
- presenta escasos signos de edema y deshidratación;
- está alerta, con ojos redondos (no ovalados) y brillantes;
- el ombligo está completamente cerrado y seco;
- no presenta problemas anatómicos de piernas, patas y pico;
- se encuentra libre de enfermedades transmitidas por el huevo.

En relación al peso, al menos el 80% de cualquier grupo de pollos tomados al azar, debe ser uniforme en cuanto a este parámetro, característica que debe

mantenerse a lo largo del tiempo. Los pollos que mantengan buenas condiciones, presentarán una mortalidad menor al 10% el día 14.

La pérdida de humedad del huevo durante la incubación determina el estado de hidratación del pollo al nacimiento: si ésta fue excesiva mostrará signos de deshidratación al igual que si pasó un período muy extenso en la nacedora.

Por el contrario, un problema de gran importancia en la crianza de avestruces es la pérdida insuficiente de humedad de los huevos, que produce el nacimiento de pollos edematizados (“pollos gordos”). Esta condición se caracteriza por la presencia de depósitos blandos de consistencia acuosa o como gel bajo la piel y en los tejidos musculares. Las aves afectadas mantienen las patas abiertas, lo que les impide ponerse de pie; ello se puede solucionar amarrándoles las patas con un cordel bajo el abdomen, lo que impide que vuelvan a separarlas; además, el problema se soluciona o disminuye al mantener al pollo en la nacedora, sin luz uno o dos días más.

El estado del pollo se reconoce al nacer: si lo hace por sí solo, sin requerir ayuda adicional, está en buenas condiciones, por el contrario, si requiere ayuda para salir del huevo, su condición no es la óptima.

5.1.3. Saco vitelino residual

Un aspecto crítico en el desarrollo inicial del pollo, después de la eclosión, es la utilización del saco vitelino residual que se incorporó al abdomen en los últimos días de incubación. En un avestruz de 800 gramos, éste representa una gran parte de la masa total y puede tener un peso cercano a los 450 gramos

Esta estructura contiene lípidos y proteínas (albúmina, entre otras) y la presencia de bilis le da un color verde brillante (foto 14; p. 67). Su importancia radica en que aporta a los polluelos nutrientes y protección inmunológica pasiva (anticuerpos maternos) durante los primeros días desde el nacimiento.

La velocidad con la que el saco vitelino es utilizado y absorbido, se estima entre 7 y 21 días. La práctica común de no entregar alimento a los pollos durante los tres o cinco primeros días de vida, a fin de estimular la absorción del saco vitelino, pone en peligro su desarrollo y sobrevivencia. Los pollos de avestruz necesitan tener acceso a comida y agua desde el minuto que dejan la nacedora, para permi-

El inicio del funcionamiento de su aparato digestivo con el poblamiento de la flora natural y necesaria. Si esto no ocurre, aumenta el número de pollos que no comienzan a alimentarse, se enferman o se encuentran en mal estado poco tiempo después de terminada la fase de alimentación dependiente de dicha estructura.

La absorción del saco vitelino a una velocidad óptima ocurre cuando el pollo está en un ambiente uniforme y en condiciones de poco estrés. Se ha observado que restringir el alimento los primeros días puede resultar, también, en una buena absorción de la estructura, aunque es necesario proporcionarles abundante agua con vitaminas rápidamente absorbibles.

Está demostrado en otras especies de aves domésticas, como pollos broilers, que la entrega de alimento durante los primeros días de edad, aumenta la velocidad de absorción del saco vitelino y ayuda a que ésta se realice correctamente. El ejercicio también ayuda al proceso.

Las infecciones del saco vitelino son una de las principales causas de muerte de los pollos de avestruz durante los primeros 14 a 21 días de vida; sin embargo, se han encontrado algunos casos de saco vitelino persistente a los 3 meses de edad.

5.1.4. Velocidad de crecimiento

El peso al nacimiento depende del peso inicial del huevo al comenzar la incubación. Inmediatamente después de nacidos, durante los primeros cinco o siete días, los pollos pierden cerca de un 20% de la masa inicial. Posteriormente, los pollos comienzan a aumentar de peso a una velocidad cada vez mayor y a los 3 meses de edad ya tienen cerca de 35 a 40 kilos. En ejemplares enfermos la pérdida de peso es mayor y dura más tiempo.

En esta etapa la alimentación juega un rol muy importante ya que los requerimientos de proteínas, especialmente, son muy altos, además de las necesidades energéticas, de vitaminas y de minerales. La clave para el posterior desarrollo y crecimiento adecuado de los avestruces, es el uso de suplementos vitamínicos y minerales específicos para la especie. Normalmente los suplementos, especialmente de vitaminas, son de alto costo, sin embargo, si se considera que los consumos en las primeras etapas de vida son bastante bajos, no representan un costo importante, aunque sí un gran beneficio futuro para los animales.

5.1.5. Mortalidad

Se ha observado una alta mortalidad de pollos de avestruz en condiciones silvestres y, aunque no se ha cuantificado, se estima que la sobrevivencia no es muy alta. Por el contrario, en condiciones de crianza artificial la sobrevivencia a los 3 meses de edad es más alta, aunque es muy variable. Por ejemplo, en Sudáfrica es cercana al 30% y desde los 3 a los 6 meses disminuye al 10%.

En Australia se comparó la mortalidad de 11 criaderos por un período de cuatro meses; al final de este período el promedio fue de 37,1%, pero cada plantel mostró un comportamiento distinto a lo largo del tiempo: algunos presentaron una buena sobrevivencia de los pollos hasta los 30 días que luego comenzaba a disminuir; por el contrario, en otros criaderos la mortalidad era alta hasta los 30 días y posteriormente los sobrevivientes llegaban hasta los 4 meses sin problemas. Sólo 3 de las 11 granjas estudiadas lograron una sobrevivencia del 85% de los pollos hasta los 4 meses de edad.

En Israel los valores de mortalidad tienen un rango bastante amplio: varían de 15 a 50% durante los primeros 3 meses de vida. En condiciones de crianza intensiva la mortalidad aumenta en períodos de mayor temperatura y con una mayor concentración de aves por corral.

Se ha determinado que una causa importante de mortalidad corresponde a los problemas de estrés en animales jóvenes, que pueden ser causados por diversos factores de tipo ambiental como ruidos, cambios de grupo, aislamiento de animales, presencia de personas o de animales ajenos a su entorno normal.

También constituye un factor de estrés la alimentación con productos dañados o contaminados, como es el caso de insumos con toxinas (aflatoxinas) o rancios, los que pueden provocar altas mortalidades. Entre los alimentos que presentan problemas de contaminación recurrentemente, se consideran las harinas de pescado de baja calidad o con exceso de grasa y los maíces con aflatoxinas. Se recomienda sustituir las harinas de pescado de las dietas de avestruces en crecimiento por proteínas vegetales como el afrecho de soya, ya que los requerimientos proteicos de estos animales en ese período no son extremadamente altos.

Existen productos que pueden controlar en gran medida las muertes de aves jóvenes, por ejemplo, los antibióticos; sin embargo, en la actualidad existe otro tipo de productos más inocuos y económicos que controlan eficazmente la mortalidad temprana, como los prebióticos, los probióticos y las levaduras. En este último caso, se ha informado de mejoras en la viabilidad de hasta un 80% aplicando dosis del orden de 0,3% en las dietas de los pollos.

5.1.6. Problemas en las patas

Dada la forma de vida de los avestruces, el estado de las patas de los pollos es muy importante. Existen cuatro problemas claves al respecto, cuya frecuencia de incidencia puede ser crítica para la sobrevivencia de un grupo de individuos:

- rotación del tibiotarso
- dedos del pie torcidos
- tendones desviados
- piernas dobladas o inclinadas

A fin de prevenir estos problemas es conveniente que el piso del sector donde se localicen los polluelos sea antideslizante.

El origen y tratamiento de cada una de estas deformaciones es totalmente distinto y varían desde vendajes, hasta correcciones de los suministros de calcio y fósforo en la dieta. No obstante, los vendajes no siempre funcionan, ya que en muchos casos los animales no los soportan. Ello también depende de la edad: sobre los tres meses es difícil la rehabilitación por este medio.

Las fuentes de suministro de calcio y fósforo en la dieta son importantes ya que, generalmente, las sales del tipo fosfatos monocálcicos son mejor aprovechadas que los carbonatos de calcio. Hay que considerar que el rápido crecimiento de los avestruces hasta los tres meses de edad es un factor que contribuye a que se presenten algunos problemas en las patas, por lo tanto, es importante no acelerar el ritmo de crecimiento en esta etapa y suministrar una fuente de calcio y fósforo adecuada y una alimentación restringida en los aportes proteicos, especialmente, sin dejar de cubrir los requerimientos básicos. La asesoría de un nutricionista es importante para este propósito.

5.2. ETAPA DE RECRÍA O TERMINACIÓN

Esta etapa comprende el período desde los tres meses hasta el sacrificio del animal. Presenta una mortalidad mucho menor que la etapa anterior, que no sobrepasa el 2%; además, requiere de menos cuidados y es, en general, la fase con manejo más sencillo de todo el proceso productivo: se requiere proveerlos de agua y alimento en forma adecuada y supervisar su crecimiento y desarrollo. El factor de mayor incidencia en los costos totales es la alimentación, como se muestra cuantitativamente en el capítulo 10: Estudio económico.

En esta etapa, *sin embargo*, es importante la alimentación no sólo desde el punto de vista de los requerimientos nutritivos de los animales (que son menores que en la etapa de crianza inicial), sino del control del depósito de grasa en la canal hacia el final de la engorda. En general, cuando los animales llegan a los siete u ocho meses de edad la ganancia de peso es, fundamentalmente, en tejido graso. Esto es ineficiente desde el punto de vista nutritivo y constituye además, una pérdida al momento del faenamiento, por cuanto los depósitos grasos normalmente se eliminan de la canal. También existe el daño del engrasamiento del cuero, lo que provoca pérdidas de calidad por manchas indeseables.

Se ha observado que el engrasamiento puede ser contrarrestado mediante dos opciones:

- disminuir la edad de faena a menos de 10 meses o el peso de faena a 90 kilos (peso vivo);
- cambiar la alimentación después de los seis o siete meses de edad, disminuyendo los niveles energéticos del alimento.

En el primer caso, una vez que se superan dichos valores, el engrasamiento aumenta considerablemente con los daños indicados anteriormente.

Algunos datos experimentales muestran que el aumento del engrasamiento es más dependiente de la edad de faena que de otras variables (Proyecto FIA C97-3-P-002. 1997; fotos 19 y 20).



Foto 19. Canal con engrasamiento adecuado

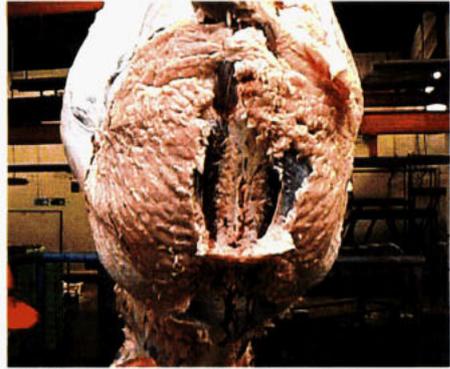


Foto 20. Canal con engrasamiento excesivo

5.2.1. Instalaciones

Durante la etapa de recría o terminación los avestruces se mantienen en corrales comunitarios al aire libre, por lo tanto, las instalaciones corresponden a potreros o corrales de características simples.

Los corrales son rectangulares, de proporciones similares a los utilizados por las aves en etapa de crianza. Por el contrario, la densidad de animales por corral duplica la densidad de los reproductores y se necesitan entre 75 y 150 m² por ave. Al igual que en los corrales de los reproductores, entre ellos se deben crear pasillos de aproximadamente 1,5 metros de ancho, los cuales se pueden utilizar para trasladar animales de un corral a otro, por lo tanto, es de gran utilidad que éstos se encuentren comunicados entre sí (ver 3.2, p. 44).

La malla que se usa para cerrar los corrales no debe permitir a los avestruces introducir la cabeza; las mallas de bizcocho son una buena alternativa al igual que los alambres lisos espaciados a 25 ó 30 cm, con fijaciones que dejan algunos postes sueltos, de manera que sean flexibles. La altura del cerco debe ser cercana a los dos metros. Dentro de cada corral se construye un cobertizo donde se ubica el comedero y el bebedero, al igual que en los corrales de reproductores (foto 37; p. 175).

Los cercos perimetrales son una necesidad para controlar el ingreso de animales externos, incluso depredadores como los perros. Estos deben constituir una ba-

rrera en todo el contorno de los corrales, especialmente de aquellos donde se alojen animales pequeños.

5.2.2. Manejo de la alimentación

Es el principal cuidado en la etapa de recría. Es necesario verificar que las aves consuman la totalidad del alimento que se encuentra en los comederos, de lo contrario, se puede sospechar de un aporte excesivo, de una dieta poco palatable o de un problema sanitario. Una vez descartados estos dos últimos problemas se recomienda disminuir la cantidad ofrecida hasta que no quede remanente de alimento en el comedero. La meta a lograr es que las aves se acerquen rápidamente al alimento una vez que éste es depositado; esta acción es una muestra de un buen apetito, de una dieta palatable y de un buen estado sanitario. Con el fin de disminuir el estrés, la alimentación se debe entregar siempre a la misma hora (como se señaló en el capítulo 4).

Los comederos deben estar protegidos de la lluvia y del ingreso de aves silvestres, además, deben ser suficientes para que las aves no se amontonen y disminuya el consumo individual. Como bebederos son apropiados los recipientes fáciles de limpiar, vaciar y desinfectar, por lo menos una vez a la semana. Debido a la forma de beber de los avestruces, funcionan mejor los recipientes anchos y bajos. Si se usa un bebedero automático debe ser revisado regularmente para asegurar su funcionamiento correcto; es de primordial importancia que los animales tengan siempre agua limpia y fresca disponible.

En corrales cuyo piso no sea de arena se recomienda colocar un recipiente con gravilla para que puedan ingerirlas y mejorar el funcionamiento de la molleja.

Es importante también que los corrales consideren un espacio que permita a los avestruces desplazarse con comodidad, a fin de promover el ejercicio y de disminuir los problemas de estrés. Para evitar que las aves se golpeen contra las rejas en caso de estrés o susto, se pueden colocar objetos en ellas, como tableros, de manera que puedan verlos con facilidad.

5.3. SISTEMAS DE CRIANZA

Como se señaló anteriormente, el mayor porcentaje de mortalidad en aves-truces se encuentra entre los 0 y los 3 meses de edad; por lo tanto, se deben concentrar los cuidados durante este tiempo. Una vez que los polluelos nacidos están secos y se ha comprobado un buen estado sanitario, se trasladan a la maternidad cuyas características se detallan en el punto 5.1.1. del presente capítulo.

Como se indicó en el capítulo 4, es recomendable enseñar a comer a los pollos en forma controlada. Para ello se introduce al corral un individuo mayor, unas pocas semanas, que sepa comer y que acompañe a los polluelos de manera que éstos imiten sus movimientos y actúe así, de nodriza. En todo momento se debe controlar el riesgo sanitario y de la integridad de las aves pequeñas que conlleva la introducción de un individuo mayor. En este proceso de aprendizaje es muy útil la participación de una persona que atienda personalmente a los polluelos; se debe observar continuamente el comportamiento para verificar que están comiendo y bebiendo adecuadamente. La entrega de alimento varias veces en el día es una buena manera de que los animales se acostumbren a la ingesta de nutrientes en forma ordenada. El agua de bebida debe ser, en lo posible, cambiada varias veces en el día para asegurar un buen consumo de ella, así como del alimento.

Se recomienda la desinfección de pisos y corrales con algún producto, por ejemplo, que contenga yodo ya que controla una amplia gama de microorganismos. El desinfectante se aplica una vez que los corrales se han lavado con detergente industrial, que también puede contener algún tipo de desinfectante.

A medida que los pollos crecen se recomienda agruparlos por tamaño, ya que los más grandes pueden herir a los más pequeños e interferir en el acceso de éstos al alimento y agua. También se incrementa su necesidad de espacio y los requerimientos de temperatura disminuyen, como se muestra en el cuadro 14.

CUADRO 14

Relación entre edad, densidad y temperatura durante la cría de avestruces

Edad (semanas)	Densidad (individuos/m ²)	Temperatura (°C)
1	5,0	33 – 35
2	4,5	30 – 32
3	4,0	27 – 29
4	3,7	25 – 27

Fuente: FIA (1996).

5.3.1. Sexaje e identificación

Los pollos recién nacidos pueden sexarse mediante inspección visual, no obstante ello implica manipular al animal con el consiguiente estrés. También se puede utilizar la técnica de marcadores moleculares y emplear una pluma del animal como fuente de ADN; esta técnica ha dado muy buenos resultados, según un estudio actualmente en ejecución (Proyecto FIA, BIOT-01 -P-027*).

La identificación de los individuos se realiza con cintas o bandas de diversos materiales (el velcro de alta densidad ha mostrado dar buenos resultados) donde se escribe el número de identificación. Se puede utilizar una banda en cada pata, para disminuir el riesgo de pérdida de información. Al elegir un método de identificación hay que tener presente la tendencia al picoteo de estos animales.

Otro método muy usado para la identificación son los microchips que se implantan subcutáneamente en el cuello o en la región caudal a partir del día de edad hasta los tres meses. Este sistema es de mayor costo que los anteriormente descritos.

5.3.2. Comportamiento de los pollos

Un comportamiento común es el picoteo o picaje; normalmente se pican entre ellos en especial en los ojos, ya que su brillo les llama la atención. Para evitar esta situación se pueden colocar objetos brillantes metálicos dentro de los corrales, con el fin de distraer la atención de los pollos.

* "Desarrollo y aplicación de una metodología de sexaje en ratites mediante marcadores moleculares de ADN", que desarrolla la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile, con el apoyo financiero de FIA, entre 2001 y 2005.

Por otra parte, el comportamiento de los animales sirve para reconocer problemas de salud ya que los avestruces saludables presentan una serie de conductas como:

- movimientos ágiles
- actitud de permanente alerta con la cabeza erguida
- cuello firme
- apariencia imponente
- constante actividad de picoteo de arena, piedras e insectos
- persecución de objetos
- gran ingesta de agua y alimentos

5.3.3. Manejo nutricional

Considerando las estrategias de manejo nutricional y de recursos alimenticios aplicables a los avestruces, se distinguen dos estamentos productivos que agrupan a los animales según sus requerimientos nutritivos. Estos, a su vez, incluyen otras categorías como se señala a continuación:

- estamento reproductivo, donde se incluye tanto los animales reproductores en receso productivo (mantención), como aquellos en producción (postura);
- estamento aves en crecimiento, donde se pueden distinguir las etapas inicial, crianza y terminación.

En este contexto son importantes, además de la dieta que se proporcione, los manejos específicos y la homogeneidad de los animales.

A continuación se resume la experiencia realizada, respecto del tema, durante el desarrollo del proyecto que originó el presente documento (FIA C97-3-P-002. 1997).

Estamento reproductores: para este grupo se formuló una dieta temporal que fue recomendada por los proveedores canadienses de los animales. Sin embargo, se realizaron cambios de acuerdo a los requerimientos calculados y a los alimentos disponibles en Chile, mediante la utilización de un programa com-

putacional de formulación de dietas de mínimo costo. En definitiva, los cambios incluyeron además, la formulación de dos dietas a fin de satisfacer los requerimientos de los reproductores, tanto en "mantención" como en "postura", para períodos de inactividad productiva y de producción de huevos, respectivamente.

Cabe señalar que las dietas varían en su formulación, tanto por la disponibilidad de alimentos en el momento de fabricación, como por la variación de precios de los mismos, por ello no se puede hablar de una dieta cerrada o estática, sino de una en constante cambio y revisión.

Finalmente, y después de observar la calidad de la cáscara de los huevos y su influencia en el nacimiento de los pollos, se determinó que pasado el peak de postura, las hembras con producciones superiores a 30 huevos se debían suplementar con una fuente de calcio mediante la adición de un 1% de conchuela para el tramo de 30 a 50 huevos y de un 1% sobre 50 y hasta 60 huevos (existe un bajo porcentaje de hembras que ponen sobre 60 huevos en una temporada).

Sin embargo, existen algunos antecedentes de disminución en la fertilidad de los machos debido a un exceso de Ca; por este motivo no se suplementó en individuos con producciones superiores a 60 huevos. La evaluación de este antecedente no se realizó durante el proyecto y es un aspecto interesante para ser estudiado en futuras investigaciones, especialmente con hembras de alta producción.

Estamento aves en crecimiento: como se indicó anteriormente incluye avestruces en las etapas "inicial", "crianza" y "terminación", cada una con sus respectivas dietas. Los requerimientos fueron establecidos de acuerdo a la literatura y las dietas se formularon con alimentos presentes en el medio local. Como todo proceso productivo comercial se basó, además, en optimizar la variable costo.

Con relación a la dieta inicial dirigida a los animales pequeños (menores a tres meses de edad y fundamentalmente durante los primeros 30 días), se tuvo que desechar el uso de harinas de pescado, debido a la variabilidad de la calidad; se produjo una alta mortalidad con un uso de un 10%. Dado que los avestruces pequeños no tienen altos requerimientos proteicos, se optó por el uso de otras fuentes de estos compuestos, como el afrecho de soya y el germen de maíz, los que son más inocuos. Además, el uso de levaduras se introdujo en las primeras etapas de crecimiento de los polluelos y favoreció una mayor viabilidad.

Otro aspecto importante de la alimentación en esta primera etapa de crecimiento, es el manejo de los niveles proteicos de las dietas. Tanto la falta de proteínas como los excesos pueden provocar problemas nutricionales. Un exceso de proteínas puede causar un crecimiento demasiado acelerado y derivar en trastornos de patas (ver 5.1.6.) que pueden incluso causar la muerte, especialmente a edades tempranas. A esto se puede sumar una deficiencia de Ca y/o P. De acuerdo a observaciones realizadas durante el proyecto y con el objeto de disminuir la incidencia de este problema, se optó por sacrificar algunos puntos de ganancia de peso para permitir un crecimiento más armonioso entre tejido óseo y muscular. Los resultados obtenidos con dietas iniciales de más de 21 - 22% de proteína, provocaron una alta incidencia de estos problemas; por ello, finalmente, se utilizaron niveles proteicos de 20%, con un adecuado equilibrio aminoacídico.

La etapa de crianza, a diferencia de la anterior presenta muy pocos problemas nutricionales y baja mortalidad, por lo que se utilizaron dietas con los requerimientos nutricionales estándar que señala la literatura (capítulo 4).

Al cabo de un año, y luego de finalizar la primera temporada, se procedió a las primeras faenas; se observaron serios problemas de sobreengrasamiento con la consiguiente disminución de la calidad de la carne y del cuero. Esto determinó que se reformularan las dietas finales suministradas y que se reemplazara el concepto de "engorda" por uno de "terminación", considerando que la literatura habla de una edad de faena entre los 12 y 14 meses.

Sin embargo, se concluyó que lo que debe decidir el momento de la faena es el peso y no la edad, es decir, alrededor de 95 a 100 kg de peso vivo, los que se presentan entre los 8 y 9 meses. En el caso de sobrepasar el peso objetivo, se debe suministrar una dieta de "mantención" para evitar el engrasamiento de la canal

Considerando la insuficiente información bibliográfica existente para estimar los aportes nutricionales de los alimentos en los avestruces, se investigó la digestibilidad específica de ciertos insumos en la alimentación, ya que los escasos resultados bibliográficos indicaban que siempre se subestimaban los valores de digestibilidad. Se estudió dicho parámetro para el heno de alfalfa y la harinilla de trigo; con los resultados se corrigieron los requerimientos de las dietas, lo que implicó un cambio en la base de cálculo. En general, los valores de energía metabolizable (EM) para el heno de alfalfa y para el afrechillo de trigo bordearon, respectivamente,

las 1.600 y 2.200 kcal/kg. Estos dos alimentos son de uso cotidiano, de fácil adquisición en el mercado y de muy buena aceptabilidad por los avestruces.

Por otra parte, ante los problemas presentados a nivel de postura, fertilidad, eclosión, crianza y engorda de los polluelos, se establecieron las correcciones a los aportes de vitaminas y minerales, mediante técnicas de prueba y error. Entonces se formularon suplementos de minerales y vitaminas para complementar las distintas dietas de acuerdo a las diferentes etapas vitales (cuadro 15).

CUADRO 15

Requerimientos nutritivos de los avestruces en las distintas etapas vitales

Nutrientes	Etapas de vida				
	Inicial	Crianza-Engorda	Final*	Reproductores**	Postura
EM (Mcal/kg)	3,18	2,9	1,9	1,6	2,2
P.C. (%)	20,5	17,1	8,5	8,0	14,0
F.C. (%) mín.	5	5	10	14	14
Ca (%)	1,5	1,4	1,3	1	3
P (%)	1,0	0,6	0,6	0,5	1,6
Lisina (%)	1,25	0,9	0,63	0,27	0,68
Metionina (%)	0,36	0,27	0,20	0,11	0,32
Cistina (%)	0,33	0,22	0,15	0,08	0,35
Triptofano (%)	0,16	0,15	0,10	0,1	0,15
Arginina (%)	1,15	0,85	0,6	0,32	0,7
Treonina (%)	0,76	0,55	0,38	0,17	0,53
Isoleucina (%)	1,0	0,76	0,54	0,16	0,51
Leucina (%)	1,7	1,2	0,84	0,33	0,88
Vitamina A (UI)	12x10 ⁶	9x10 ⁶	9x10 ⁶	9x10 ⁶	15x10 ⁶
Vitamina D3 (UI)	3x10 ⁶	2x10 ⁶	2x10 ⁶	2x10 ⁶	25x10 ⁶
Vitamina E (UI)	40.000	10.000	10.000	10.000	30.000
Vitamina K3 (gr)	3	2	2	2	3
Vitamina B1 (gr)	3	1	1	1	2
Vitamina B2 (gr)	8	5	5	5	8
Niacina (mg/Kg)	60	50	50	50	45
Vitamina B12 (mg)	100	10	10	10	100
Vitamina B6 (gr)	4	3	3	3	4
Colina (gr)	500	150	150	150	500
Acido Fólico (gr)	2	1	1	1	1
Biotina (mg)	200	10	10	10	100
Selenio (gr)	0,30	0,15	0,15	0,15	0,30

* Se refiere a la dieta de "desengrase".

** Se refiere a la dieta de "mantención" de reproductores.

En el mercado existen varias alternativas de insumos que pueden utilizarse en la alimentación de los avestruces e, independiente de los que se usen, siempre deben cumplirse los requerimientos para cada una de las etapas de los animales, así como las normas de una alimentación adecuada, como se ha descrito en este capítulo.

El cuadro 16 muestra algunos ejemplos de dietas adecuadas para las diferentes etapas de vida de los avestruces, donde se incluyen alimentos de fácil adquisición en el mercado. El valor "0" representa una opción para usar otros ingredientes y no significa que en esas etapas se excluye dicho alimento en particular. En cualquier caso las dietas deben formularse ajustadas a los requerimientos y con alimentos disponibles en el mercado, palatables, inocuos para los animales y, ojalá, mediante el uso de un programa computacional de mínimo costo.

CUADRO 16
Ejemplos de dietas para diferentes etapas de vida de los avestruces

Insumo	Etapas de vida			
	Inicial (%)	Crianza (%)	Final Mantención (%)	Reproductores (%)
Maíz	0,0	0,0	0,0	28,87
Afrechillo de trigo	0,0	0,0	45,99	2,80
Afrecho de soya	31,49	14,48	11,08	28,98
Harina de alfalfa	20,35	51,68	38,39	30,98
Germen de maíz	35,52	25,31	0,0	0,0
Cauprex	5,0	0,0	0,0	0,0
Carbonato de calcio	0,0	0,0	1,67	2,54
Fosfato Monodivale	5,66	6,0	1,67	4,08
Metionina	0,32	0,83	0,03	0,04
Lisina	0,10	0,0	0,0	0,0
Sal	0,40	0,40	0,40	0,40
Prebióticos	0,05	0,50	0,0	0,0
Probióticos	0,01	0,25	0,25	0,25
Mezcla Vitaminas	0,1	0,05	0,03	0,05

En el caso de no disponer de insumos del tipo germen de maíz (rico en energía y proteínas), es factible sustituirlo por grano de maíz y afrechillo de trigo. El maíz debe ser de muy buena calidad para minimizar el riesgo de contaminación con aflatoxinas, ya que los pollos pequeños son muy susceptibles a estos compuestos. Los niveles de maíz utilizados en las diferentes dietas varían de un 10 a un 35%; los valores mayores se usan, generalmente, en reproductores en producción y en dietas iniciales.

Con relación al afrechillo de trigo, aunque tiene una buena energía metabolizable para los avestruces, sus niveles de inclusión son relativamente bajos (5 a 15%), ya que no se requieren altos aportes energéticos; sin embargo, si presenta buenos precios puede sustituir parte de la soya y del maíz.

Finalmente, es necesario recordar que la composición física de una dieta (% de ingredientes que la componen) va a variar fundamentalmente de acuerdo al precio de los ingredientes.

Faenamiento

El faenamiento es el proceso mediante el cual se sacrifica al animal para lograr un fin comercial determinado (carne, cuero, otros).

Actualmente, el faenamiento de avestruces se encuentra bien desarrollado en Sudáfrica, Israel, Australia, Zimbabwe, Estados Unidos y Canadá, entre otros países, y, aunque existen diferencias o variaciones entre las reglamentaciones y métodos utilizados, esto aún no los limita en la posibilidad de exportar sus productos.

Por el contrario, en Chile no existen mataderos para avestruces, ni una reglamentación específica para su faenamiento. La normativa actual que se refiere a la construcción de mataderos alude a vacunos, equinos, cerdos, lanares y aves. Sin embargo, aunque las ratites son aves no pueden ser faenadas en mataderos para ese tipo de animales debido a su peso, tamaño y requerimientos de manejo. Así, la única posibilidad es el uso de líneas de faena de vacunos o cerdos o en mataderos construidos específicamente para ellas.

El faenamiento en Chile actualmente se realiza al amparo de normativas que se pueden considerar desde dos puntos de vista, en cuanto al respaldo: legal y operacional. Ambos aspectos consideran todos los artículos del Reglamento Sanitario de los Alimentos* y, aunque pueden ser la base para permitir el faenamiento de avestruces en mataderos que no son para aves, es un tema que aún no tiene una solución acabada y que se está transformando en un problema, debido al incremento de animales a procesar.

* Decreto Supremo N° 977 de 1996 y modificaciones posteriores.

6.1. SELECCIÓN DE AVESTRUCEZ PARA FAENA

La selección de los animales debe realizarse de acuerdo a parámetros externos preestablecidos, como edad y peso vivo; también se faenan aquellas aves que por situaciones circunstanciales, como accidentes o descarte de reproductores, no pueden seguir en el plantel.

Respecto del parámetro peso vivo, se fija generalmente entre los 100 y 115 kg al momento de la faena, peso que alcanzan cerca de los 10 a 12 meses de edad cuando se les ha proporcionado una dieta adecuada a los requerimientos nutritivos. Estos pesos se consideran óptimos tanto para el rendimiento de la canal, como para la maduración de la piel después de la primera muda, lo que favorece la obtención y calidad de los dos principales productos de esta especie: carne y cuero. Sin embargo, en países como Israel se faenan con 80 a 90 kg de peso vivo, alrededor de los 10 meses de edad.

La selección por peso vivo de los animales requiere del uso de una romana en el predio que permita controlar dicho parámetro y evitar errores de apreciación, como probablemente ocurriría, en el caso de recurrir a la estimación visual (foto 46; p. 178).

Durante la selección se deben inspeccionar algunos signos que indican un buen estado de salud del avestruz, entre otros:

- actitud de alerta, con los ojos brillantes y el cuello erguido
- caminar elástico y a veces un poco agresivos
- picoteo de objetos brillantes si los hay
- orina y fecas de color claro
- plumaje esponjoso y de apariencia redondeada
- plumaje completamente libre de parásitos (liendres o piojos)

Una vez seleccionados los ejemplares, se separan del resto del plantel y se mantienen en ayuno de sólidos por 24 horas.

6.2. ETAPAS DEL PROCESO DE FAENA

Durante las primeras etapas de este proceso es fundamental mantener minimizado el estrés de los animales, los que son muy excitables por naturaleza, de lo contrario, la carne tomará un color oscuro, subirá su pH y adquirirá un sabor desagradable.

6.2.1. Transporte

El transporte es una etapa crucial en el proceso previo al faenamiento, ya que de él depende no sólo la pérdida económica de animales por muerte (aplastamiento, quebradura de patas o peleas), sino también, puede verse afectada la calidad final de la canal y por ende, de la carne y cuero.

Una de las características de la carne de avestruz es el valor relativamente alto del pH antes del sacrificio (7,2) que disminuye después de la muerte debido a la formación de ácido láctico. Si el transporte o el faenamiento se realizan con métodos inadecuados, este parámetro se altera y la carne adquiere un color poco atrayente, un sabor extraño e, incluso, puede llegar a presentar olores desagradables.

Dado que las aves requieren ser transportadas al lugar de faena, es necesario contar con las instalaciones adecuadas para su conducción y carga (figura 15, foto 45; p. 178). Gran parte del estrés sufrido durante el transporte se origina en las operaciones de carga y descarga, ya que suelen ser las más angustiosas para el animal y las más bruscas del manejo en general. Para evitar este problema, la captura debe estar programada con anterioridad y debe ser realizada cuidadosamente, lo que permite evitar el deterioro físico y anímico del animal.

Además, es necesario evitar las superficies inclinadas y los pisos resbaladizos o inestables y se requiere contar con barreras de 2 metros de altura a ambos lados de la línea. Estas consideraciones se aplican al predio y al matadero.

Si se requiere trasladar un número grande de animales, deberá hacerse en grupos pequeños de unas 6 aves.

De acuerdo a la época del año, es muy importante la hora del día en que se realice el transporte; durante el verano hay que considerar las altas temperaturas que pueden alcanzarse al interior del camión. Se recomienda evitar las horas centrales del día y realizar los trayectos cortos de madrugada y los largos durante la noche.

Según la bibliografía existente, el avestruz no se adapta al clásico transporte de ganado que considera muchos animales en un mismo compartimiento, aunque la experiencia sudafricana demuestre lo contrario. También existe la posibilidad de utilizar cajas individuales de, al menos, dos metros de altura (figura 15; p. 178).

6.2.2. Terapia de electrolitos

Como se señaló anteriormente, tanto el transporte como el ayuno previo estresa a los animales, lo que puede producir pérdidas de peso importantes, además de afectar la calidad de la carne. Por estas razones Brereton *et al.* (1995) realizaron un estudio para probar el efecto, sobre el estrés, de una terapia de electrolitos que suministraron de dos formas distintas: en forma sólida antes del transporte al sitio de faenamiento y en forma líquida después del transporte.

De los resultados obtenidos cabe destacar lo siguiente:

- Las aves perdieron entre un 10 y 17% del peso vivo, tanto durante el transporte al matadero como en las 24 horas previas al faenamiento.
- No hubo diferencias significativas entre las aves sin tratamiento y aquellas que recibieron el tratamiento después del transporte
- La pérdida de peso fue significativamente menor en las aves tratadas antes del transporte.

Además, en el estudio se determinó la composición de la canal, la cantidad de piel, la relación hueso-grasa-carne magra y el nivel de proteína. Se determinó que la canal de los animales que recibieron tratamiento antes del transporte, mostró un mayor rendimiento en carne magra y presentó niveles significativamente menores de grasa subcutánea, grasa de la cavidad corporal y grasa total disectable. Estos resultados se interpretan en el sentido de que los animales podrían haber movilizado sus reservas grasas durante el período de estrés *pre mortem*.

Aunque en las aves tratadas antes del transporte se observó una tendencia a un pH menor que en el grupo control, los resultados no fueron significativamente diferentes.

En resumen, los resultados del estudio indican que el tratamiento con electrolitos antes del transporte provocaría menores pérdidas de peso vivo y de canal en los avestruces, junto con aumentar su rendimiento en carne magra.

6.2.3. Llegada al matadero

La llegada al matadero debe ser, como mínimo, 24 horas antes del faenamiento para lo cual se requieren corrales adecuados. El objetivo de este tiempo de espera deriva de la normativa europea de "humanización" del faenamiento. Durante este período de descanso, el animal recupera las reservas musculares de glucógeno o, al menos, no alcanza un consumo excesivo de ellas, de lo contrario esto se traduciría en una elevación del pH, la consiguiente colonización microbiana prematura y la disminución del tiempo de caducidad de la carne envasada.

A fin de minimizar el estrés, los animales deben ser conducidos cuidadosamente, siempre con tranquilidad, sin manejos bruscos y sin separarlos unos de otros.

Durante las 24 horas de estadía en el corral, los animales deben ser controlados y deben tener acceso permanente a agua de bebida.

6.2.4. Insensibilización

Este procedimiento tiene por objetivo producir una pérdida inmediata de conciencia en el animal para que no sienta dolor y pueda ser desangrado eficientemente. Cuando el aturdimiento es efectivo, el cerebro produce reflejos involuntarios que provocan convulsiones de intensidad variable, las que dificultan y hacen más riesgoso el proceso de levantar, colgar y desangrar al animal.

Considerando que inmediatamente después de la insensibilización el animal cae y patea, es necesario contar con un espacio adecuado que facilite la labor del insensibilizador y lo proteja, que permita una caída libre del animal sin elementos que puedan causar daño físico en su cuerpo y que sea lo suficientemente resistente a los golpes provocados por las convulsiones del avestruz.

Es necesario conocer los signos de una insensibilización efectiva a fin de evitar el sufrimiento innecesario del animal y proteger a las personas que lo van a manejar antes o durante el desangrado; si el avestruz no está totalmente insensibilizado, puede continuar pateando, con el consiguiente deterioro de las cualidades de la carne.

Después de presentar una corta fase inicial de convulsiones, el avestruz entra en la fase tónica, que consiste en ponerse rígido, flectar las patas por debajo de cuerpo y arquear el cuello sobre su cuerpo antes de caer. Luego comienza la fase clónica, donde las patadas y convulsiones son de intensidad variable. Si el ave fue insensibilizada efectivamente, no mostrará signos de respiración rítmica, lo contrario indicaría que éste puede recobrase del aturdimiento

La insensibilización puede ser mecánica o eléctrica; en ambos casos es necesario encapuchar al animal en el corral para evitar un mayor estrés.

Insensibilización mecánica: consiste en golpear la parte superior del cráneo a la altura de los ojos, en forma precisa, mediante una pistola de bala cautiva; la persona encargada debe estar capacitada con el sistema.

Existe evidencia que muestra que algunos avestruces insensibilizados con este método no presentan la fase tónica, aunque sí un largo período, de más de 4 minutos, de convulsiones severas (Proyecto FIA C97-3-P-002. 1997).

Insensibilización eléctrica: se usan tenazas eléctricas que funcionan con una corriente de 80 voltios y 1,0 Amper. Para su aplicación, las puntas de la tenaza deben cubrir el cerebro y se localizan ya sea lateralmente, cerca de los ojos, o en forma vertical, arriba y abajo de la cabeza del ave. La persona que esté aplicando la corriente debe pararse detrás del animal para evitar ser golpeada en caso de que el avestruz patee (el animal flecta las patas hacia adelante), por ello es más fácil utilizar las tenazas a los lados de la cabeza.

Aunque existe escasa evidencia científica con respecto a la duración necesaria de la aplicación de la electricidad, se ha observado que para lograr una insensibilización efectiva bastan dos aplicaciones separadas por un intervalo de 5 segundos: la primera de 15 segundos y la segunda de 35 o, alternativamente,

una aplicación de 50 a 60 segundos en total. Ambas logran una adecuada pérdida de conciencia con escasas convulsiones, lo que favorece un desangrado rápido (Proyecto FIA C97-3-P-002. 1997).

Los electrodos deben ser diseñados y utilizados de tal forma, que se logre el mayor contacto posible con la cabeza del animal; además, deben ser limpiados constantemente para que el flujo de corriente sea siempre óptimo, lo que se puede favorecer también usando esponjas salinas o con agua pura en las puntas insensibilizadoras, para ayudar a aumentar el contacto con la cabeza del avestruz.

6.2.5. Constricción de las patas

Después de la insensibilización y de la inmediata fase tónica, continúa la fase clónica de patadas y movimientos bruscos con el inconveniente de la demora de las maniobras para colgar el animal y desangrarlo. Para evitar este problema, algunos autores recomiendan el uso de un dispositivo que constriña las patas del ave durante la insensibilización, lo que facilitaría el movimiento posterior para colgarla y desangrarla y acortaría, además, el tiempo necesario para estas maniobras. Se puede usar, por ejemplo, una barra montada sobre un pivote, que permita afirmar las patas mientras se está aplicando la corriente. Lo importante a considerar entre los distintos métodos para afirmar las patas, es que sea de rápida aplicación y que no retrase las etapas de colgado y desangrado.

Se ha observado que la fase clónica se reduce notablemente (uno a dos minutos) con una insensibilización adecuada, de duración óptima como la señalada anteriormente.

6.2.6. Desangrado

Inmediatamente después de la insensibilización, el animal debe ser colgado; se puede esposar por los dedos grandes, ojalá de las dos patas.

Para lograr el sangrado óptimo, una vez colgado el animal debe realizarse lo más rápido posible una punción directa al corazón y un corte en la parte superior del

cuello que seccione, al menos, una de las arterias carótidas o los vasos donde éstas nacen. El avestruz presenta una disposición asimétrica de los vasos sanguíneos en el cuello, por lo que el desangrado debe realizarse mediante un corte ventral completo del cuello inmediatamente por debajo de la cabeza; este corte debe seccionar preferentemente ambas arterias carótidas y venas yugulares. El tiempo que demora el sangrado es de alrededor de 10 minutos y no debe realizarse ningún tipo de maniobra o manejo hasta que este proceso haya terminado completamente.

6.2.7. Desplume

Una vez terminado el desangrado del animal, se conserva la misma posición y se extraen todas las plumas del cuerpo; este procedimiento se realiza en forma completamente manual, para evitar cualquier tipo de daño en los folículos de la piel. Cada pluma se tracciona y se deposita en un contenedor preparado para este fin.

A partir de un animal de 100 kilos de peso vivo se obtiene, en promedio, cerca de un kilo de plumas. La duración de esta etapa varía considerablemente dependiendo del número de personas involucradas, aunque, en general, tarda entre 3 y 5 minutos si el personal está familiarizado con el sistema (Proyecto FIA C97-3-P-002. 1997).

Cabe señalar, que las plumas de avestruces pueden obtenerse, también, manualmente *in vivo*, mediante un proceso que no provoca dolor al animal y en un momento cuando éste exhibe su mejor plumaje; ello permite obtener plumas más limpias y sin daños para su utilización comercial.

6.2.8. Descuerado o desollado

Esta es la etapa más lenta del proceso y de ella se obtiene el cuero. Como la piel es uno de los objetivos económicos importantes dentro de la industria del avestruz, esta etapa requiere una gran dedicación ya que del resultado de ella depende, en gran medida, el precio que se recibirá por dicho producto.

Para llevar a cabo este proceso se puede usar el método manual (más utilizado) o el mecánico; ambos presentan ventajas y desventajas. En el primer caso, la gran desventaja es el alto costo en mano de obra y para el procedimiento mecánico, que usa tirapieles, lo es la mayor posibilidad de roturas o micro-roturas que, finalmente, pueden disminuir el precio de la piel.

Por otra parte, las ventajas están relacionadas con el tiempo que se emplea en el proceso, el cual es menor con el método mecanizado, lo que lo hace más barato. En ambos sistemas es aconsejable insuflar aire a la altura de los pies, para permitir una buena separación del cuero. Este proceso es previo a los demás pasos del desollado.

Las etapas a seguir en una extracción manual del cuero son las siguientes:

- Insuflar aire con una aguja a nivel de la parte inferior de las patas para facilitar el desprendimiento del cuero.
- Cortar el cuero por dentro de una pierna y subir con el corte a través del pecho hasta la otra pierna.
- Cortar alrededor de la parte más angosta de la pierna hasta el primer corte realizado.
- Luego cortar el cuero a lo largo del pecho desde el cuello hasta la cloaca.
- Cortar alrededor de la cloaca.
- Cortar alrededor de la base del cuello.
- Comenzar a descuerar desde la cloaca tirando el cuero hacia la cabeza. En este paso es importante no usar el cuchillo excesivamente y aflojar el cuero con el puño de la mano.
- Al llegar a las alas, hacer un corte alrededor de ellas, pasar el cuero sobre el ala y seguir descuerando el resto.
- Descuerar también las dos patas hasta la base de los dedos; el corte a lo largo de la pata se hace por la cara interna.
- Tratar de descuerar también el cuello.

Una vez extraída la piel se conserva en frío para, posteriormente, desgrasarla y salarla. Durante el salado el cuero debe dejarse limpio, sin restos de carne o de grasa y cubierto con bastante sal.

6.2.9. Eviscerado

La extracción de las vísceras se realiza cortando el pecho en "V" y se dejan separadas las menudencias de los despojos e intestinos. De acuerdo al Reglamento Sanitario de los Alimentos,* las menudencias corresponden al: hígado sin vesícula biliar; estómago muscular o molleja sin contenido ni mucosa; corazón y riñones (en algunos países se incluyen también los pulmones, no así en Chile). Los despojos corresponden a la cabeza y patas.

Cuando se termina la evisceración se lavan las canales con agua fría (18 °C, aproximadamente) y, según los procedimientos de cada matadero, se divide la canal en dos o se deja completa. Ésta se lleva a una cámara de frío (0 °C) por 24 horas para luego despostarlas.

6.2.10. Desposte* *

Con este proceso se obtiene la carne desde la canal (fotos 21 a 24). Desde la pierna y la cadera se obtiene alrededor de 30 kilos de carne, cantidad que depende tanto del tamaño y peso del animal, como de la normativa que se utilice para el desposte, la que también produce una variación en el nombre de los cortes.



Fotos 21 a 24. Diferentes etapas del desposte

* Decreto Supremo N° 977 de 1996 y modificaciones posteriores.

** La información contenida en esta sección, incluida la de las tablas, fue obtenida en el desarrollo del Proyecto FIA C97-3-P-002 (1997).

El cuadro 17 muestra la relación del peso de la canal y la cantidad de kilos de carne, huesos y grasa obtenidos en cinco animales.

CUADRO 17
Rendimiento al desposte

Rendimiento (kg)	Animales					Promedio
	1	2	3	4	5	
Peso vivo	100	105	115	115	110	109
Canal fría	55	59	64	59	59	59
Huesos	15	16	17	15	17	16
Grasa y recortes	10	13	12	13	9	11
Carne	29	30	34	33	31	31

Los cortes del avestruz se dividen en dos categorías: cortes blandos y cortes muy blandos (foto 25). Además se producen recortes de piernas y costillas que a veces se conocen como "goulash".



Foto 25. Cortes muy blandos

El cuadro 18 muestra los datos señalados en el cuadro anterior, estandarizados en relación al peso vivo del animal, información que se considera más significativa y útil.

CUADRO 18
Rendimiento de canal en porcentaje del peso vivo

Rendimiento	Animales					Promedio
	1	2	3	4	5	
Peso vivo (kg)	100	105	115	115	110	109
Canal fría (%PV)	55	56	56	51	54	54
Huesos (%PV)	15	15	15	13	15	15
Grasa y recortes (%PV)	10	12	10	11	8	10
Carne (%PV)	29	28	29	29	28	29

En el cuadro 19 se señalan los distintos cortes que define la normativa canadiense y los respectivos pesos encontrados en cinco animales.

CUADRO 19
Cortes según normativa canadiense

Tipos de corte (kg)	Animales					Promedio
	1	2	3	4	5	
Muy Blandos						
Fan	1,8	2,0	2,2	1,9	1,9	2,0
Back Tender	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,8
Outside Strip	0,7	0,8	0,8	0,9	0,7	0,8
Inside Strip	0,5	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6
Oyster	0,7	0,6	0,9	0,8	0,8	0,7
Top Strip	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6
Pearl	0,4	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3
Nuevos 1 y 2	0,9	1,0	1,1	1,0	0,9	1,0
Total cortes Muy Blandos	6,0	6,2	7,3	7,2	6,8	6,7
Blandos						
Tip	2,2	2,1	2,5	2,3	2,2	2,3
Outside Thigh	1,7	1,6	1,9	1,7	1,7	1,7
Outside Leg	1,2	1,2	1,5	1,5	1,4	1,4
Inside Leg	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4
Sobrecostilla	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Total cortes Blandos	6,6	6,7	7,8	7,3	7,1	7,1
Recorte Pierna						
Carne media canal	14	15	17	16	16	16
Carne por animal	29	30	34	33	31	31

Del análisis del cuadro 19 se deduce que, del total de carne producida, el 42,8% corresponde a cortes muy blandos, el 45,4% a cortes blandos y el 11,8% restante a recorte de piernas o goulash.

Como se señaló anteriormente, existen diversas normativas que regulan o establecen los procesos de desposte, las que varían según el país de procedencia. Una desventaja de esta situación, es que además de dificultarse el reconocimiento

to de un mismo corte a nivel internacional, debido a la distinta nomenclatura, se producen diferencias en cuanto a la cantidad de carne útil por canal.

Para cuantificar dicha diferencia, una de las actividades del proyecto correspondió al pesaje de los distintos cortes de carne obtenidos en 10 avestruces despostados de acuerdo a distintas normativas. Se realizaron comparaciones entre los resultados de dos procedimientos de desposte: uno basado en la normativa canadiense (aplicado en el matadero Lo Valledor, Santiago; cuadro 20) y otro basado en la normativa norteamericana (aplicado en el matadero COMAFRI, Rancagua; cuadro 21).

CUADRO 20
Rendimiento según la normativa canadiense
MATADERO LO VALLEDOR, SANTIAGO

Rendimiento	Animales				
	1	2	3	4	5
Peso vivo pre faena (kg)	100	105	115	115	110
Peso canal fría (kg)	55,4	59,1	63,9	–	59,4
Carne obtenida (kg)	28,6	29,6	33,8	32,9	31,4
Canal fría (% PV)	55,4	56,3	55,5	–	54
Carne (% PV)	28,6	28,2	29,3	28,6	28,4
Carne (% canal fría)	51,5	50,1	52,9	–	52,6

CUADRO 21
Rendimiento según la normativa norteamericana
MATADERO COMAFRI, RANCAGUA

Rendimiento	Animales					
	1	2	3	4	5	6
Peso vivo pre faena (kg)	100	100	110	88	86	87
Peso canal fría (kg)	58,7	57,3	67,6	53,9	54,7	50,9
Carne obtenida (kg)	25,9	25,4	27,3	24,4	25,6	23,7
Canal fría (% PV)	58,7	57,3	61,5	61,3	63,6	58,5
Carne (% PV)	25,9	25,4	24,9	27,8	29,8	27,3
Carne (% canal fría)	44,1	44,3	40,4	45,3	46,9	46,6

En los cuadros 20 y 21 se observa que se presentaron diferencias en el rendimiento según las normativas utilizadas: se obtuvo un 28,6% del peso vivo en carne en el Matadero Lo Valledor y un 26,8% en COMAFRI. Ello implica que la normativa canadiense permite obtener un 1,8% más de rendimiento del animal. Cabe señalar que un corte importante de la categoría Muy Blando es el Pearl, que no es considerado como corte útil en la normativa americana.

Para evitar confusiones en cuanto a los cortes de carne de avestruz y permitir transacciones de estos productos entre países, Adams *et al.*(2001) propusieron una nomenclatura para los distintos músculos de la canal de avestruz. Ésta usa códigos numéricos, sin letras, por las diferencias alfabéticas entre los países (cuadro 22).

CUADRO 22
Músculos de la canal de avestruz y sus respectivos códigos

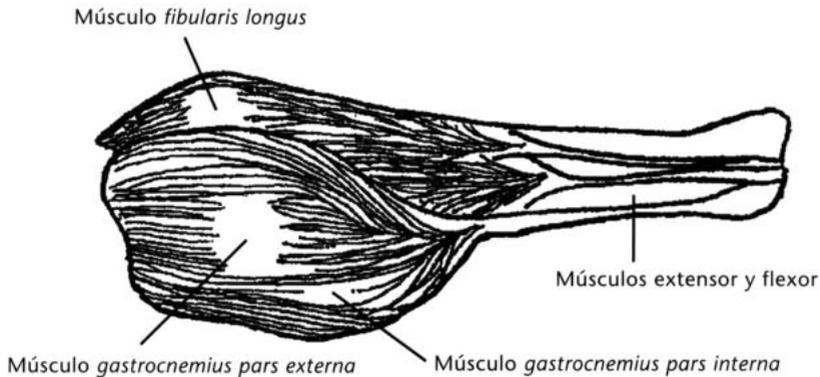
Músculo	Código
<i>Gastrocnemius pars interna</i>	1011
<i>Gastrocnemius pars externa</i>	1012
<i>Fibularis longus</i>	1013
<i>Gastrocnemius pars media</i>	1014
<i>Iliotibialis lateralis</i>	1035
<i>Flexor cruris lateralis</i>	1036
<i>Flexor cruris medialis</i>	1037

Fuente: Adams *et al.*(2001).

Aunque este sistema evita las confusiones, se requiere identificar el o los músculos que contiene el corte. Para ello, los autores incluyen en su publicación detallados dibujos realizados a mano que, mediante achurados, van indicando la ubicación y forma de cada músculo, de modo que al despostar se pueda seguir el orden lógico e identificarlos sin lugar a dudas (figura 9).

FIGURA 9

Guía para la identificación de músculos de avestruces



Fuente: Adams *et al.*(2001). Dibujo de Cara Jurgonski.

Una vez terminado el desposte, al tener todos los cortes individualizados, se procede a envasarlos, sellarlos al vacío y comercializarlos.

6.3. CLASIFICACIÓN DE LA CANAL

Según la reglamentación canadiense la canal se clasifica en 5 grados, dependiendo de su calidad.

1. Grado Premium (PRIME): animales de menos de 16 meses de edad, más las siguientes características:

- grasa visceral blanca
- músculos de color rojo parejo
- textura y tamaño del corazón normales
- hígado medianamente café claro sin abscesos ni ulceraciones
- sin síntomas de enfermedades
- sin edemas ni sustancias gelatinosas en el corazón, muslo o esternón

2. Grado Elección (CHOICE): animales entre 16 y 24 meses de edad, más las características señaladas en el Grado Premium.

3. Grado Selección (SELECT): animales de 25 meses de edad y mayores, más las características señaladas en el Grado Premium.

4. Grado Utilitario (UTILITY): la canal exhibe una o más de las siguientes características indeseables:

- grasa visceral amarillenta
- músculos con coloración múltiple (desde rosado a rojo oscuro)
- áreas blancas en algunos músculos
- corazón pequeño o con textura esponjosa
- hígado amarillo, verde o negro
- abscesos o ulceraciones hepáticas
- edemas o sustancias gelatinosas en el corazón, muslo o esternón

5. Grado no Comestible: la canal exhibe una o más de las siguientes características indeseables:

- cualquier síntoma de enfermedad
- músculos o canales con abscesos
- hígado granuloso
- músculos con gránulos claros u oscuros

De acuerdo a los grados de clasificación, las canales entregan distintas cantidades de cortes blandos y muy blandos que presentan distintos usos, es decir, desde cortes finos para consumo (primer grado) hasta no aptos para el consumo humano (grado 5).

Para la carne de avestruz no se considera importante un período de maduración, aunque es necesario un enfriamiento de las canales a 0 °C por 24 horas, antes de realizar el desposte.

6.4. ENSAYOS PROYECTO FIA C97-3-P-002 (1997)

6.4.1. Tiempos requeridos para el faenamiento

Uno de los ensayos realizados en el proyecto tuvo por objetivo conocer el tiempo que demoraba cumplir las diversas etapas del faenamiento en dos mataderos. Para ello se realizaron observaciones en el Matadero Lo Valledor, de Santiago, y COMAFRI, de Rancagua, los que contaban con infraestructura muy distinta entre sí. Como se verá a continuación, esta característica fue determinante en la duración del faenamiento de cada animal y, en mayor grado, en la duración del faenamiento total, es decir en el número de animales faenados por unidad de tiempo.

El cuadro 23 muestra la información recopilada en julio de 2001 en el Matadero Lo Valledor. En ese momento no se contaba con una línea de faena y se utilizó un matadero de emergencia que tenía capacidad para uno o dos animales a la vez.

CUADRO 23
Tiempos empleados en el faenamiento de seis avestruces
Matadero Lo Valledor, Santiago. 2001

Duración etapas	Animales						Promedio
	1	2	3	4	5	6	
Insensibilización (seg)	10	11	9	10	12	9	10,2
Desde insens. a degollado (min)	4	4	7	3	5	3	4,4
Desplume (min)	4	5	3	3	5	3	3,8
Descuerado (min)	16	18	29	26	32	37	26,3
Total faena (min)*	44	50	57	57	58	61	54,5

* El tiempo total incluye los tiempos muertos.

De la observación de los procedimientos de faena, destaca lo siguiente:

- El tiempo total de faena incluye los tiempos muertos (lapso de tiempo entre procesos).
- La insensibilización se realizó con pistola, a ello se debe el corto tiempo requerido.
- Después de terminar de faenar el último animal se realizó el lavado de las

canales que tardó 3 minutos.

- La faena comenzó a las 14:45 y terminó a las 17:05, debido al traslape entre la faena de un animal y otro.
- El tiempo de faena promedio por animal fue de 54,5 minutos, pero en línea el promedio fue de 23, 3 minutos.

Por otra parte, en el matadero COMAFRI de Rancagua, en enero de 2002 se registró la misma información señalada en el cuadro 23. En ese establecimiento se utilizó la línea para cerdos, la cual mostró adaptarse muy bien a la faena de avestruces (cuadro 24).

CUADRO 24
Tiempos empleados en el faenamiento de ocho avestruces
Matadero Comafri, Rancagua. 2002

Duración etapas	Animales								Pro- medio
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Insensibilización (seg)	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Desde insens. a degollado (seg)	30	10	20	8	20	20	30	40	22,3
Desplume (min)	12	5	11	6	10	12	12	11	9,9
Descuerado (min)	19	12	17	17	13	14	15	15	15,3
Total faena (min)*	45	31	41	36	35	40	39	38	38,1

* El tiempo total incluye los tiempos muertos.

De la observación de los procedimientos de faena, destaca lo siguiente:

- El tiempo total de faena incluye los tiempos muertos (lapso de tiempo entre procesos).
- La insensibilización se realizó con electricidad, a ello se debe la mayor duración de esta etapa, respecto del otro caso.
- Después de terminar de faenar el último animal se realizó el lavado de las canales que tardó 5 minutos.
- La faena comenzó a las 9:29 y terminó a las 10:47; debido al traslape entre la faena de un animal y otro.
- El tiempo de faena promedio por animal fue de 38,1 minutos, pero en línea el promedio fue de 9,7 minutos.

La comparación de estos dos procesos de faena, realizados en mataderos distintos, muestra la importancia de contar con la infraestructura adecuada. Otras conclusiones obtenidas a partir de estos estudios son:

- Se recomienda traccionar manualmente el cuero del avestruz mientras está colgado (en vez de descuerar con el cuchillo), ya que el tiempo utilizado es mucho menor y se obtiene una piel con menos daños o cortes. Un problema derivado de la tracción manual surge cuando el animal está muy engrasado, ya que la grasa queda pegada al cuero, lo que dificulta el proceso de salado y curtido posterior.
- Para la insensibilización de los avestruces es más adecuado el uso de tenazas eléctricas (en vez de pistola de bala cautiva), con una duración del estímulo eléctrico de 55 segundos; ello evita casi completamente la fase de patadas que demora el colgado y degollado del animal. En el matadero de COMAFRI se utilizó dicho método y el tiempo desde insensibilización a degollado bajó a 22 segundos en promedio (de más de 4 minutos en el otro caso).
- Si los avestruces se manejan cuidadosamente y la persona encargada de la insensibilización tiene experiencia, puede no ser necesario el encapuchamiento de los animales.
- La duración del desplume depende, en gran medida, del número de personas que lo realicen. Se observó que con 4 personas el tiempo de desplumado fue menor que con un mayor número.

6.4.2. Respuesta a dieta baja en calorías

Otro ensayo realizado en el proyecto consistió en analizar la respuesta de los avestruces a una dieta de desengrase baja en calorías, suministrada durante el mes previo al faenamiento. Ello se evaluó mediante una inspección visual que asignó grados de engrasamiento a las canales.

El cuadro 25 muestra el grado de engrasamiento en el grupo control: avestruces que se alimentaron con la dieta normal de finalización hasta el día de transporte al matadero; es decir, no recibieron dieta de desengrase.

CUADRO 25
Influencia de la ingesta en el engrasamiento
(dieta normal de finalización)

Sexo	Peso Vivo (kg)	Grasa (inspección visual)	Grado
Macho	80	Medio	2
Macho	96	Medio	2
Hembra	99	Bajo	1
Macho	99	Muy Alto	4
Macho	101	Alto	3
Macho	104	Alto	3
No identificado	107	Muy Alto	4

Debido al bajo número de animales muestreados, no se observa una relación clara entre peso vivo y grado de engrasamiento.

En el cuadro 26 se observan los resultados obtenidos para los animales que consumieron dieta de desengrase durante el último mes.

CUADRO 26
Influencia de la ingesta en el engrasamiento
(dieta de desengrase)

Sexo	Peso Vivo (kg)	Grasa (inspección visual)	Grado
Macho	70	Muy Bajo	0
Macho	100	Bajo	1
Macho	100	Bajo	1
Macho	104	Medio	2
Macho	106	Alto	3
Macho	110	Alto	3
Hembra	118	Muy Alto	4
Hembra	128	Muy Alto	4

Se observa que al sobrepasar los 100 kilos de peso vivo ocurre un engrasamiento, el que aumenta a Muy Alto desde un poco más de los 110 kilos.

A partir de este segundo ensayo se concluye lo siguiente:

- En relación al grado de engrasamiento de los avestruces, es más relevante el peso al cual se faenan, que la alimentación que reciban; se recomienda como peso óptimo para el faenamiento, 90 kilos de peso vivo.
- Dejar que los animales engorden más, o sobrepasen los 90 kilos es antieconómico, ya que se pierden recursos como tiempo y alimento en animales que aumentarán mucho en grasa y casi nada en carne.

Respecto de este último punto, el cuadro 27 muestra el rendimiento de dos animales de diferentes pesos de faenamiento.

CUADRO 27
Resultados del engrasamiento
a diferentes pesos de faenamiento

Rendimiento (kg)	Animales	
	1	2
Peso vivo	110	88
Peso canal caliente	70	55
Peso depósitos grasos	7,4	5,4
Carne obtenida	27	25

Los valores del peso de depósitos grasos incluyen sólo la grasa depositada en el abdomen del animal, que es la que finalmente hace disminuir el rendimiento en carne; no se considera el resto de grasa periférica acumulada en la canal.

Cabe señalar que, si se utiliza en forma prolongada la dieta de desengrase que es baja en calorías, es posible reducir los costos de alimentación, ya que esta es una dieta más económica.

Productos

La industria del avestruz se ha desarrollado a nivel mundial en tres etapas bastante distintas entre sí. La primera de ellas corresponde al período entre fines del siglo XVIII y mediados del XX y consistió en la producción de plumas, principalmente por Sudáfrica. La segunda etapa se desarrolló entre 1950 y la década de los '80, y participaron otros países con altas producciones como Portugal, Francia, Australia, Israel, España, Estados Unidos y Canadá, que agregaron a la producción de plumas el aprovechamiento del cuero, con una mayor importancia. Por último, a mediados de la década de los ochenta comenzó la tercera etapa, en Sudáfrica principalmente, cuyo centro en la producción lo ocupa la carne.

Actualmente, la producción de avestruces se está iniciando en muchos otros países incluido Chile. El mercado del avestruz aprovecha prácticamente todo el animal y los productos más importantes son la carne, el cuero, las plumas, los huevos y el aceite.

7.1. CARNE

La carne de avestruz es de color rojo y se asemeja a la del vacuno en aspecto, consistencia, textura y sabor, aunque es un poco más oscura. La gran diferencia es que contiene bajos niveles de grasa, calorías y colesterol, por lo tanto es considerada una carne "light" con alto valor proteico.

El colesterol es un esteroide, que sólo está presente en tejidos animales (carnes, yema de huevo). En ellos puede estar en forma libre o esterificado. Es un componente esencial en la membrana celular y es precursor de esteroides como las hormonas sexuales y las hormonas de la corteza suprarrenal. También participa en la formación de la bilis en el hígado y en el metabolismo de la vitamina D.

Existe una estrecha relación entre los niveles de colesterol en el suero sanguíneo y el contenido de colesterol consumido en la dieta. Del total del colesterol sérico, sólo un 30% corresponde al proveniente de la dieta, el 70% restante es producido por el organismo. Se dice que existe una hipercolesterolemia cuando el nivel de dicho compuesto en el suero es igual o superior a los 240 mg por 100 cc.

Una de las características de la carne de avestruz más apreciada por los consumidores es la ternura o blandura, lo que hace que este producto sea comparable sólo a los mejores filetes de carne bovina. Otra característica importante y distintiva es su sabor ligeramente dulce, dado por la cantidad de glucógeno que presenta.

Por otra parte, los bajos niveles de grasa, respecto a las carnes de otras especies domésticas, se deben a que la cantidad de grasa intramuscular es muy reducida: 0,48% a 1,2%, dependiendo del tipo de músculo (corte), edad y alimentación. La grasa en estos animales se acumula tanto en la parte interna del animal, como en depósitos de grasa de cobertura.

Cuando el animal está vivo el pH de la carne es cercano a 7,2, pero al morir hay una descomposición del glucógeno a ácido láctico, disminuyéndolo a un 5,5, en condiciones normales a buenas.

Una porción de 100 gramos de carne cocida de avestruz aporta más de la mitad de las proteínas requeridas por una persona al día, con un porcentaje muy bajo de colesterol y grasas. Además, cubre completamente los requerimientos de vitamina B₁₂.

Al estudiar las características de la carne se considera un promedio de los músculos más importantes, debido a las diferencias inherentes a uno y otro. También se producen pequeñas variaciones con la edad, el peso de faena y la alimentación suministrada a los animales. El cuadro 28 muestra la composición de la carne de avestruz en comparación a la de otras especies de aves y mamíferos.

CUADRO 28

Composición comparativa entre carnes de distintas especies

Carne cocida (100 gr)	Proteínas (%)	Calorías (Kcal)	Grasas (gr)	Fe (mg)	Colesterol (mg)
Avestruz*	26,9	142	3,0	3,2	83
Pollo (entero sin cuero)	28,9	190	7,4	1,2	89
Pavo (entero sin cuero)	29,3	170	5,0	1,8	76
Vacuno (varios cortes)	29,9	211	9,3	3,0	86
Cerdo (varios cortes)	29,3	212	9,7	1,1	86
Ternera (varios cortes)	31,9	196	6,6	1,2	118
Pato (sólo carne)	23,5	201	11,2	2,7	89
Ciervo (sólo carne)	30,2	158	3,2	4,5	112

* Promedio de los 10 músculos principales.

Fuente: USDA (2002).

Una de las características importantes de la carne de avestruz es su alto contenido de ácidos grasos esenciales; éstos no pueden ser sintetizados por el organismo, deben ser ingeridos en los alimentos y son imprescindibles para el correcto funcionamiento del sistema nervioso central. Por ejemplo, una deficiencia puede provocar diversas enfermedades como la esclerosis múltiple. En el cuadro 29 se indica la composición de dichos ácidos grasos en la grasa de la canal y del huevo.

Cabe señalar que, aunque existen cientos de ácidos grasos, los más importantes se reducen a menos de una docena.

CUADRO 29
**Perfil de ácidos grasos en la grasa de la canal
 y en el huevo de avestruz**

Ácido graso		Grasa canal (%)		Grasa huevo (%)	
Tipo de enlace C-C ⁺	Nombre	Interna	Periférica	Yema pequeña	Yema grande
C14:0	Mirístico	1,2	1,1	0,5	0,6
C16:0	Palmítico	27,9	26,9	29,4	31,0
C17:0	Heptadecenoico	0,5	–	–	–
C18:0	Esteárico	6,6	6,3	6,1	6,7
C20:0	Eicosanoico	0,7	0,6	1,0	0,7
C16:1	Palmitoleico	7,7	9,6	8,3	8,5
C18:1	Oleico	41,4	40,3	37,8	38,2
C20:1	Eicosaenoico	–	–	–	0,2
C18:2	Linoleico	10,5	11,4	7,2	7,0
C18:3	Linolénico	1,5	1,9	1,2	1,1
Ácidos grasos totales (%)		98,0	98,1	91,5	94,0
Ácidos grasos saturados (%)		36,9	34,9	37,0	39,0
Ácidos grasos insaturados (%)		61,1	63,2	54,5	55,0

* Cn:0 = sencillo (ácido graso saturado)

Cn:1 = doble (ácido graso monoinsaturado)

Cn:2; 3;... = dos o más dobles (ácido graso poliinsaturado)

Fuente: Proyecto FIA: C97-3-P-002 (1997).

En el cuadro se observa que el huevo presenta niveles de ácidos grasos saturados e insaturados ligeramente menores que la grasa de la carne y que éstos no presentan diferencias importantes en las grasas internas y periféricas.

El cuadro 30 muestra el contenido de ácidos grasos en carne de avestruz y otras dos especies domésticas.

CUADRO 30
**Presencia de ácidos grasos en cortes de carne
 seleccionados y cocidos de tres especies**

Especie	Ácidos grasos		
	Saturados (%)	Monoinsaturados (%)	Poliinsaturados (%)
Avestruz			
Músculo <i>iliofibularis</i>	39,2	41,7	19,1
Músculo <i>gastrocnemius</i>	36,0	40,8	23,1
Vacuno			
Músculo <i>semitendinosus</i>	44,6	51,3	4,1
Músculo <i>psoas mayor</i>	47,7	47,4	4,9
Pollo			
Pechuga	33,4	41,1	25,5
Pierna	31,3	41,7	27,0

Fuente: The Texas A&M University (1993).

Existe una variedad de ácidos grasos conocidos como omega 3 y omega 6. Los primeros incluyen los ácidos alfa-linolénico (ALA), eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA).

Los ácidos grasos omega se encuentran dentro de los denominados esenciales, a pesar de que sólo son realmente esenciales el linoleico (omega 6) y el alfa-linolénico (omega 3), ya que al consumir altas cantidades de este último, el organismo puede sintetizar los otros dos. Aún así, se recomienda consumir EPA y DHA en la dieta para evitar posibles carencias.

Numerosas investigaciones científicas demuestran que en las zonas geográficas donde estos ácidos están presentes en la alimentación cotidiana, los niveles de aterosclerosis y las enfermedades cardiovasculares son poco frecuentes. Esto se debe a que los ácidos grasos omega 3 producen una disminución de los niveles de colesterol y triglicéridos y, a su vez, reducen la acumulación de plaquetas en las arterias. También actúan como agentes antiinflamatorios, por lo cual son bene-

ficiosos para pacientes con artritis; protegen las vainas de mielina que recubren las neuronas y pueden ser útiles, además, tratando una serie de enfermedades como el glaucoma, esclerosis, diabetes, migrañas, depresión, desorden bipolar e incluso previniendo el cáncer.

Los ácidos omega 3 se encuentran en altas concentraciones en los peces de agua fría y/o profunda y, en menor proporción, en semillas y aceites vegetales. Entre dichos peces se cuenta al atún, caballa, sardina, salmón, trucha, gatucho y trilla. Los mariscos también contienen omega 3 y destacan los mejillones, ostras y berberechos.

Cabe señalar que las dietas actuales, en general, son ricas en aceites omega 6 pero muy bajas en omega 3, es decir, no existe una relación equilibrada entre ellos.

En el cuadro 31 se indican los contenidos de ácidos grasos esenciales de la carne de avestruz y de otras especies comerciales importantes.

CUADRO 31
Contenidos de ácidos grasos esenciales
en diferentes tipos de carnes

Especie	Tipo de ácido	
	Omega-3 (ac. linolénico C18:3)* (%)	Omega-6 (ac. linoleico C18:2)* (%)
Avestruz	6,03	17,09
Bovino	1,03	2,00
Pollo	0,07	13,05

* Ácidos grasos poliinsaturados.

Fuente: Datos referenciales sin autor.

Como muestra el cuadro 31, la carne de avestruz es rica en ácidos grasos esenciales; por ello se recomienda en la dieta de personas que sufren diversas enfermedades como:

- asma, artritis reumatoide, hipertensión, depresión, prevención de tumores, crisis de abstinencia de alcohol, parkinson, eccema, esclerodermia y lupus erimatoso sistémico, por su contenido de omega 6;

- hipertensión, artritis reumatoide, enfermedades auto inmunes, prevención de cáncer al colon rectal, psoriasis, osteoartritis y diarreas, por su contenido de omega 3.

Considerando los requerimientos nutritivos humanos diarios, incluidos los de ácidos grasos, entre las carnes rojas que proporcionan el mayor aporte se encuentran las de avestruz, ya que suplen un importante porcentaje de los requerimientos en una sola porción.

Como el sabor de la carne está dado en parte por el contenido lipídico de ésta, la escasez de grasa intramuscular en animales muy jóvenes o muy delgados limitará su sabor; no obstante, para no perder dicha cualidad se aconseja una fase de terminación, las últimas tres o cuatro semanas antes del sacrificio, que consiste en alimentar los animales con una dieta rica en forraje verde y maíz. Así se logra también, mejorar el color y la conservación de la carne gracias al alto aporte de vitamina E.

El cuadro 32 muestra distintos valores en los pesos obtenidos en el faenamiento de 5 animales.

CUADRO 32
Variaciones de peso de los componentes de la canal
entre individuos de avestruz

Peso (kg)	Animales				
	1	2	3	4	5
Peso vivo	100	105	115	115	110
Canal fría	55,4	59,1	63,9	62,1	59,4
Huesos	14,5	16,3	17,4	14,8	16,8
Grasa + recortes	10,2	12,7	11,5	13	9,2
Carne	30,7	30,1	35	34,3	33,4

Fuente: Proyecto FIA: C97-3-P-002 (1997).

La carne de avestruz se comercializa en cortes que varían ampliamente en peso, desde 270 gramos hasta 1.700, aproximadamente, y se consume de diversas maneras, incluidas las hamburguesas y embutidos.

De la canal del avestruz se obtienen 11 cortes principales, como se señala en el cuadro 33 (ver 6.2.10, p. 122).

CUADRO 33
Clasificación de los cortes y su relación porcentual

Clasificación	Número de cortes	Porcentaje (%)
Muy blandos	7	43
Blandos	4	45
Pierna o goulash	1	12

Fuente: Proyecto FIA: C97-3-P-002 (1997)

Debido al bajo contenido de grasa de esta carne, es necesario tener ciertas consideraciones especiales al cocinarla. Una cocción excesiva puede endurecerla mucho, debido a la pérdida de líquidos intracelulares no protegidos por grasa intramuscular. Un buen método para lograr una adecuada cocción, sin añadir grasa, es cocer la carne a alta temperatura (145 – 150 °C) por un tiempo muy breve, el que varía según el tamaño del corte. Una sobrecocción afectará severamente la blandura y jugosidad de la carne.

Esta carne es adecuada para ser consumida cruda, como carpaccio o tártaro; o poco cocida en fajitas, goulash o anticuchos (foto 26). Algunos subproductos son considerados “delicatessen”, como el corazón, el hígado y la molleja.

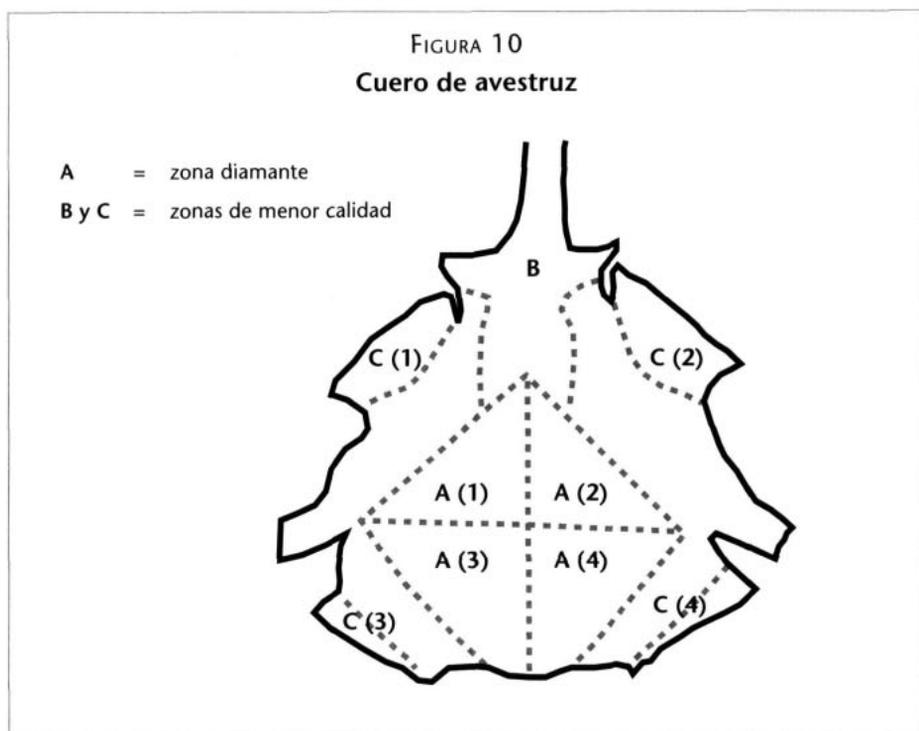


Foto 26. Presentación de un corte de carne

7.2. CUERO

El cuero se usa, principalmente, en la confección de prendas finas como carteras, cinturones, bolsos, billeteras, artículos deportivos (golf) y botas.

Se valora su singular aspecto debido a los folículos de las plumas, que se encuentran principalmente en una zona de la piel llamada diamante, que corresponde a la de mayor calidad del cuero. La figura 10 muestra el área del diamante (A) y sus cuadrantes.



El cuero de avestruz es muy cotizado en el mercado internacional no sólo por su diseño particular, sino también por su suavidad y resistencia a roturas y al desgaste. Su resistencia es producto, principalmente, del contenido de aceites naturales que evitan su resecamiento, endurecimiento y resquebrajado. Con cuidados mínimos puede durar muchos años.

Del cuero de avestruz se pueden obtener innumerables productos de altísima calidad y su resistencia lo hace apetecido para la confección de artículos costosos (fotos 27 a 30).



Foto 27 a 30. Diversos artículos elaborados con piel de avestruz y piezas teñidas. Se observan los folículos plumosos.

El cuero de un avestruz de la edad de faena rinde entre 1 y 1,5 metros cuadrados y pesa alrededor de 1,25 kilos. El rendimiento depende de la subespecie y de la edad del animal.

La piel se clasifica en primer, segundo y tercer grado según su forma, tamaño, calidad del desollado y efectividad de preservación, además del número, tamaño y localización de cicatrices, raspones y cortadas:

Primer grado: proviene de animales adultos, no contiene restos de grasa ni de carne y carece de todas las características o defectos antes mencionados.

Segundo grado: presenta una o dos de las siguientes características: no proviene de animales adultos, presenta líneas de corte incorrectas, curtido incorrecto, penetración de grasa, manchas rojas, agujeros y marcas del desollado o folículos dañados.

Tercer grado: presenta más de 3 de los defectos señalados anteriormente.

Combinaciones más o menos grandes de los defectos mencionados determinan si la piel es de segundo o tercer grado.

Por otra parte, existen pieles que no se clasifican en ninguna de estas categorías y son desechadas; por ejemplo, las que contienen olor a amonio, no se encuentran bien preservadas o presentan textura esponjosa.

Para la obtención de piel de buena calidad durante el sacrificio, se recomienda tener en cuenta ciertas consideraciones generales:

- Realizar el sacrificio cuando las temperaturas son más bajas, ya sea temprano en la mañana o bien entrada la tarde, en un lugar donde pueda drenarse libremente la sangre para que exista el menor contacto posible entre ésta y el cuero.
- Inmediatamente después del sacrificio, el animal debe desollarse ya que con el cuerpo aún tibio es más fácil la extracción del cuero; antes de curarlo este requiere de unos 15 minutos de enfriamiento en un lugar limpio y sin tocar el suelo.
- Eliminar los restos de grasa y de carne cuidadosamente para no dañar la pieza, facilitar el contacto con la sal y que se produzca una adecuada extracción de agua durante el proceso de curtido.

Durante el desuello se realizan los cortes de apertura en el centro del abdomen y al interior de las alas y patas. El corte principal es el que parte de la cloaca, va por el centro del abdomen hasta el cuello, lo rodea y se elimina así la cabeza. El corte

de apertura para las alas se realiza en el centro de la parte baja del ala, uniendo la punta con la línea del abdomen (ver: 6.2.8, p. 120).

Posteriormente el cuero se curte; este proceso tiene como fin mantener la estructura de la proteína fibrosa y devolver a la piel su suavidad y flexibilidad. Existen distintos métodos de curtido y todos buscan eliminar el exceso de agua, lo que normalmente se logra saturándolo con sal; es importante no deshidratarlo completamente, ya que si quedan con menos de un 15% de humedad se vuelven muy quebradizos. Este procedimiento además, permite una buena preservación del cuero ya que inhibe el desarrollo de las bacterias. Como se señaló en el capítulo 6, también es importante insuflar aire para soltar el cuero, lo que minimiza el uso del cuchillo.

A continuación se describen dos procedimientos de curtido: tradicional y al cromo.

7.2.1. Proceso de curtido tradicional

Consiste en 16 etapas:

- **Remojo**

Remojar 40 minutos en: 300% agua + 0,5 % tenso activo + 0,3% bactericida.
Mover por 10 minutos, cada una hora, durante 24 horas, a 6 r.p.m., pH 5,5 - 6,0.

- **Pelambre**

Remojar 40 minutos en: 300% agua + 3% sulfuro de sodio + 4% cal.
Mover por 10 minutos, cada una hora, durante 72 horas, a 8 r.p.m., pH 14.

- **Calero**

Remojar 40 minutos en: 300% agua + 10% cal.
Mover por 10 minutos, cada una hora, durante 24 horas, a 8 r.p.m.

- **Lavado**

Remojar 15 minutos en: 300% agua a 32 °C.

- **Descarnado**

Realizar cuidadosamente con un cuchillo y eliminar toda la grasa de los folículos plumosos.

Este procedimiento se realiza por el lado interno de la piel, evitando perforar los folículos para que no se proyecten hacia el lado interno.

- **Desengrase**

Reposar 1 hora en: 4% desengrasante; drenar.

Reposar 30 minutos en: 300% agua a 35 °C + 2% desengrasante; drenar.

Reposar 20 minutos en: 300% agua a 35 °C + 1% desengrasante; drenar.

Reposar 30 minutos en: 300% agua a 35 °C; drenar.

Reposar 40 minutos en: 300% agua a 35 °C; drenar.

- **Desencalado**

Remojar 1,5 horas en: 300% agua + 3% sulfato de amonio + 1% bisulfito de sodio a pH 8, corte blanco con fenolftaleína.

- **Rendido**

Remojar en: 0,75% enzimas pancreáticas de 3.000 unidades.

- **Lavados**

Remojar 15 minutos en: 300% agua a 35 °C.

Remojar 15 minutos en: 300% agua a 20 °C.

- **Pickelado**

Remojar 15 minutos en: 200% agua a 20 °C + 10% sal.

Remojar 30 minutos en: 1% ácido fórmico 1:10.

Remojar 2 horas en: 1 % ácido sulfúrico 1:10, pH 2,5.

- **Curtido**

Remojar 1 hora en: 9% sal de cromo 33 basicidad.

Remojar 9 horas en: 0,5% autobasificante a 38 °C.

- **Reposo en caballete por 48 horas**

Ecurrir - Rebajar – Pesar – Recurtir.

- **Remojo**

Remojar 40 minutos en: 100% agua a 35 °C + 0,2% tenso activo.

- **Neutralizado**

Remojar 20 minutos en: 100% agua a 35 °C + 0,75% formiato de sodio.

Remojar 40 minutos en: 1% bicarbonato de sodio 1:20, pH 6 - 6,5; pH con corte azul con verde de bromocresol; drenar.

- **Lavado**

Remojar 20 minutos en: 200% agua a 45 °C; drenar.

- **Recurtido**

Remojar 30 minutos en: 100% agua a 45 °C + 0,2% deslizante + 3% naftelénico.

Remojar 40 minutos en: 4% fenólico.

Remojar 40 minutos en: 5% blancotan hlf.

Remojar 1,5 horas en: 6% quebracho.

Remojar 30 minutos en: 1% anilina en polvo.

Remojar 1,5 horas en: 3% grasa sulfitada + 2% grasa sulfatada + 3% grasa bisulfitada + 3% grasa sulfoclorada + 0,5% crudo, todo mezclado y diluido 1:6.

Remojar 24 horas en: 1 % ácido fórmico 1:10 a ph 3,4.

Secar en Toogiln – Ablandar en molisa.

7.2.2. Proceso de curtido al cromo*

Consiste en cuatro etapas:

- **Operaciones de ribera**

Clasificación y recorte; Remojo; Pelambre; Desencalado; Rendido; Desengrase y Piquel

- **Curtición**

Curtido y Basificado

- **Acabado en húmedo**

Neutralizado; Recurtido; Teñido; Engrase (terminación) y Secado

- **Acabado en seco**

Tipo Anilina; Tipo Semianilina y Pigmentado

*Este proceso se describe detalladamente en Prado (2001).

7.3. ACEITE

Actualmente existe información significativa que indica que el aceite de avestruz aporta ácidos grasos esenciales a la piel; además alivia diversos dolores y puede ayudar a la prevención de enfermedades de tipo cardiovascular o circulatorio.

Para obtener el aceite, la grasa del avestruz se somete a un proceso térmico controlado y se usa en la elaboración de productos de cosmetología, como champúes, cremas, jabones y lociones, y también como lubricante en la industria metalúrgica.

7.4. PLUMAS

Las plumas del avestruz son muy suaves y pueden alcanzar hasta 70 cm de longitud (fotos 31 y 32). Tienen dos usos principales:

- Las de mayor longitud y suavidad se usan en vestimentas y se tiñen de colores muy vistosos; por ejemplo, en trajes para el carnaval de Río de Janeiro.
- El otro uso es la confección de plumeros; las plumas de esta especie poseen la particularidad de no presentar resinas, por lo tanto, no conservan estática. Presentan una carga estática natural, aunada a un recubrimiento aceitoso, lo que les da una excelente capacidad para recoger partículas pequeñas y polvo. Además, son muy resistentes, soportan hasta 200 lavados.

Además se utilizan para la confección de colchones, ropa deportiva y chalecos, estos últimos en Sudáfrica.



Foto 31. Detalle de pluma

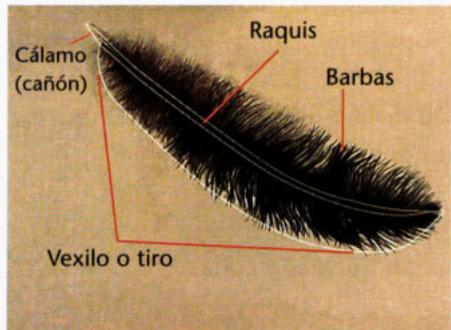


Foto 32. Pluma y esquema de sus partes

El precio de las plumas aumenta cuando presentan las siguientes características:

- son más largas y más anchas; el tiro (vexilo o vano) tiene igual longitud a cada lado del cañón (cálamo); un buen ancho para una pluma del ala es 30 cm
- tienen buena densidad de tiro (es parejo)
- contienen una adecuada fuerza o auto soporte del tiro (las barbas deben estar unidas con ángulos rectos al raquis)
- presentan mucho brillo (difícil de cuantificar)
- su forma es simétrica con lados paralelos (tiros de ancho parejos, con punta redondeada y extremos cuadrados)
- cañón lo más delgado posible, pero lo suficientemente fuerte para darle a la pluma la posibilidad de curvarse

Las plumas se clasifican de acuerdo a los siguientes criterios:

- parte del cuerpo del cual provengan
- color
- longitud
- sexo y edad del animal

A continuación se describen algunos tipos de plumas de avestruces:

Blancas: provienen de los machos; se dividen en seis subcategorías, según su calidad y longitud: “de primera”, “primeras”, “segundas”, “terceras”, “de tallo” e “inferiores”.

Féminas: provienen de las hembras; se catalogan de acuerdo a la tonalidad o color como de punta clara u oscura. Se clasifican también en seis subcategorías: “superiores”, “primeras”, “segundas”, “terceras”, “de tallo” e “inferiores”.

De macho o de primera: plumas negras del ala (4 – 5 por lado) que se ubican a los dos extremos de la primera hilera.

Negras: cubren el ala de los machos en la tercera y cuarta hilera. Se clasifican en largas, medias o cortas.

Drabs: cubren el ala de la hembra, se clasifican en largas, medias o cortas.

Floss: se ubican debajo del ala, tanto en hembras como en machos.

Colas: son plumas blancas y cafés en el macho y claras-oscuras en la hembra.

Spadonas: se encuentran en el ala de los polluelos y se clasifican como blancas, de color y oscuras.

El desplume consiste en sacar la pluma completa del folículo plumoso mediante tracción manual, a diferencia de la poda que se realiza con tijeras. En este caso, la pluma se corta y se deja la parte verde del cañón en el folículo para que madure (este proceso tarda aproximadamente 2 meses). Con la poda se obtienen plumas que están en buenas condiciones, ya que se extraen en cuanto han terminado su crecimiento y aún no se han deteriorado.

Las plumas del ala de las hembras siempre se sacan cortándolas, mientras que las de la cabeza y cola generalmente se sacan manualmente.

El descañone es el proceso mediante el cual se extraen los cañones maduros, que fueron dejados en los folículos al momento de realizar la poda.

De un avestruz se obtienen entre 950 y 1.900 gramos de pluma en total, sin clasificarlas.

7.5. HUEVOS

Los huevos infértiles se consideran desechos de la producción. Sin embargo, su cáscara se usa para elaborar artesanía como pinturas o tallados* (fotos 33 y 34).



Fotos 33 y 34. Utilización de huevos infértiles en artesanías

* <http://www.nestegg.co.za>
<http://engraverspoint.com/ostrich.htm>

La cáscara de estos huevos es muy valorada en decoración, ya que presenta una apariencia muy particular: un color crema amarillento y una textura característica, semejante a la porcelana; además es muy resistente por su grosor, lo que hace factible poder trabajarla; presenta en su superficie una película de mucina que le otorga una buena apariencia de brillo y suavidad.

En algunos países el contenido de los huevos infértiles es usado para repostería, producción de mayonesa y otros similares; sin embargo, para ello debe encontrarse en perfectas condiciones sanitarias y no haber pasado muchos días en almacenamiento.

7.6. OTROS PRODUCTOS

Se han encontrado usos para distintas estructuras del cuerpo del avestruz; por ejemplo, las pestañas se usan como pinceles y brochas finas, los tendones se injertan en los tendones humanos (por tener características similares en cuanto a longitud, fuerza y consistencia), las uñas y el pico se usan en joyería. Debido a su color y firmeza, se pueden realizar piezas similares a las elaboradas con cuernos de otros animales y alcanzan valores similares.

En algunos países, como México, se utilizan las córneas para transplantes en humanos; en ciertos estudios se ha observado que el cerebro del avestruz produce una enzima que puede usarse como remedio natural para tratar la enfermedad de Alzheimer.

Aspectos sanitarios

No se conocen enfermedades infecciosas o contagiosas propias o exclusivas de los avestruces a excepción de unos pocos parásitos como garrapatas (ectoparásitos), tenias (helminths) y coccidias (protozoarios). Sin embargo, estas aves pueden contraer enfermedades de otras especies aviares o de mamíferos, aunque normalmente son menos vulnerables a estos agentes infecciosos que los hospedadores normales y necesitan de una serie de condiciones para presentar clínicamente la enfermedad. Por otra parte, muchas de las enfermedades que afectan a los avestruces son multifactoriales, característica muy importante al realizar tratamientos sanitarios.

En plantales comerciales los avestruces deben manejarse en condiciones similares a otros animales. Muchas veces el valor de un ave puede ser tan bajo que no justifique practicar en ella algún tratamiento específico contra una enfermedad o una cirugía. Sin embargo, cuando una afección o problema sanitario afecta a un corral o a un plantel, el veterinario, en conjunto con un laboratorio, deberá establecer un diagnóstico y complementarlo con una investigación detallada de la situación. Una vez que se tiene claro el origen del problema se puede elaborar un plan de tratamiento.

La fuente más importante de infección son las aves domésticas y silvestres y, a fin de evitar o prevenir la transmisión de agentes infecciosos, en lo posible los plantales de crianza de avestruces deben localizarse lejos de plantales de otras especies avícolas; además, dentro de los criaderos se debe evitar la presencia de

mascotas u otras especies animales. Hay que considerar también, que el mismo alimento de los avestruces atrae a las aves silvestres que llegan a comer en los comederos o en el piso de los corrales. La entrada de éstas se puede evitar administrando el concentrado en períodos cortos y determinados de tiempo, junto con retirar lo que sobra en los comederos y entregar, el resto del día, sólo la parte de forraje de la dieta en forma permanente y *ad libitum*.

Otra fuente importante de contaminación, especialmente de bacterias causantes de enteritis, son los roedores y las moscas. Este punto es difícil de controlar, ya que no existen formas realmente seguras para eliminar estas plagas en los campos.

Una vez que una enfermedad infecciosa ha ingresado en un criadero, puede diseminarse rápida y fácilmente entre un grupo de aves. Esto se podría aminorar con el sistema "all in - all out", utilizado en los planteles de producción comercial de pollos y cerdos, aunque no se aplica normalmente en los criaderos de avestruces. Este sistema consiste básicamente en mantener separados los distintos estamentos de animales: crianza, terminación y reproductores; es decir, no juntar animales de diferentes edades. Sin embargo, este sistema no se ajusta bien en planteles de pocos animales.

Algunas enfermedades que afectan a los avestruces pueden, potencialmente, afectar a los humanos, ya sea por contacto con animales enfermos (vivos o muertos) o mediante el consumo de carne de un animal contaminado, aunque, en este último caso, el riesgo es mínimo. El ántrax y la tuberculosis también son enfermedades potencialmente zoonóticas.

8.1. ENFERMEDADES MULTIFACTORIALES

8.1.1. Retención e infección del saco vitelino

Para que se desarrolle esta enfermedad se requiere la manifestación de diversos factores como:

- higiene inadecuada durante la manipulación de los huevos y durante la incubación, lo que permite el ingreso y desarrollo de bacterias;
- contaminación de las instalaciones durante la eclosión de los huevos, o a poco tiempo de ocurrida, y la consiguiente colonización inicial del intestino de los polluelos por bacterias patógenas;
- temperaturas muy bajas o muy altas en la sala de crianza;
- crianza con calefactores pero con un piso de concreto muy frío;
- agua de bebida restringida y retraso en el comienzo de la alimentación de los pollos.

Los pollos de avestruz que presentan algún problema clínico son lentos para comenzar a comer, no reciben los nutrientes necesarios (vitaminas ni anticuerpos) y, por lo mismo, no aumentan de peso durante la primera semana de vida. Además, la descomposición del saco vitelino genera toxinas bacterianas, que son absorbidas por el polluelo, lo que agrava su estado de salud.

Un saco vitelino persistente puede ser palpado o visualizado mediante el uso de ultrasonido debido a que contiene líquido. Las muertes comienzan a los pocos días de la eclosión y pueden continuar por las siguientes 2 semanas; sin embargo, se han encontrado sacos vitelinos muy infectados y encapsulados en las paredes del peritoneo de aves adultas.

En exámenes *post mortem*, se ha observado que, generalmente, el tamaño del saco vitelino es muy grande para la edad del pollo, además, a veces muestra signos de inflamación y su contenido se encuentra en proceso de descomposición. También pueden aparecer manchas de color verde suave, debido a la llegada de bilis por la vía gastrointestinal, con la ayuda de movimientos peristálticos anormales que típicamente se presentan en pollos con problemas de falta de ingestión temprana de alimentos. Por el contrario, si las manchas son de color

verde brillante, se deben a la incorporación de pigmentos biliares durante la incubación.

Las infecciones del saco vitelino no responden a tratamientos con antibióticos, por lo tanto, si se desea conservar al polluelo (incluso considerando que el valor de estos animales a esta temprana edad no es muy alto), se puede optar por alguno de los siguientes procedimientos:

- Se remueve quirúrgicamente el saco infectado mediante una incisión en la pared abdominal (realizada junto a dicha estructura) y, posteriormente, se liga el ducto intestinal vitelino y sus vasos sanguíneos (foto14; p. 67).
- Se succiona el contenido del saco vitelino, mediante una jeringa con una aguja muy larga y se inyecta una pequeña cantidad de solución con antibióticos.

No obstante dichos tratamientos, la mejor acción ante el riesgo de la retención del saco vitelino, es la prevención de la infección. Para ello, es necesario que los nidos se mantengan secos y se cubran con arena limpia cada cierto tiempo. Los huevos deben ser recolectados rápidamente al ser puestos, a fin de evitar que se enfríen, ya que al disminuir la temperatura el contenido interno del huevo se contrae, lo que puede atraer hacia el interior las bacterias que se encuentren en alguna parte húmeda del nido. Un lavado incorrecto de los huevos también puede arrastrar bacterias y microorganismos a través de los poros de la cáscara. Se requiere que los lugares de postura y donde se manipulan los huevos estén en muy buen estado sanitario y que se desinfecten en forma periódica con un producto tópico yodado o con una fumigación con formol.

8.1.2. Enteritis

Esta enfermedad se puede contraer por una falla en el establecimiento y mantenimiento de la flora intestinal o por una destrucción de ésta por el uso de antibióticos. Otros factores desencadenantes de esta enfermedad son la desnutrición, una cantidad insuficiente de fibra en la dieta o un cambio brusco en ella, lo que provoca una disminución en la cantidad de alimento ingerida.

Además, ciertas condiciones ambientales como el frío, hacen a los pollos más susceptibles a contraer enteritis, así como otros factores: un aumento en la coprofagia (ingestión de fecas) por una tardanza en el reconocimiento de la comida; mala o escasa higiene; presencia de moscas y de infecciones primarias con bacterias tipo *Salmonella* spp. y *Escherischia coli*, virus y protozoos.

Los pollos con enteritis se ven deprimidos y la enfermedad se contagia rápidamente, alcanzado en poco tiempo a todo el grupo. Si sólo se encuentra afectado el intestino delgado es posible que no se presente diarrea, lo que dificulta su diagnóstico. En exámenes *post mortem* se observan inflamaciones de diversas formas, incluyendo úlceras y hemorragias, que pueden afectar parte o todo el intestino.

Los avestruces no poseen nudos linfáticos mesentéricos y normalmente no pueden limitar la expansión de las infecciones; por lo tanto, junto con la enteritis es común encontrar hepatitis o septicemia. Para realizar un diagnóstico específico es necesario hacer un análisis bacteriológico.

El tratamiento es específico para cada diagnóstico y los antibacterianos no deben ser utilizados por sí solos, ya que afectan la flora microbiana del intestino. Se logran mejores resultados al alternar antibióticos con probióticos en la mañana y noche, respectivamente, ya que al incorporar estos últimos se favorece la población de microflora propia del intestino y su funcionamiento y los daños disminuyen.

La prevención de esta enfermedad se basa en un control de todos los factores que gatillan su aparición; el más importante es el correcto y oportuno establecimiento de la flora intestinal normal y el mantenimiento de su población en el tiempo. Esto se puede lograr más fácilmente si se proporciona a los pollos, lo antes posible después de la eclosión, un probiótico comercial que contenga bacterias vivas. Puede usarse con este mismo fin yogurt natural, aunque es poco práctico; luego de unos días de este tratamiento los pollos deben exponerse a un rango más amplio de bacterias, por lo que es recomendable que pasen algunas horas del día en praderas al aire libre. Este método se ha usado en Sudáfrica y han disminuido considerablemente los casos de enteritis; es un tratamiento recomendado para cualquier enfermedad bacteriana digestiva, ya que permite lograr una flora intestinal altamente funcional.

Cabe destacar que el contenido de fibra de la ración (una parte importante de la dieta, especialmente de los pollos) estimula el intestino y favorece el establecimiento y desarrollo de una flora intestinal adecuada, mientras que la parte indigerible ayuda a eliminar las toxinas bacterianas.

8.1.3. Parálisis gástrica

En esta enfermedad las contracciones gástricas se inhiben y el alimento no se procesa ni se transporta por el intestino, por lo tanto, el animal permanece con hambre aunque tenga el proventrículo lleno.

Algunos de los factores desencadenantes son las temperaturas menores a las óptimas, daños en la mucosa gástrica por agentes externos y cualquier enfermedad que afecte el normal funcionamiento del organismo y el comportamiento del animal.

Los animales enfermos dejan de crecer y comienzan a perder peso, a pesar de presentar un comportamiento y movimientos normales. En la etapa final de la enfermedad el avestruz se encuentra muy débil para ponerse de pie y normalmente muere luego de un corto período.

En exámenes *post mortem* se observa que el animal está desnutrido y que no hay grasa en la línea coronaria del corazón. La capa interna de la molleja aparece suave, con dobleces y puede presentar úlceras. El proventrículo se encuentra vacío o con comida en estado normal, pero no impactado; el intestino delgado normalmente está vacío y algunas veces su mucosa está congestionada, pueden existir fecas en el colon bajo; algunas aves muestran signos de hepatitis secundaria y/o de aerosaculitis; sin embargo, los resultados de análisis bacterianos son inconsistentes.

El tratamiento para la enfermedad consiste en eliminar los factores desencadenantes, dando a los animales dosis de un líquido altamente energético como aceite vegetal o una mezcla de éste con yema de huevo y leche. Además se puede aplicar un laxante, que estimule las contracciones de la molleja o del intestino.

8.1.4. Impactación

Es una acumulación en el proventrículo de alimentos o de otros materiales como palos, metales, etc., que causa una obstaculización de la salida del alimento hacia la molleja y evita que lleguen los nutrientes al resto del tracto gastrointestinal. El acceso a cuerpos extraños puede causar impactación, pero sólo si el entorno es pobre o poco adecuado.

La impactación es más un síntoma de problemas conductuales, que una enfermedad; los más comunes son provocados por estrés, ya sea por cambio de lugar, de corrales o desorientación, aislamiento, frustración o no reconocimiento de una nueva dieta, entre otros.

La desorientación ocurre cuando los pollos o avestruces jóvenes son aislados, trasladados de un lugar o de un corral a otro o, incluso, desde galpones nocturnos a espacios abiertos, principalmente de un plantel a otro. Es necesario que en estas situaciones los animales se sientan cómodos, lo que se logra con la presencia de una figura familiar.

La frustración se puede producir por el desconocimiento de un alimento debido a un cambio en la dieta y, en animales adultos, por no lograr aparearse.

En las aves estresadas se afecta el picoteo normal o comportamiento de alimentación, lo que frecuentemente lleva a la ingestión de pasto muy largo, basuras, cuerpos extraños, arena o piedras. Lo que sea que se acumule en el proventrículo provoca una oclusión del paso entre éste y la molleja o hacia el intestino, como ocurre muchas veces con la ingesta excesiva de arena (fotos 15 y 16). Los elementos cortantes pueden romper la pared del proventrículo o de la molleja y causar una infección localizada o generalizada. En cualquier caso el resultado es una parálisis gástrica que lleva a la muerte por inanición. Este problema puede afectar a un grupo de avestruces o a un individuo aislado.

Los síntomas observados son los mismos de la parálisis gástrica, descrita en el punto anterior, pero además se puede palpar el proventrículo distendido o los intestinos llenos de arena. En el análisis *post mortem* se observa que el animal está desnutrido y una disminución en la grasa coronaria; además se encuentran los cuerpos extraños que ocasionaron el problema.

Muchos casos de impactación se pueden tratar exitosamente con lavados gástricos: las aves pequeñas se levantan afirmadas de las patas y las más grandes se tienden de lado sobre una mesa o superficie lisa con la cabeza colgando. Luego se introduce cuidadosamente por el pico del ave, a través del esófago, un tubo de tamaño adecuado hasta llegar al proventrículo. Se vierte agua corriendo (con poca presión) y se deja escurrir suavemente hasta que suelte los materiales que están provocando la impactación. Luego de aproximadamente un minuto se retira suavemente el tubo, se deja que el agua salga y que el ave respire libremente antes de repetir el tratamiento. Normalmente con tres o cuatro aplicaciones de este sistema, se logra retirar todo el material.

Los materiales que producen la impactación en los intestinos también pueden ser lavados o retirados mediante cirugía. La dosificación en forma diaria de emulsionantes con aceite puede ayudar a eliminar las sustancias que provocan la impactación.

Los animales que han sufrido este problema, tienen muy poca energía de reserva, por lo tanto deben mantenerse cómodos y en lugares temperados hasta que se encuentren completamente recuperados.

Cuando se remueven los elementos que están provocando la impactación, se puede decir que el tratamiento resultó adecuado; sin embargo, muchas veces esto no es posible y, por lo tanto, el curso de acción más apropiado es evitar que ocurra el problema, manteniendo condiciones de bajo nivel de stress en los animales y evitando el acceso de los avestruces a cuerpos extraños.

8.1.5. Deformación de patas

Los pollos son los que más sufren de estos problemas. La apertura de patas ocurre cuando la superficie del suelo es demasiado lisa o cuando el saco vitelino es muy grande. Si se atiende tempranamente, se soluciona amarrando las 2 patas con un cordel o cinta, de tal forma que le permita caminar con pasos cortos.

Otra deformación común son los dedos torcidos, que pueden ser producidos por superficies inadecuadas o falta de ciertas vitaminas; este problema se puede

corregir con el uso de tablillas en forma de L, con la base de la L apuntando en dirección contraria a la rotación. Hay casos en que esta deformación es corregida sólo con ejercicios.

En las rotaciones del tibiotarso, el hueso gira hacia fuera de su eje longitudinal, normalmente en su extremo distal, con el pie dirigido hacia un lado; el animal queda con dificultades para caminar o completamente incapacitado.

Se estima que este problema se origina en factores como los genéticos, altas tasas de crecimiento a temprana edad (dos primeros meses de vida), falta de ejercicio, desbalances nutricionales (calcio, fósforo, vitamina D₃, algunos micro minerales y otros), además de caídas en comederos o bebederos.

8.2. AFECCIONES RESPIRATORIAS

Algunos de los factores que producen problemas respiratorios en los avestruces son la exposición a temperaturas muy bajas y a altos niveles de polvo; además, una ventilación deficiente del galpón da como resultado una gran concentración de amonio, con el consiguiente daño para la salud. Estos y otros factores son causantes de estrés y deprimen el sistema inmunológico de los animales, haciéndolos más susceptibles a agentes bacterianos y virales.

Las enfermedades respiratorias afectan muy pocas veces a los pulmones. Lo más común es que provoquen daños a nivel de los sacos aéreos, traquea, laringe, senos infraorbitales y conductos nasales, ya que el aire inhalado no pasa directamente por el tejido de intercambio gaseoso, lo cual evita su contaminación con bacterias y esporas, las que se alojan en los sacos aéreos.

Las neumonías en aves son más bien localizaciones de condiciones de septicemia, comúnmente relacionadas a expansiones de otras enfermedades respiratorias. Las lesiones de los sacos aéreos son silenciosas y no pueden ser detectadas por auscultación. Las bacterias relacionadas con enfermedades respiratorias en avestruces son: *Pasteurella haemolytica*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bordetella* spp., *Haemophilus* spp., *Staphylococcus* spp., *Streptococcus viridans*, *Corynebacterium pyogenes*, *Mycoplasma* spp., *Chlamydia psittaci*.

La mayoría de las inflamaciones en avestruces están acompañadas de una liberación de fibrina que forma depósitos de una sustancia pastosa, en ductos y cavidades. Este proceso es un mecanismo de defensa primitivo que intenta inmovilizar a los agentes infecciosos; sin embargo, dichos depósitos tienden a tapar los canales de pasaje del aire e impiden un correcto funcionamiento de ellos.

El tratamiento de las enfermedades respiratorias depende de los resultados de las pruebas de laboratorio y del estudio del plantel respecto de los factores ambientales dañinos.

Frente a cualquier tratamiento antibacteriano se debe considerar el efecto que tendrá en la flora intestinal.

8.3. ENFERMEDADES BACTERIANAS

8.3.1. Bacterias Gram negativas

Existen diversas bacterias Gram negativas importantes en enfermedades de avestruces, como salmonelas, cepas patógenas de *Escherischia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Klebsiella* sp. Estas bacterias se adquieren desde el medio ambiente y pueden colonizar un intestino que no está protegido por una población de flora normal.

Dependiendo de los factores involucrados, las bacterias pueden producir inflamaciones intestinales e incluso pasar al torrente sanguíneo y provocar septicemia; esto puede suceder por 2 rutas distintas: desde la linfa o desde el intestino. El primer caso ocurre debido a la carencia, en los avestruces, de nudos linfáticos, por lo que no son capaces de filtrar las bacterias desde la linfa. En el segundo caso, en condiciones de estrés muy severo, las bacterias pueden pasar al torrente sanguíneo directamente desde el intestino, atravesando la mucosa.

8.3.2. Clostridios

El *Clostridium perfringens* es un habitante normal del intestino de muchos herbívoros, incluido el avestruz. Un desorden en la flora intestinal, provocado por cambios alimenticios bruscos, permite que estos organismos se reproduzcan sin control, produciendo un exceso de toxinas que se acumulan hasta alcanzar niveles patógenos.

Las aves enfermas se ven muy deprimidas y pueden morir rápidamente. Exámenes *post mortem* muestran severas hemorragias, causadas por enteritis, en el yeyuno, ileon y parte alta del recto. Dichas enteritis normalmente se diagnostican como clostridiosis, a pesar de no encontrarse clostridios. En casos crónicos pueden existir pequeñas úlceras en la mucosa del duodeno y del yeyuno. El diagnóstico final debe realizarse mediante el aislamiento de la bacteria y el análisis e identificación de la toxina producida.

Esta enfermedad se trata con tetraciclina o penicilina sintética y, posteriormente, la flora intestinal debe ser regenerada; además, se deben eliminar los factores desencadenantes de la enfermedad. Para la prevención es importante mantener una adecuada población de flora intestinal, evitar cambios bruscos en la alimentación y controlar los factores generadores de estrés.

8.3.3. Tuberculosis aviar

Esta enfermedad, llamada también mycobacteriosis, es producida por *Mycobacterium avium* y se adquiere a través del contacto con otras aves o con fecas de aves contaminadas. Es una enfermedad común en zoológicos y colecciones de aves, pero muy rara en producciones comerciales de avestruces; puede afectar a los humanos.

Los avestruces afectados pueden desarrollar infecciones localizadas o infecciones generales que los debilitan rápidamente. En estudios *post mortem* se encuentran pequeños nódulos blancos y duros en el hígado y a veces en otros órganos. Dado que existen otras bacterias que producen nódulos similares, para un correcto diagnóstico se requieren pruebas de preparaciones histopatológicas. No existe tratamiento para esta enfermedad, por lo tanto, se debe retirar del grupo a los animales contagiados y tomar medidas para evitar el contacto con otras especies de aves.

8.3.4. Megabacteriosis

Es una infección del proventrículo y de la molleja por megabacterias, que son bacterias de gran tamaño que aún no tienen nombre científico. Se cree que esta enfermedad llegó a los avestruces desde las aves domésticas aunque, probablemente, las especies silvestres también están involucradas; de cualquier forma, deben existir otros factores desencadenantes de la enfermedad, como el estrés. Una vez que ésta se encuentra establecida dentro de un plantel comercial causa una alta mortalidad.

Los pollos enfermos muestran los síntomas y lesiones típicos de parálisis gástrica, lo mismo en los exámenes *post mortem*. El diagnóstico se confirma mediante el aislamiento de la megabacteria desde el tejido y realizando pruebas histológicas o cultivos en agar.

Las megabacterias son sensibles a la penicilina sintética, lo que puede favorecer el crecimiento micótico en el medio gástrico dañado, por lo que es recomendable suministrar un tratamiento antibacteriano en conjunto con un tratamiento antimicótico; además se deben restablecer las contracciones de la molleja.

Para evitar nuevos casos de contagio, se recomienda evacuar el corral y dejarlo sin animales por 6 semanas o más. La prevención se basa en evitar cualquier contacto con mascotas o aves silvestres y con sus fecas, además de evitar los factores de estrés.

8.3.5. Otras enfermedades bacterianas

Bacillus anthracis: el ántrax en avestruces ocurre de dos formas distintas: muerte repentina y fiebre ántrax o depresión severa con recuperación espontánea; puede que las dos formas se den simultáneamente en un mismo lote o corral. Se utiliza como prevención la misma vacuna aplicada en bovinos, con buenos resultados. Cabe recordar que el ántrax afecta también a humanos.

Campylobacter jejuni: es un patógeno de aves domésticas que afecta a pollos de avestruz y causa enteritis y hepatitis. El diagnóstico se basa en cultivos de bacterias y el tratamiento consiste en dosificar, en el agua de bebida, 250 cc de

furaltadona por cada litro de agua; también se puede inyectar norflaxacin y seguir un tratamiento de restauración de la flora intestinal. Los métodos de prevención son prácticamente los mismos que para problemas de enteritis.

Chlamydia psittaci: se han observado avestruces infectadas en distintas partes del mundo. Este patógeno puede ser transmitido por distintas especies de aves domésticas o silvestres; los portadores pueden ser asintomáticos y se necesita un estrés severo para que se exprese y desarrolle la enfermedad. El tratamiento consiste en suministrar tetraciclina por un período prolongado de tiempo y la prevención se basa, principalmente, en evitar el contacto de los avestruces con aves silvestres y mascotas.

8.4. INFECCIONES MICÓTICAS

8.4.1. Dermatitis

Las infecciones micóticas de la piel pueden ser producidas por *Aspergillus* spp., *Trichophyton* spp. y por *Microsporum gypseum*. Algunos factores ambientales que contribuyen a su desarrollo corresponden a una alta humedad del recinto, un estado sanitario deficiente, además del estrés. Las lesiones producidas por *M. gypseum* se observan como filas de pequeñas lesiones circulares en cualquier parte del cuerpo del animal; pueden mantenerse localizadas o abarcar áreas más extensas. Las cicatrices resultantes pueden causar degradación de la piel. El tratamiento consiste en aplicar una solución acuosa con enilkonazole, suavemente en las lesiones,

8.4.2. Infecciones del tracto respiratorio

Las infecciones micóticas del sistema respiratorio se producen por la inhalación de esporas de hongos desde el medio ambiente; comúnmente los hongos son *Aspergillus* spp., por lo que a estas enfermedades se les conoce como aspergilosis.

Pueden infectarse todas las partes del sistema respiratorio, aunque lo más común es que en los pollos más chicos estén comprometidos los pulmones y en los mayores, juveniles y adultos los sacos aéreos; en este último caso, la enfermedad

no se puede detectar por auscultación. Los signos y síntomas varían dependiendo de la intensidad de la infección, desde la respiración con ruido, hasta la respiración dificultosa, incluso, la disminución de ésta. El estrés es un factor que gatilla la expresión de esta enfermedad.

El diagnóstico se puede confirmar con radiografías, ultrasonido y con pruebas serológicas. En la necropsia se distinguen nódulos en los órganos infectados, a partir de los cuales se pueden hacer cultivos y preparaciones histopatológicas donde se observa la presencia de hifas de hongos.

El tratamiento se basa en una fumigación de los animales con una solución acuosa de enilkonazole que se aplica en un cuarto cerrado donde su inhalación es obligada. Aunque este tratamiento mata al hongo, no elimina el daño de fibrosis provocado en las lesiones y, por lo tanto, no implica una solución clínica inmediata.

La prevención de aspergilosis necesita la eliminación de los focos de humedad, una buena ventilación del recinto, mantener una temperatura adecuada y evitar condiciones de desnutrición y de estrés.

8.4.3. Infecciones del tracto digestivo

Las infecciones micóticas del aparato digestivo son causadas, principalmente, por agentes del género *Candida* localizados en la parte superior del tracto. Ello provoca una secreción de fibrina en la faringe y en la parte superior del esófago, la cual se observa de color amarillento. Las infecciones del proventrículo y molleja también se pueden deber a *Aspergillus* spp, *Mucor* spp. y otras especies que logran penetrar la mucosa y que, en algunas ocasiones, provocan parálisis gástrica. Por otra parte, las infecciones micóticas también pueden ser una secuela o una complicación de una parálisis gástrica. Como sea el caso, todos los avestruces enfermos presentan los síntomas de dicha enfermedad.

La presencia de hongos puede detectarse tanto con la necropsia, como mediante cultivos e histopatología. Como tratamiento se prescribe suministrar en el agua de bebida sulfato de cobre acidificado (0,5 gr por litro) por 5 ó 7 días.

8.5. INFECCIONES VIRALES

8.5.1. Enfermedad de Newcastle

Esta es común en las especies domésticas de aves y es provocada por la cepa tipo 1 (APMV-1) de un virus patógeno del grupo de paramixovirus; sin embargo, en los avestruces se han encontrado líneas o cepas no virulentas. Esta especie adquirió la enfermedad desde las aves domésticas y silvestres.

Los síntomas normalmente afectan a un pequeño número de aves y corresponden a problemas nerviosos de variada intensidad, como un suave balanceo de la cabeza, frecuentes rasguños en ella, un tic en los músculos del cuello y posteriormente tortícolis, movimientos involuntarios de la cabeza y, finalmente, el animal es incapaz de levantarla del suelo. Lo normal es que se enfermen 1 ó 2 animales por corral y en casos muy severos pueden morir dentro de 3 ó 4 días. Al parecer los avestruces, a medida que aumentan en edad, son más resistentes a la enfermedad.

En necropsias de avestruces que han muerto por Newcastle no se han encontrado lesiones patológicas o histopatológicas específicas. La única forma confiable de reconocer la existencia de esta enfermedad es el aislamiento e identificación del virus, mediante el test de ELISA. No existe tratamiento, aunque puede que algunos animales se recuperen espontáneamente. La prevención consiste en evitar el contacto con otras aves y el uso de vacunas ofrece buenos resultados.

8.5.2. Influenza aviar

La influenza en aves es causada por varias cepas del virus de la influenza, puede ser portado por distintas especies y tiene diferentes grados de patogenicidad en cada una. En avestruces infectadas se han detectado varias cepas de este virus y se ha observado que no todas producen el mismo grado de infección.

La severidad de la enfermedad depende de la edad del avestruz: son mucho más susceptibles los pollos jóvenes que los adultos, al igual que a las complicaciones de infecciones respiratorias y digestivas secundarias. Los síntomas son: depresión severa, problemas respiratorios y orina de color verde.

Las lesiones encontradas en estudios *post mortem* muestran un hígado agrandado, con manchas y muy friable, además de una congestión del intestino delgado que se encuentra lleno de contenido mucoso.

Aunque no hay tratamiento para la influenza, se deben manejar las infecciones secundarias si existen. Las vacunas deben ser específicas para cada cepa del virus; como hay una gran cantidad de cepas distintas, la vacunación realmente no sirve como método preventivo.

8.5.3. Fiebre hemorrágica

Esta enfermedad es transmitida por garrapatas del género *Hyalomma*. En ovejas, bovinos y avestruces provoca una expresión corta y prácticamente sin síntomas; sin embargo en los humanos puede ser mortal. El contagio puede producirse por mordeduras de garrapatas infectadas o por contacto directo con sangre de animales enfermos. No se conocen casos de hombres infectados por el consumo de carne de animales enfermos.

En ensayos realizados con avestruces infectados, se observó que al faenarlas no hay señales del virus en los músculos. Una forma de prevenir es mantener los animales libres de garrapatas.

8.5.4. Otras enfermedades virales

Enfermedad de Borna: es una infección viral de caballos y ovejas que ha causado parálisis y muerte en avestruces jóvenes. El diagnóstico se basa en observaciones de lesiones histológicas de la médula espinal y en el análisis virológico de detección de anticuerpos ELISA.

Virus de viruela aviar: se transmite por la mordedura de un mosquito; sin embargo, para avestruces las fuentes más importantes de infección son las aves silvestres y domésticas. Se producen lesiones alrededor de ojos y boca o problemas de pseudo membranas en la cavidad bucal, laringe y faringe. Esta última forma de expresión del virus puede causar problemas respiratorios y afectar la ingestión de alimentos. En cualquier caso la enfermedad puede desarrollarse por un mes o más y no existe un tratamiento eficaz. Existe una vacuna comercial, que puede ser utilizada en lugares donde la enfermedad es un problema real.

Se han encontrado otros virus en avestruces de menor importancia, que no causan daños graves en planteles comerciales.

8.6. MANEJO SANITARIO

Para mantener avestruces sanos y en buen estado productivo en el largo plazo, se requiere contar con métodos de prevención de enfermedades y de control sanitario; además, los diagnósticos deben basarse, al menos, en el historial clínico completo, en los resultados de necropsias y en los análisis de laboratorio y patología.

En el desarrollo de la producción de estas aves son muy importantes la bioseguridad y la medicina preventiva.

La bioseguridad debe incluir una serie de aspectos que requieren ser llevados a cabo adecuadamente:

- El criadero debe estar lejos de otras producciones avícolas para prevenir contagios y apartado de carreteras muy transitadas para disminuir el estrés en los animales y el contacto con partículas extrañas. Idealmente en el predio no se incluyen otras producciones animales.
- El plantel debe estar cercado para evitar el ingreso de visitantes no deseados. Todas las personas que entren al criadero deben utilizar delantal y botas, previamente desinfectadas.
- Las distintas etapas productivas deben estar separadas unas de otras, en lo posible varios cientos de metros, para evitar contaminación entre ellas.
- La incorporación de ejemplares desde otros planteles es siempre un riesgo de introducción de agentes infecciosos; por lo tanto, los animales nuevos deben adquirirse en planteles que certifiquen estar libres de problemas sanitarios graves. Dentro de lo posible debiera realizarse un período de cuarentena, durante el cual se realicen exámenes de las enfermedades más relevantes.

- Tanto el bebedero como el comedero, deben estar protegidos del acceso de aves silvestres, ya que son vectores de variados patógenos.

La medicina preventiva es aquella que incluye todos los manejos aplicados dirigidos a evitar o minimizar los potenciales daños causados por enfermedades u organismos patógenos. Estas medidas deben ser aplicadas no sólo en el caso de enfermedades infecciosas, sino también en otros problemas que produzcan reducción de la productividad, como huevos infértiles, postura, huevos eclosionados, mortalidad de pollos o mortalidad que afecte la calidad del producto final. Una buena prevención es siempre más rentable o menos costosa que solucionar problemas cuando ya se presentaron y, por lo tanto, tratar a animales enfermos. Algunas medidas preventivas son las siguientes:

- Mantener en buen estado las rejas perimetrales y los corrales, ya que estos sirven, no sólo para mantener los avestruces dentro del corral, sino también para evitar la entrada de depredadores que puedan dañar directamente a los animales o causar situaciones de estrés con la consiguiente disminución de la producción.
- Uno de los puntos fundamentales es la nutrición, ya que animales en buen estado nutritivo tienen su sistema inmunológico funcionando adecuadamente como defensa ante posibles organismos patógenos. Se deben evitar cambios bruscos de alimento o dieta y proporcionar los requerimientos nutritivos para cada etapa de desarrollo y estado de producción.
- Recoger los huevos rápidamente después de la postura, para evitar el excesivo tiempo de contacto con bacterias y hongos que se puedan encontrar en el ambiente.
- Desinfectar en forma periódica la incubadora, la nacedora y los corrales de cría, ya que las condiciones ambientales necesarias en estos lugares son ideales para la proliferación y multiplicación de bacterias, virus y hongos.
- Vacunar a los animales contra enfermedades posiblemente existentes en el lugar de producción. Newcastle es una de las enfermedades contra la

cual es necesario vacunar, si se considera endémica de la región, ya que puede provocar grandes daños, incluida la muerte. La vacuna consiste en gotas aplicadas en los ojos y una vacunación intradérmica posterior; se repite su aplicación a los 6 meses y una vez al año. Otras enfermedades que pueden prevenirse mediante vacunas son: influenza aviar, viruela aviar y algunas veces ántrax y clostridiosis.

- En sistemas de producción avícola en general, es muy común la aplicación de tratamientos preventivos al agua de bebida, aunque en avestruces esta práctica es menos aceptada. Se recomienda realizar un protocolo de prevención analizando las enfermedades que pueden provocar problemas y el costo que provocan en la producción. En general, los avestruces reciben prevención contra enfermedades provocadas por bacterias, hongos, protozoos y parásitos.
- Al igual que en otras producciones animales, se requiere realizar una observación cuidadosa y permanente de los animales, para poder detectar cualquier actitud extraña o indicadora de problemas, como, por ejemplo, animales apartados del grupo y que no coman, entre otros. Además, es necesario realizar exámenes físicos básicos en forma periódica y cuando se detecte algún problema, dicho examen debe ser lo más completo posible.
- Se debe evitar mover los animales de un corral a otro, ya que ello provoca estrés, altera a los animales y aumenta la probabilidad de aves heridas o muertas.
- Para diagnosticar enfermedades puede ser útil la toma de muestras de sangre. En avestruces es un procedimiento medianamente simple, ya que desde pequeños tienen la vena yugular a la vista, de la cual pueden tomarse muestras sin mayores dificultades; los adultos tienen además, la vena del ala muy superficial.

A continuación se señala, en términos generales, un ejemplo de manejo sanitario:

- **Preventivo:**

Bisolet en el agua

Yodo aplicado en el ombligo y saco vitelino

Plocin como antibiótico preventivo

- **Curativo:**

Para casos de impactación: vaselina

Animales enfermos de neumonía: Bezapen

Si se observa decaimiento general: Baytril y Combistrep

Inflamaciones provocadas por golpes: Fenilbutazona y Combistrep

Para realizar estos procedimientos siempre se deben utilizar: guantes, mascarillas, gorros, jeringas y agujas, algodón, bisturí, permanganato y formalina (estos últimos para desinfectar la sala de incubación).

Infraestructura

En este capítulo se muestran gráficamente las diversas instalaciones que forman parte de la infraestructura de una empresa dedicada a la producción de avestruces. Esta se compone de cuatro sectores:

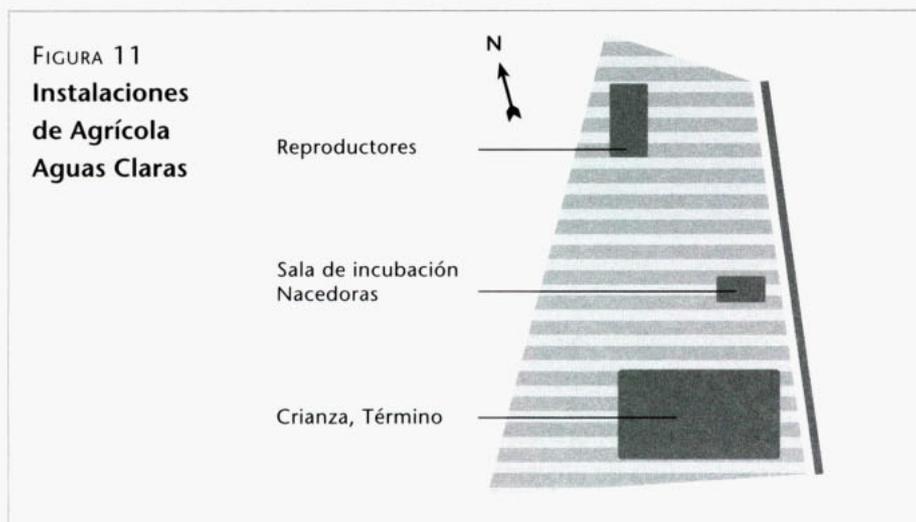
- Reproductores
- Incubación
- Maternidad – Crianza - Término
- Pesaje - Carguío

La mayor parte de esta información corresponde a la organización constituida en torno al proyecto que originó el presente documento (FIA C97-3-P-002, 1997), que se desarrolló en la Agrícola Aguas Claras, V Región (foto 35).



Foto 35. Instalaciones generales

La figura 11 corresponde a un diagrama del emplazamiento de las instalaciones de la Agrícola Aguas Claras.



Sin dudas, existen muchas diferencias entre distintas empresas criadoras de aves-truces respecto del tipo, calidad, cantidad y emplazamiento de las instalaciones; sin embargo, lo señalado en este capítulo sólo constituye un ejemplo general de una empresa dedicada a producir aves-truces en la zona central de Chile. Se incluyen diagramas y fotografías que documentan cada uno de los estamentos involucrados en el sistema productivo y no se detallan los materiales, tamaños y diseños, ya que dicha información fue entregada en los capítulos precedentes.

Cabe señalar que, en relación a la ubicación de las instalaciones, es importante considerar tanto barreras naturales entre los diferentes sectores, como también barreras sanitarias, que permitan un cierto grado de aislamiento entre ellos. Se requiere de una separación y distancia entre los reproductores y las aves jóvenes en crianza, con el objeto de no “distraer” el comportamiento reproductivo (cruzamiento y postura) de los animales mayores. Se ha observado que la presencia de aves jóvenes cercana a los reproductores, puede disminuir los índices de postura.

En cuanto a los aspectos sanitarios, en general, las aves jóvenes son más propensas a contraer enfermedades provenientes de los animales adultos. Esta es otra razón importante para mantener una separación adecuada entre estos dos grupos de animales.

El establecimiento de barreras sanitarias también está dirigido a vectores de difícil control como el hombre y otros animales. Esto se logra, principalmente, por el aislamiento general que debe tener el plantel.

9.1. SECTOR REPRODUCTORES

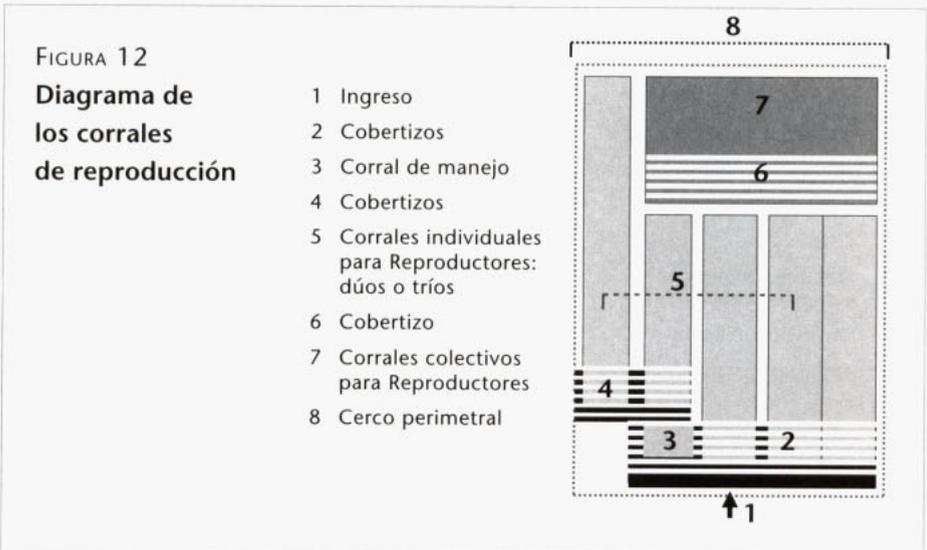


Foto 36. Instalaciones para reproductores (dúos o tríos)



Foto 37. Corral de reproducción. Se observan los cobertizos para refugio y alimentación

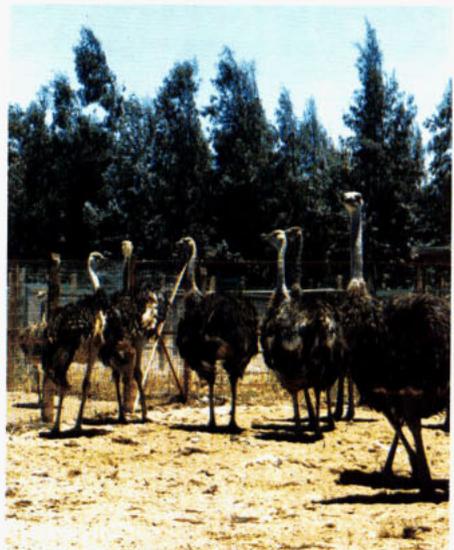
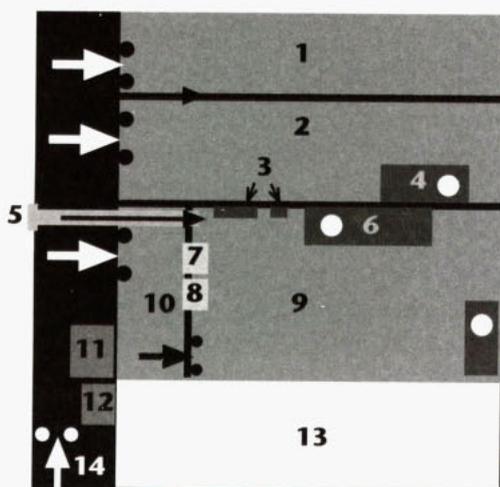


Foto 38. Corral colectivo con reproductores

9.2. SECTOR INCUBACIÓN

FIGURA 13
Diagrama de la planta de incubación

- 1 Sala de fumigación y almacenaje de huevos
- 2 Sala de nacimientos
- 3 Paso de aire y puerta
- 4 Nacedora
- 5 Ventilador: entrada de aire
- 6 Incubadora
- 7 Estufa
- 8 Aire acondicionado y deshumificador
- 9 Sala de incubación
- 10 Ventilador
- 11 Ducha
- 12 Generador de emergencia
- 13 Oficina
- 14 Entrada



Fotos 39 y 40. Incubadoras de diferentes marcas

9.3. SECTOR MATERNIDAD - CRIANZA - TÉRMINO

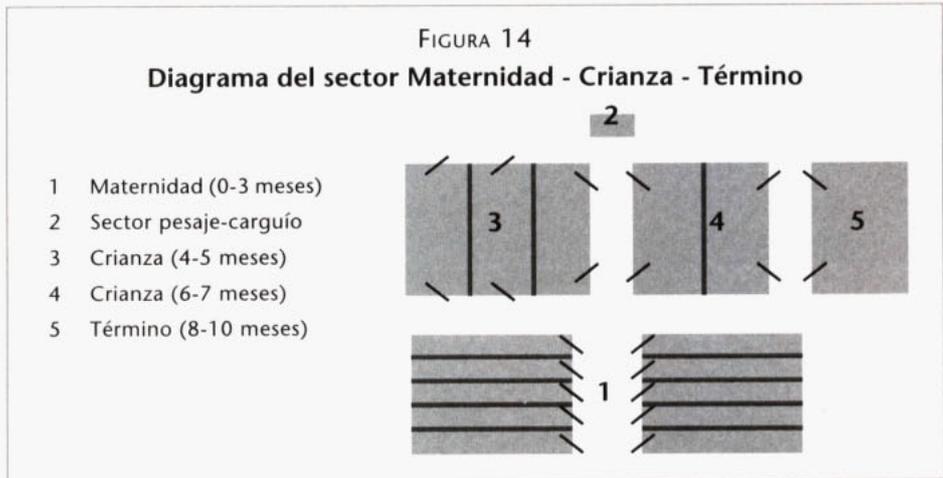


Foto 41. Maternidad con piso plástico

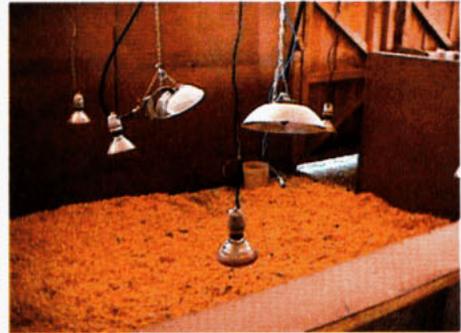


Foto 42. Maternidad con piso de virutas



Foto 43. Corral de crianza (aprox. 3 a 4 meses)



Foto 44. Corral de término (8 a 10 meses)

9.4. SECTOR PESAJE - CARGUÍO

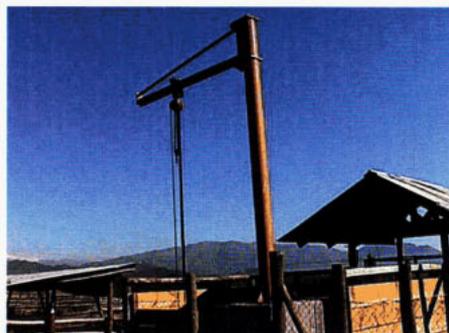
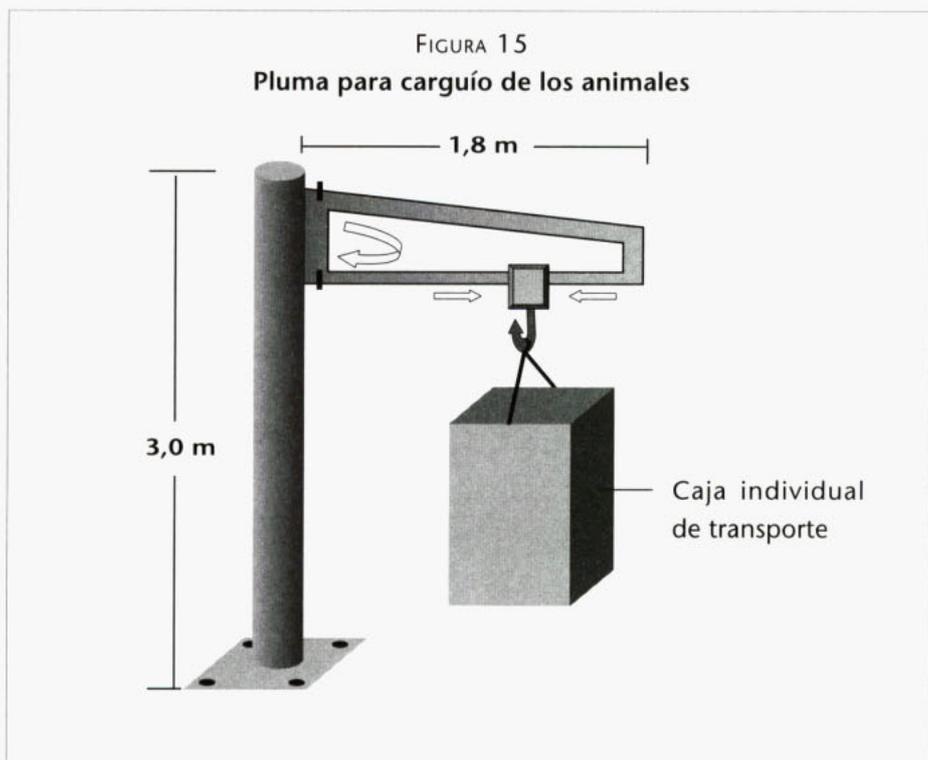


Foto 45. Pluma para carguío de los animales

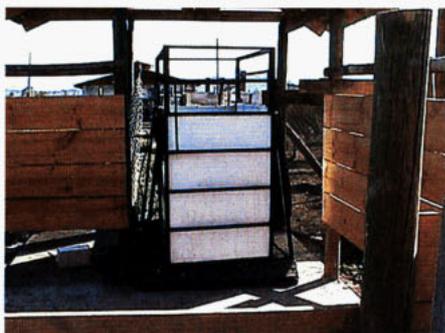


Foto 46. Romana

Estudio económico

Con el fin de evaluar la rentabilidad de la producción de avestruces y de determinar la importancia de las diferentes etapas del proceso productivo, se realizó un modelo computacional piloto (Excel) que simula un plantel de avestruces y que permite obtener información productiva relevante, como costos e ingresos, mediante una serie de simulaciones en relación a la producción.

Actualmente (junio de 2004), éste se encuentra en revisión a fin de lograr una mayor funcionalidad y operatividad.

10.1. INFORMACIÓN REQUERIDA, SUPUESTOS

Los valores de algunos parámetros requeridos deben ser ingresados obligatoriamente por el productor o consultor, ya que son propios de cada caso particular:

- número de tríos (ya que es un dato propio de cada plantel)
- cambio del dólar (debido a sus fluctuaciones)
- precio de compra de cada trío (depende de la genética y de la procedencia)
- costo de mano de obra mensual (los sueldos varían dependiendo del número de trabajadores, nivel de especialización y otros)

Para los otros parámetros (cuadro 34) si no se conocen sus valores se ingresa un cero y el programa utiliza los datos con los que cuenta, que fueron obtenidos en la ejecución del Proyecto FIA C97-3-P-002 (1997).

El objetivo es plantear los tres escenarios posibles que se explican en 10.2 (el peor, el mejor y uno intermedio). En el cuadro 34 se valorizan los distintos parámetros, a modo de ejemplo.

CUADRO 34
Datos de ingreso del modelo económico

Parámetros	Valores
Nº de tríos	10
Fabrica alimentos (si= 1; no = 0)	1
Cambio del dólar	690
Precio faenamiento (\$/kg)	0
Precio desposte (\$/kg)	0
Precio KW/hora	0
Precio cerco (\$/m lineal)	0
Potencial de postura	60
Precio compra tríos (US \$)	6.000
Precio venta carne a productor	7.000
Mano de obra (miles \$/mes)	200

Para el planteamiento de este modelo se partió de un supuesto simple: cada corrida de datos corresponde a un mismo tamaño de plantel (número de animales reproductores), dejando el factor "productividad" para sensibilizarlo en los tres escenarios mencionados anteriormente. Esta alternativa permite una comparación real de un negocio "nuevo", en escenarios distintos, donde se pretende visualizar el resultado final del negocio, dependiendo de la eficiencia productiva.

Además, con este análisis es posible dimensionar la incidencia en el resultado final del negocio, de factores como los costos de: alimentación, reproductores, faenamiento y calefacción, entre otros.

Cabe destacar que pueden plantearse muchos otros supuestos, tal como el efecto del tamaño del plantel, donde entrarían a jugar otras variables, como por ejemplo las economías de escala.

Los parámetros reproductivos y productivos utilizados en el modelo y sus respectivos rangos se muestran en el cuadro 35.

CUADRO 35
Parámetros utilizados en el modelo económico

Parámetros		Rango	
Reproductivos	Postura	30 – 60 (Nº huevos/temporada)	
	Fertilidad de los huevos	70 – 90 %	
	Huevos eclosionados	55 – 70 %	
Productivos	Mortalidad	0 a 1 mes	10 – 20 %
		2 a 3 meses	5 – 10 %
		3 y más meses	2 – 4 %

10.2. INFORMACIÓN OBTENIDA

El modelo entrega tres resultados dependiendo de tres escenarios posibles:

- el peor escenario (Mínimo)
- el mejor escenario (Máximo)
- un resultado intermedio (Promedio), relativo a los rangos de los parámetros indicados anteriormente

Los resultados varían ampliamente de un escenario a otro debido, principalmente, a que la inversión inicial requerida para los tres casos es la misma. Para lograr el mayor número posible de huevos y de animales a término, al iniciar un plantel se deben considerar los requerimientos de reproductores, instalaciones de incubación e infraestructura de corrales. Otra razón que explica la gran diferencia en rentabilidad es el hecho de que los parámetros reproductivos afectan notoriamente el número final de aves proyectadas para faena.

Al analizar los resultados entregados por el modelo, se visualiza la importancia que tiene la realización de manejos adecuados como alimentar correctamente a los animales y lograr el mejor valor del rango para cada parámetro. Además, es importante comenzar con un número razonable de animales (10 tríos), ya que con pocos repro-

ductores tanto el costo inicial como los costos fijos se diluyen en pocos animales para venta o en pocos kilos de carne vendidos, lo que disminuye la diferencia entre ingresos y costos los que, incluso, podrían llegar a ser mayores que los ingresos.

En algunos casos con los mismos datos de ingreso, el peor escenario posible entrega rentabilidades negativas; el intermedio da rentabilidades relativamente buenas y el mejor entrega excelente rentabilidad. Dicho de otro modo, si se gasta lo mismo en mano de obra, alimento, medicamentos, etc., la producción de aves-truces puede ser muy rentable si se logran buenos índices reproductivos y productivos, pero muy mal negocio si el manejo no se lleva a cabo adecuadamente.

El cuadro 36 muestra la salida de datos de acuerdo a los valores entregados.

CUADRO 36
Datos de egreso del modelo económico

Parámetros	Escenario		
	Mínimo	Máximo	Promedio
Nº animales a venta	213	523	368
Ingresos (ch\$)	46.702.593,64	133.905.015,93	90.303.804,78
Costos directos (ch\$)	29.193.800,98	67.556.025,21	48.374.913,09
Costos indirectos (ch\$)	8.485.964,86	10.552.182,95	9.519.073,90
Inversión (ch\$)	83.150.323,86	83.150.323,86	83.150.323,86
Margen bruto (ch\$)	9.022.827,80	55.796.807,77	32.409.817,79

10.3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Luego de aplicar el modelo a la información proporcionada en este ejemplo y de analizar los resultados entregados, se determinó que los costos variables para producir un kilo de carne de avestruz son de alrededor de ch\$ 4.000, lo que significa que la carne no debiera tener precios inferiores para que el negocio sea rentable.

Los datos obtenidos permiten inferir relaciones y sacar conclusiones; por ejemplo, determinar la participación de los distintos componentes de los costos directos e indirectos, que se pueden representar gráficamente como se muestra en las figuras 16 y 17.

FIGURA 16

Participación porcentual de cada componente de los costos directos

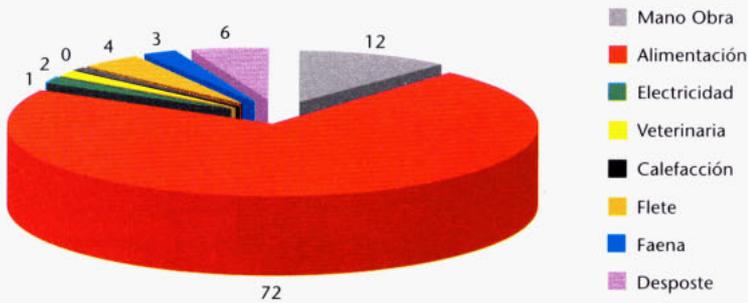
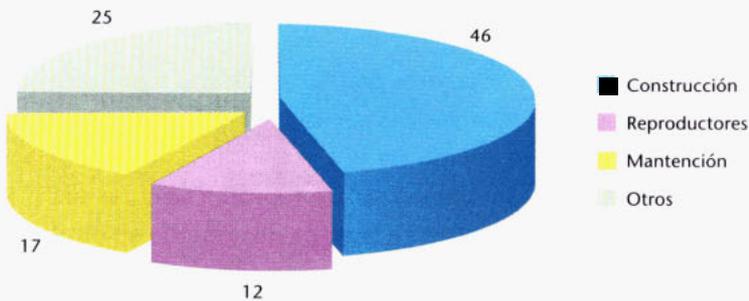


FIGURA 17

Participación porcentual de cada componente de los costos indirectos



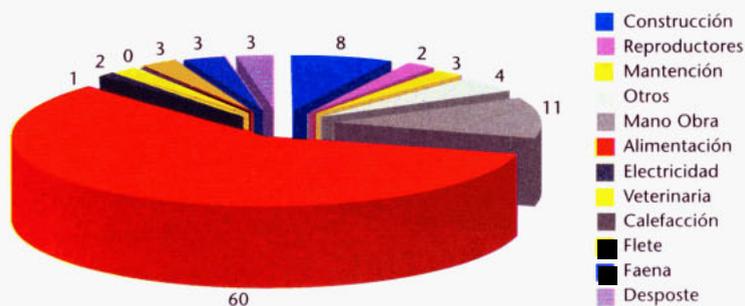
Para obtener los valores de participación de los diferentes costos, se aplica varias veces el programa, entregándole distintos valores de ingreso; después de varias simulaciones se obtiene un promedio de la participación porcentual de cada costo dentro de su categoría.

Con los valores obtenidos se determinó claramente, que el costo de alimentación es el más importante dentro de los costos directos (72%; figura 16); aunque ello era esperable, confirma que, al igual que en otros negocios de producción animal, el de avestruces se ve muy influido por esta variable.

Además, se puede obtener información adicional relativa a la participación de los distintos costos (directos e indirectos) en el costo total, como se observa en la figura 18.

FIGURA 18

Participación porcentual de los componentes de los costos directos e indirectos en el costo total

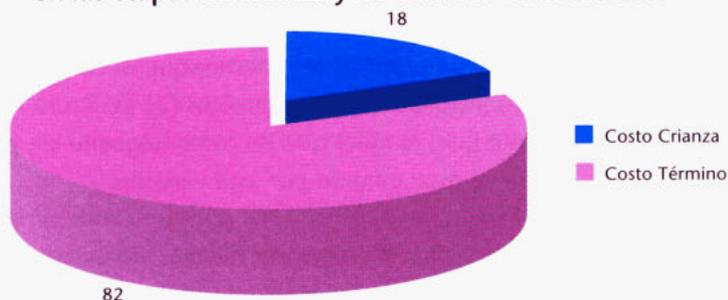


Dentro de los costos totales, la alimentación sigue siendo el componente con mayor participación (60%).

Considerando que algunos productores podrían dedicarse a una sola etapa productiva, se realizaron análisis relativos a la participación de cada etapa en el costo final. Para ello se tomaron en cuenta las dos etapas directamente relacionadas con la producción de carne, sin considerar los reproductores, es decir, la etapa de crianza y la de término (equivalente a la etapa de engorda en otros animales). Se concluyó que la etapa de término es la de mayor costo (82%) en relación a la de crianza (18%; figura 19).

FIGURA 19

Participación porcentual de costos en las etapas de crianza y de término de aves



Bibliografía*

- ADAMS, R., Schmieder, H. and Stadelman, B. 2001. Ostrich muscle identification and suggested carcass, muscle and parts numbers. Purdue University, West Lafayette, Indiana.
- ANGEL, R., 1995. Nutrient profiles of ostrich and emu eggs as indicators of nutritional status of the hen and chick and summary of some vitamin and mineral deficiency. In: Ostrich Odyssey, 1995. Proceeding of the fifth Australian Ostrich Association
- _____. 1996. A review of ratite nutrition. Animal Science Technology (60): 241-246.
- ASOCIACIÓN DE CRIADORES DE AVESTRUCES DE CHILE.
<<http://www.acac.cl/index.htm>>
- AR, A. and Gefen, E. 1998. Further improving hatchability in artificial incubation of ostrich eggs. In: Proc. 2nd International Ratite Congress, South Africa, September, pp.141 – 147.
- AVESTRUCES EL MONTE. Antecedentes, Origen y Evolución [en línea].
<<http://avestruceselmonte.com/english/information.htm>>
- BERRY, J. 2000. Ostrich production. OSU Extension Facts (Oklahoma), 2000, N° 3.988, pp. 1-3.
- BEZUIDENHOUT, A. J. 1986. The topography of the thoracic-abdominal viscera in the ostrich (*Struthio camelus*). Onderstepoort Journal of Veterinary Research 53: 111-117.
- _____. 1993. The spiral fold of the caecum in the ostrich (*Struthio camelus*). Journal of Anatomy, 183: 587-592.

* Direcciones internet vigentes en febrero de 2004.

- BLUE, MTN. 2000. Blue Mountain ostrich leather grading system [en línea]. <<http://www.blue-mountain.net/feed/p0001619.htm>>
- BRAKE, J. D. 1997. Ratite nutrition and feeding. Virginia State University [en línea]. Disponible en: <www.ext.vt.edu/pubs/poultry/factsheets/7.html>
- BRERETON, D. A., Jeremiah, L. E., Jones, S. D. M., Robertson, W. M. and Schaefer, A. L. 1995. Carcass yield and meat quality of ostriches under two different ante-mortem management regimes [en línea]. Agriculture and Agri-Food, Canada. Disponible en: <<http://www.ostrich.ca/pages/Ostrich%20report%201.htm>>
- _____. Robertson, W. M. and Schaefer, A. L. 1995. Carcass yield and meat quality of ostriches under two different ante-mortem management regimes (II) [en línea]. Agriculture and Agri-Food, Canada. Disponible en: <<http://www.ostrich.ca/pages/Ostrich%20report%203.htm>>
- BURLINI, F. 2000. El colesterol en la carne de avestruz [en línea]. Disponible en: <<http://www.alternativasganaderas.com/avestruces/4/aves4-2.html>>
- _____. 2001 a. Características de la carne de avestruz [en línea]. Disponible en: <<http://www.alternativasganaderas.com/avestruces/7/aves7-1.html>>
- _____. 2001 b. La ternura y el sabor en la carne de avestruz [en línea]. Disponible en: <<http://www.alternativasganaderas.com/avestruces/7/aves7-2.html>>
- CAMIRUAGA, M., Simonetti, C. y García, F. 2000. Validación de la espectrofotometría de absorción atómica para la determinación de óxido crómico en ensayos de digestibilidad en aves. Resúmenes XXV Reunión Anual, SOCHIPA. Octubre, Puerto Natales, XII Región, Chile.
- _____. 2001. Taller Rubro Avestruces. Seminario organizado por Fundación para la Innovación Agraria FIA. Noviembre, Santiago, Chile.
- _____. 2001. Avestruz. Negocio, presente y futuro. Seminario Internacional, Asociación de Criadores de Avestruces de Chile. Diciembre, Santiago, Chile.
- _____. y Simonetti, C. 2001. Avestruces. Sistema digestivo y su alimentación. Agronomía y Forestal UC. Octubre. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- _____. 2002. Evaluación de la adaptación y desarrollo de un sistema de producción de avestruces en la zona central (V, VI y RM) para la producción de carne, cuero, aceite y plumas de calidad de mercado. [Propuesta e informe final Proyecto FIA C97-3-P-002].* Santiago, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. s.p.

* Disponibles para consulta en los Centros de Documentación de FIA.

- _____. 2002. Compendio Producción de avestruces. Santiago, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. 182 pp.
- CANADIAN OSTRICH ASSOCIATION. <<http://www.ostrich.ca/index.htm>>
- CAÑAS, R. 1998. Alimentación y Nutrición Animal. (2ª ed.). Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- CILLIERS, S. C., Hayes, J. P., Maritz, J. S., Chwalibog, A. and Du Preez, J. J. 1994. True and apparent metabolizable energy values of lucerne and yellow Maize in adult roosters and mature ostriches (*Struthio camelus*). British Society of Animal Science, 59: 309-313.
- _____, _____, Sales, J., Chwalibog, A. and Du Preez, J. J. 1998 a. The additivity of TMEn values of various ingredients in a complete diet for ostriches and adult roosters. Animal Feed Science Technology, 71: 369-373.
- _____, _____, _____, Sales, J. and Du Preez, J. J. 1998 b. Determination of energy, protein and amino acids requirements for maintenance and growth in ostriches. Animal Feed Science Technology, 72: 283-293.
- CROSSLEY, J. 2001. Fisiología: particularidades funcionales del avestruz. Resumen de Presentaciones. Curso Especializado en Producción de Avestruces: nutrición, manejo y patología. Abril 18 - 21. Universidad Santo Tomás. Santiago, Chile.
- DEEMING, D. C. 1993. The incubation requirements of ostrich (*Struthio camelus*) eggs and embryos. In: Bryden, D.I. In: Ostrich Odyssey: Proceedings of the Meeting of the Ostrich Australian Association, 217, Post Graduate Committee in Veterinary Science, University of Sydney, pp.1-66
- _____. and Ayres, L. 1994. Egg size and hatchability in ostriches. The Ostrich News 7(73), 52-54.
- _____. 1995. Factors affecting hatchability during commercial incubation of ostriches (*Struthio camelus*). British Poultry Science 36: 51-65.
- _____. 1996 a. Production, fertility and hatchability during commercial incubation of ostrich eggs on a farm of the United Kingdom. Animal Science 67: 329-336.
- _____. 1996 b. Microbial spoilage of ostrich (*Struthio camelus*) eggs. British Poultry Science 37: 689-693.
- _____. 1997. Ratite egg incubation - a practical guide. Ratite Conference, Buckinghamshire. 182 pp. Available from D.C. Deeming e-mail: charlie@deemingdc.freeseve.co.uk

- _____. 1999. The ostrich. Hatchery Consulting and Research, Wallingford and University of Manchester, UK.
- DEEMING PUBLICATIONS [on line].
<<http://www.deemingdc.freemove.co.uk/publications.htm>>
- FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA (FIA). 1996. Explotación comercial del Avestruz. Antecedentes generales. Santiago, Chile. Disponible en: <<http://www.acac.cl/fia/fiamain.htm>>
- GARCÍA, F., Cretton, P., Camiruaga, M., Tesser, B. y Abasto, P. 2001. Uso de pre y probióticos como promotores de crecimiento en pollos broilers. XXVI Reunión Anual y Simposio Internacional en Producción Animal y Medio Ambiente, SOCHIPA, Julio. Reg. Metropolitana, Santiago, Chile.
- HUCHZERMEYER, F.W., 1994. Ostrich diseases. Agricultural Research Council, Pretoria, South Africa.
- _____. 1994. Veterinary problems. Agricultural Research Council, Pretoria, South Africa.
- LARBIER, M. and Leclercq, B., 1992. Nutrition et alimentation des volailles. INRA Editions, París; Francia. 335 pp.
- MANN, A. 2001. Características generales de ratites. Resumen de Presentaciones. Curso Especializado en Producción de Avestruces: nutrición, manejo y patología. Abril 18 - 21. Universidad Santo Tomás. Santiago, Chile.
- MANITOBA OSTRICH SKILLS TRAINING (M. O. S. T). 1997. Programa de entrenamiento M.O.S.T. Can/Man Ostrich Industry Development Corporation. Manitoba, Canadá.
- PERELMAN, B. 1998. Veterinary aspects of preventive medicine in ostrich. Proceedings of the 2nd International Ratite Conference. Oudshoorn, South Africa (21 – 25 Sept.). Pp.: 181- 186.
- PRADO, L. 2001. Proceso del curtido de piel de avestruz [en línea]. Disponible en: <<http://cueronet.com/exoticas/curtidoaves.htm>>
- RANCHO ORO NEGRO, 2001. Pielés exóticas: El Avestruz [en línea]. Disponible en: <<http://www.cueronet.com/exoticas/pielavestruz.htm>>
- RANDALL, D., Burggren, W. and French, K. 1998. Fisiología animal. Mecanismos y adaptaciones. 2ª ed. McGraw-Hill Interamericana. Madrid, España. 795 pp.
- ROMAIRONE, A. 1999 a. Pasos del sacrificio: desplume, desollado y eviscerado [en línea]. Disponible en: <<http://www.alternativasganaderas.com/avestruces/4/aves4-4.html>>

* Informe técnico final disponible para consulta en los Centros de Documentación de FIA.

- _____. 1999 b. Selección del animal para sacrificio y llegada al matadero [en línea]. Disponible en:
<<http://www.alternativasganaderas.com/avestruces/4/aves4-2.html>>
- SAMBRAUS, H. 1995. Verhaltensstörungen der Nahrungsaufnahme bei Afrikanischen Straussen (Behavioural disorders in the food intake of ostriches). *Berliner Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 108: 344-346.
- SCHEIDELER, S. 1996. A comparative study of fiber digestion and subsequent nutrient absorption in the Ostrich versus the Ruminant [en línea]. Disponible en: <<http://www.ianr.unl.edu/pubs/nebfacts/nf251.htm>>
- _____ and Sell, J., 1997. Nutrition guidelines for ostriches and emus [en línea]. Disponible en: <<http://www.exnet.iastate.edu/Publications/PM1696.pdf>>
- SIERRA, J. 2001. Los secretos del continente negro [en línea]. Disponible en: <<http://www.alternativasganaderas.com/avestruces/11/11.htm>>
- SILVA, J. 2001. Faenamiento de avestruces. Resumen de Presentaciones. Curso Especializado en Producción de Avestruces: nutrición, manejo y patología. Abril 18 - 21. Universidad Santo Tomás. Santiago, Chile.
- SIMONETTI, C. 2001. Nutrición y alimentación de avestruces, Seminario de Postgrado, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- _____. 2001. Determinación de la digestibilidad del heno de alfalfa y el afrechillo de trigo en avestruces, utilizando diferentes niveles de inclusión y cromo como marcador. Tesis de Postgrado. Depto. Zootecnia, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- ULLREY, D. and Allen, M. 1996. Nutrition and feeding of ostriches. *Animal Feed Science Technology*, 59: 27-36.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). Agricultural Handbook 8. 2002 [en línea]. USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 16-1. Nutrient Data Laboratory Home Page. Disponible en: <<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>>
- THE TEXAS A&M UNIVERSITY. 1993. Ostrich Meat Industry Development. Final Report. Texas Agricultural Extension Service. Department of Animal Science.

TÍTULOS PUBLICADOS POR FIA

Serie "ESTUDIOS PARA LA INNOVACIÓN"

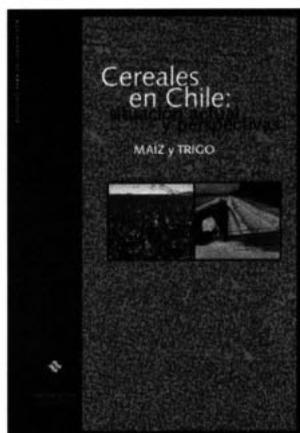
- **Especies florícolas evaluadas en Chile:** resultados de proyectos impulsados por FIA
- **Hortalizas orgánicas evaluadas en Chile:** resultados de proyectos impulsados por FIA
- **Cereales en Chile:** situación actual y perspectivas; maíz y trigo
- **Plantas medicinales y aromáticas evaluadas en Chile;** resultados de proyectos impulsados por FIA
- **Cómo producir y procesar plantas medicinales y aromáticas de calidad**
- **Frambuesas en Chile,** sus variedades y características
- **El mercado de la producción agrícola orgánica en la Unión Europea**
- **Frutales de hoja persistente en Chile,** situación actual y perspectivas
- **Bosque nativo en Chile,** situación actual y perspectivas
- **Camélidos en Chile,** situación actual y perspectivas

Serie "MANUALES PARA LA INNOVACIÓN"

- **El avestruz,** sistema de producción en Chile
- **Agroturismo,** una opción innovadora para el sector rural
- **Elaboración de productos con leche de cabra**
- **El acacio (*Robinia pseudoacacia*),** una alternativa para producir postes y polines

Serie "RESULTADOS DE GIRAS Y CONSULTORÍAS"

- **Bovinos de carne y leche**
- **Cultivos y Cereales**
- **Fruticultura**
- **Agroturismo**
- **Sector forestal**
- **Riego y drenaje**
- **Agricultura sustentable**

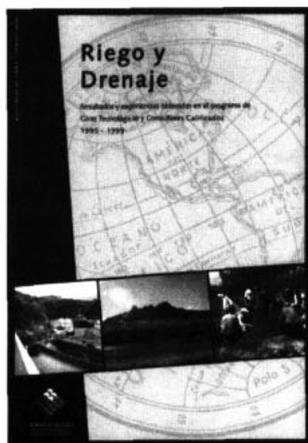


Serie "ESTRATEGIAS DE INNOVACIÓN AGRARIA"

- Producción de carne bovina
- Producción de cereales: maíz y trigo
- Plantaciones forestales
- Bosque nativo
- Producción de berries
- Producción de frutales de hoja caduca
- Producción de frutales de hoja persistente
- Producción olivícola
- Producción de frutales de nuez
- Ganadería de camélidos
- Producción de plantas medicinales y aromáticas
- Floricultura
- Producción de hortalizas
- Producción de carne ovina
- Producción de leche caprina
- Producción de leche ovina

OTROS TÍTULOS

- Investigación y desarrollo en biotecnología silvoagropecuaria: situación actual chilena. Presentaciones del Seminario realizado por FIA en Santiago, julio de 2002
- Transición exitosa hacia la agricultura orgánica (FIA, FIBL, AAOCh)
- Diseño y establecimiento de huertos frutales de alta densidad; pomáceas y carozos (FIA, FIBL, AAOCh)
- Manejo de huertos frutales de alta densidad; pomáceas y carozos (FIA, FIBL, AAOCh)
- Directorio de Investigadores en Agricultura
- Nuevos productos del campo. Recetas tradicionales y modernas



EDICIÓN DE TEXTOS
Gisela González Enei

DIAGRAMACIÓN
Guillermo Feuerhake

IMPRESIÓN
Imprenta Salesianos S.A.

La Fundación para la Innovación Agraria (FIA), del Ministerio de Agricultura, tiene la función de impulsar y promover la innovación en las distintas actividades de la agricultura nacional, para contribuir a su modernización y fortalecimiento. Así, la labor de FIA busca mejorar la rentabilidad del sistema productivo y la competitividad del sector agrario, a fin de favorecer el crecimiento económico del país y ofrecer mejores perspectivas de desarrollo a los productores y productoras agrícolas, mejorando las condiciones de vida de las familias rurales.

Para ello, FIA impulsa, coordina y entrega financiamiento para el desarrollo de iniciativas, programas y proyectos orientados a incorporar innovación en los procesos productivos, de transformación industrial o de comercialización en las áreas agrícola, pecuaria, forestal y dulceacuícola, con los objetivos de:

- aumentar la calidad, la productividad y la rentabilidad de la agricultura
- diversificar la actividad sectorial
- incrementar la sustentabilidad de los procesos productivos
- promover el desarrollo de la gestión agraria

En este marco, FIA, en su esfuerzo por impulsar la diversificación de la agricultura nacional, estimó oportuno apoyar en 1997 el proyecto "Evaluación de la adaptación y desarrollo de un sistema de producción de avestruces en la zona central (V, VI y RM), para la producción de carne, cuero, aceite y plumas de calidad de mercado", que desarrolló la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Esta publicación entrega los resultados de ese proyecto, que concluyó en el año 2003, así como información técnica adicional de interés para los productores interesados en este rubro.