

AVES DE CARNE 

BASES ZOOTÉCNICAS PARA EL CÁLCULO DEL BALANCE ALIMENTARIO DE NITRÓGENO Y DE FÓSFORO



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

AVES DE CARNE

BASES ZOOTÉCNICAS PARA
EL CÁLCULO DEL BALANCE
ALIMENTARIO DE NITRÓGENO
Y DE FÓSFORO



Madrid, 2017

Dirección científica y ponente:

Dr. Carlos Garcés Narro

Profesor Agregado de la Universidad CEU Cardenal Herrera de Valencia. Facultad de Veterinaria. Departamento de Producción y Sanidad Animal, Salud Pública Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

Presidente de la Asociación Española de Ciencia Avícola, rama española de la World's Poultry Science Association.

Coordinación:

Subdirección General de Medios de Producción Ganaderos
Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios
Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente

Supervisión:

Subdirección General de Calidad del Aire y Medio Ambiente Industrial
Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural
Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente

Apoyo técnico, desarrollo metodología para el cálculo de la excreta de nitrógeno, caracterización del sector aves de carne, recogida y cálculo de datos para la serie de aves de carne:

TRAGSATEC (GRUPO TRAGSA)

Revisión:

- Área de Alimentación Animal
- Área de Zootecnia
- Área de Gestión Ambiental

Subdirección General de Medios de Producción Ganaderos

- Unidad de Inventarios

Subdirección General de Calidad del Aire y Medio Ambiente Industrial

- Subdirección General de Estadística
- Subdirección General de Productos Ganaderos
- Dirección General de Sanidad de la Producción Agraria
- Oficina Española del Cambio Climático



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACION Y MEDIO AMBIENTE

Edita:

© Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

Distribución y venta:
Paseo de la Infanta Isabel, 1
28014 Madrid
Teléfono: 91 347 55 41
Fax: 91 347 57 22

Diseño, maquetación, impresión y encuadernación:

Taller del Centro de Publicaciones del MAPAMA

Ilustraciones cubierta

Enrique Moreiro, 2016. Técnica: acuarela

NIPO: 013-17-221-4 (papel)
NIPO: 013-17- 222-X (línea)
Depósito Legal: M-30621-2017

Tienda virtual: www.mapama.gob.es
centropublicaciones@mapama.es

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:
<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

Datos técnicos: Formato: 29,7x21 cm. Caja de texto: 25,2x15,8 cm. Composición: Una columna. Tipografía: Times New Roman a cuerpo 11. Encuadernación: Fresado. Papel: Igloo Silk 90 gramos. Cubierta en estucado semimate de 250 gramos.

En esta publicación se ha utilizado papel 100% reciclado libre de cloro.



CARTA DE PRESENTACIÓN DEL MAPAMA

Las actividades ganaderas contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero y de otros contaminantes a la atmósfera. La fermentación entérica de los animales libera directamente metano (CH₄), mientras que su excreta emite, además de metano, amoníaco (NH₃), óxidos de nitrógeno (NO, NO₂, N₂O) y otros compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM). Por otra parte, las tareas necesarias para la cría y manejo del ganado y de su excreta generan material particulado que permanece en suspensión aérea y que puede afectar a la salud humana y al balance de la radiación terrestre.

En virtud de los compromisos adquiridos, el Sistema Español de Inventarios (SEI) tiene la responsabilidad de elaborar el cómputo total de dichas emisiones, que deben ser estimadas de acuerdo con directrices establecidas por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) y el Programa Europeo de Evaluación y Control Ambiental (EMEP/EEA). Adicionalmente, el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente debe elaborar anualmente un “Balance de Nitrógeno y Fósforo en la Agricultura Española” (BNAE), a nivel NUTS 2 (Nomenclatura de las Unidades Territoriales Estadísticas), para dar respuesta a los requerimientos de Eurostat.

Con el objetivo final de mejorar las estimaciones de emisiones del “Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero” y el “Balance de Nitrógeno y Fósforo en la Agricultura Española”, el MAPAMA ha elaborado el presente documento, desarrollando una **metodología propia para determinar coeficientes nacionales de excreta y factores de emisión vinculados con la actividad de la avicultura de carne** en España. Con este documento se proporciona una detallada y completa información para satisfacer las necesidades del SEI y del BNAE en lo que respecta a las aves destinadas a la producción de carne.

En la elaboración de esta metodología se ha buscado la representatividad, completitud, coherencia, transparencia y comparabilidad, que permitan satisfacer los requisitos de las Directrices del IPCC incluidas en las Guías metodológicas de 2006 para la elaboración de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC-2006), y de las Guías conjuntas del Programa Europeo de Evaluación y Control de 2016. (EMEP/EEA-2016), en lo que respecta a las obligaciones de reporte de emisiones de contaminantes atmosféricos del Sistema Español de Inventarios.

La metodología desarrollada cumple el objetivo de satisfacer los requisitos establecidos en las guías IPCC (2006) y EMEP/EEA (2016). La información que este texto proporciona permite abordar la estimación de las emisiones de NH₃, NO, NO₂, N₂O, CH₄, COWNM, así como la materia particulada (PM_{2,5}, PM₁₀ y TSP) con un nivel avanzado (TIER II).

A fin de garantizar la transparencia en la determinación de estas emisiones, se procede a la publicación de la metodología, parámetros y datos utilizados, los cuales serán de obligada revisión en la medida que avancen los conocimientos científicos y técnicos, y, al menos, con una periodicidad quinquenal. Cualquier comentario o consideración que se pueda aportar, con el consiguiente respaldo documental, serán bienvenidos de cara a las revisiones futuras.

La redacción de este documento no hubiera sido posible sin la colaboración desinteresada de un número importante de profesionales del ámbito de la investigación y las empresas privadas, que han aportado datos esenciales para su elaboración. A todos ellos, muchas gracias.

Atentamente,

Fernando Miranda Sotillos
Director General de Producciones y Mercados Agrarios

Javier Cachón de Mesa
*Director General de Calidad y Evaluación Ambiental
y Medio Natural*



ÍNDICE

■ 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
■ 2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA	3
■ 3. CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR AVÍCOLA DE CARNE.....	5
3.1. BROILERS.....	6
3.2. POLLITAS Y GALLINAS REPRODUCTORAS	7
■ 4. CENSOS	9
■ 5. CATEGORÍAS PRODUCTIVAS	11
■ 6. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS	13
6.1. EDADES, PESOS Y PERIODO PRODUCTIVO EN BROILERS (categoría k_1)	13
6.2. EDADES, PESOS Y PERIODO PRODUCTIVO EN GALLINAS REPRODUCTORAS (categorías k_2 y k_3)	13
6.3. PESO MEDIO Y GMD DE CADA CATEGORÍA.....	14
6.4. PERIODO DE NO OCUPACIÓN	15
6.5. CICLOS	16
6.6. RENDIMIENTO PRODUCTIVO	16
■ 7. DISTRIBUCIÓN DE LAS CATEGORÍAS PRODUCTIVAS	19
7.1. POBLACIÓN MEDIA ANUAL NACIONAL DE BROILERS	19
7.2. REPARTO PROVINCIAL DE LOS BROILERS CRIADOS.....	19
7.3. POBLACIÓN MEDIA ANUAL NACIONAL DE GALLINAS REPRODUCTORAS CARNE (categoría k_3)	21
7.4. POBLACIÓN MEDIA ANUAL NACIONAL DE POLLITAS RECRÍA CARNE (categoría k_2)	22
7.5. REPARTO PROVINCIAL DE POLLITAS RECRÍA CARNE Y GALLINAS REPRODUCTORAS CARNE	22
■ 8. BALANCE ALIMENTARIO.....	25
8.1. NECESIDADES DE ENERGÍA.....	26
8.1.1. Necesidades diarias de energía no productiva.....	27
8.1.2. Necesidades diarias de energía productiva	28
8.1.3. Necesidades diarias de energía para cada categoría productiva	30
8.1.4. Necesidades anuales de energía para cada categoría productiva	31

8.2. NECESIDADES DE PROTEÍNA	31
8.3. NECESIDADES DE FÓSFORO	32
8.4. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA ALIMENTACIÓN ANIMAL	33
8.4.1. Uso de fuentes de proteína	34
8.4.2. Materias primas que aportan energía	35
8.4.3. Aporte de fósforo.....	35
8.4.4. Incorporación a los piensos de nuevos aditivos	35
8.5. CARACTERÍSTICAS DE LA RACIÓN: TIPO, ENERGÍAS, PROTEÍNA BRUTA Y DIGESTIBILIDAD DE LAS RACIONES	37
8.6. INGESTIÓN DE MATERIA SECA.....	50
8.7. INGESTIÓN DE ENERGÍA, PROTEÍNA BRUTA, NITRÓGENO Y FÓSFORO.....	50
8.8. RETENCIÓN DE NITRÓGENO.....	51
8.8.1. Nitrógeno utilizado en el mantenimiento	51
8.8.2. Retención de nitrógeno en el crecimiento	51
8.8.3. Retención de nitrógeno en la producción de huevos	52
8.8.4. Retención de nitrógeno en cada categoría productiva....	52
8.9. RETENCIÓN DE FÓSFORO	52
8.9.1. Retención de fósforo en el crecimiento	53
8.9.2. Retención de fósforo en la producción de huevos	53
8.10. EXCRECIÓN DE NITRÓGENO	53
8.11. EXCRECIÓN DE FÓSFORO	54
■ 9. CAMA DE LAS GRANJAS (YACIJA).....	57
■ 10. EXCRECIÓN DE SÓLIDOS VOLÁTILES.....	59
■ 11. FERMENTACIÓN ENTÉRICA	61
■ 12. RESULTADOS	63
■ 13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Categorías productivas en aves de carne (edades en la actualidad)	11
Tabla 2.	Edades, peso y periodo productivo de <i>broilers</i> (k_1).....	13
Tabla 3.	Edades, peso y periodo productivo de pollitas de recría carne (k_2).....	14
Tabla 4.	Edades, peso y periodo productivo de gallinas reproductoras carne (k_3).....	14
Tabla 5.	Periodo de no ocupación (v_j) (días).....	15
Tabla 6.	Evolución de rendimientos de gallinas reproductoras pesadas	17
Tabla 7.	Peso medio del huevo y masa diaria de huevos en gallinas reproductoras pesadas	17
Tabla 8.	Reparto provincial de <i>broilers</i> criados según REGA, b_i (%)	19
Tabla 9.	Reparto provincial de pollitas recría carne, <i>poll2</i> , y gallinas reproductoras carne, <i>gall3</i> , según REGA 2010 y 2015 (%).....	23
Tabla 10.	Coefficientes de ganancia de proteína ($Frac_{proteína}$) y de grasa ($Frac_{grasa}$) en <i>broilers</i> (k_1).....	29
Tabla 11.	Coefficientes de ganancia de proteína ($Frac_{proteína}$) y de grasa ($Frac_{grasa}$) en <i>pollitas recría carne</i> (k_2).....	29
Tabla 12.	Coefficientes de ganancia de proteína ($Frac_{proteína}$) y de grasa ($Frac_{grasa}$) en <i>gallinas reproductoras carne</i> (k_3).....	30
Tabla 13.	Ecuaciones de energía metabolizable total necesaria.....	30
Tabla 14.	Hitos en la alimentación de pollos de carne a lo largo de los años	37
Tabla 15.	Proporción de piensos empleados en <i>broilers</i> (k_1)	38
Tabla 16.	Características de los ingredientes de los concentrados utilizados sobre materia fresca	40
Tabla 17.	Características de los ingredientes de los concentrados utilizados sobre materia seca.....	42
Tabla 18.	Concentrados “tipo” empleados en <i>broilers</i> (categoría k_1). Proporción de componentes en materia seca (%). Años 1990 a 2004	43
Tabla 19.	Concentrados “tipo” empleados en <i>broilers</i> (categoría k_1). Proporción de componentes en materia seca (%). Años 2005 a 2015	44
Tabla 20.	Concentrado “tipo” promedio empleado en <i>broilers</i> (categoría k_1). Proporción de componentes en materia seca (%)	45
Tabla 21.	Concentrados “tipo” empleados en pollitas de recría carne (categoría k_2). Proporción de componentes en materia seca (%).....	46
Tabla 22.	Concentrado “tipo” promedio empleado en pollitas de recría carne (categoría k_2). Proporción de componentes en materia seca (%).....	47
Tabla 23.	Concentrados “tipo” empleados en gallinas reproductoras carne (categoría k_3). Proporción de componentes en materia seca (%).....	48
Tabla 24.	Características de las raciones en aves de carne en la serie histórica	49

Tabla 25.	Ecuaciones de N retenido	52
Tabla A-1.	Cálculo de la población promedio anual a nivel nacional 1990-2004	71
Tabla A-2.	Cálculo de la población promedio anual a nivel nacional 2005-2015	72
Tabla A-3.	Población promedio anual 1990-2004.....	73
Tabla A-4.	Población promedio anual 2005-2015.....	73
Tabla A-5.	Distribución provincial de la población promedio anual de <i>broilers</i> (k_1) 1990-2002.....	74
Tabla A-6.	Distribución provincial de la población promedio anual de <i>broilers</i> (k_1) 2003-2015.....	76
Tabla A-7.	Distribución provincial de la población promedio anual de pollitas recria carne (k_2) 1990-2002	78
Tabla A-8.	Distribución provincial de la población promedio anual de pollitas recria carne (k_2) 2003-2015	80
Tabla A-9.	Distribución provincial de la población promedio anual de gallinas reproductoras (k_3) 1990-2002	82
Tabla A-10.	Distribución provincial de la población promedio anual de gallinas reproductoras (k_3) 2003-2015	84
Tabla A-11.	Datos productivos y energía necesaria para las categorías productivas k_j	86
Tabla A-12.	Coefficientes obtenidos para las categorías productivas k_j	87



ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: peso medio de las categorías <i>j</i>	14
Ecuación 2: ganancia media diaria de las categorías <i>j</i>	15
Ecuación 3: ciclos productivos	16
Ecuación 4: tasa media de puesta.....	16
Ecuación 5: población media anual nacional de <i>broilers</i>	19
Ecuación 6: número de pollos criados en cada provincia.....	19
Ecuación 7: población total media anual de gallinas reproductoras carne en España	21
Ecuación 8: población total media anual de gallinas reproductoras carne en España: simplificado.....	21
Ecuación 9: población total media anual de pollitas recría carne en España.....	22
Ecuación 10: población media anual de pollitas recría carne en cada provincia.....	22
Ecuación 11: población media anual de reproductoras carne en cada provincia.....	23
Ecuación 12: población total media anual de pollitas recría carne en España.....	23
Ecuación 13: población total media anual de reproductoras carne en España	23
Ecuación 14: energía metabolizable necesaria total	26
Ecuación 15: energía metabolizable necesaria no productiva	26
Ecuación 16: energía metabolizable necesaria productiva	26
Ecuación 17: energía metabolizable necesaria para mantenimiento.....	27
Ecuación 18: peso medio de reproductoras carne.....	27
Ecuación 19: energía metabolizable necesaria para termorregulación	28
Ecuación 20: energía metabolizable necesaria para el crecimiento.....	28
Ecuación 21: energía metabolizable necesaria para la ganancia de grasa	28
Ecuación 22: energía metabolizable necesaria para la ganancia de proteína.....	28
Ecuación 23: energía metabolizable necesaria para la ganancia de peso en reproductoras carne.....	29
Ecuación 24: energía metabolizable necesaria para la producción de huevos.....	30
Ecuación 25: energía metabolizable necesaria total anual.....	31
Ecuación 26: proteína bruta necesaria	32
Ecuación 27: energía bruta de las materias primas	40
Ecuación 28: materia seca ingerida diaria	50
Ecuación 29: materia seca ingerida anual.....	50
Ecuación 30: energía metabolizable ingerida anual.....	50
Ecuación 31: proteína bruta ingerida anual	50

Ecuación 32: nitrógeno ingerido anual	50
Ecuación 33: fósforo digestible ingerido anual	51
Ecuación 34: fósforo no digestible ingerido anual	51
Ecuación 35: nitrógeno retenido anualmente en el mantenimiento	51
Ecuación 36: nitrógeno retenido anualmente en el mantenimiento de reproductoras	51
Ecuación 37: proteína bruta retenida diariamente en el crecimiento	51
Ecuación 38: nitrógeno retenido diariamente en el crecimiento.....	52
Ecuación 39: nitrógeno retenido anualmente en el crecimiento	52
Ecuación 40: proteína bruta retenida anualmente en el huevo	52
Ecuación 41: nitrógeno retenido anualmente en el huevo	52
Ecuación 42: fósforo digestible retenido anualmente	52
Ecuación 43: fósforo digestible retenido anualmente en el crecimiento	53
Ecuación 44: fósforo digestible retenido anualmente en el huevo	53
Ecuación 45: nitrógeno excretado anualmente	54
Ecuación 46: nitrógeno excretado anualmente: simplificado	54
Ecuación 47: nitrógeno no amoniacal excretado anualmente.....	54
Ecuación 48: nitrógeno amoniacal excretado anualmente.....	54
Ecuación 49: fósforo excretado anualmente	55
Ecuación 50: excreción de sólidos volátiles (IPCC, 2006).....	59
Ecuación 51: excreción de sólidos volátiles (variante).....	59
Ecuación 52: excreción de sólidos volátiles (simplificada)	59



GLOSARIO

A.E.: Anuario de Estadística

b_i : proporción de broilers criados en una provincia i con respecto al total nacional

CH_4 : metano

CO_2 : dióxido de carbono

$Coef_{mant}$: necesidad unitaria por peso metabólico

$Coef_{term}$: energía metabolizable necesaria por cada °C de variación de la temperatura ambiente sobre la temperatura límite

$D_{MSingerida}$: digestibilidad de la materia seca ingerida

$DP_{Ración}$: digestibilidad del fósforo de la ración

DPB_j : digestibilidad real de proteína bruta ingerida por una categoría k_j

$DPB_{Ración}$: digestibilidad aparente de la proteína bruta de la ración

DR: digestibilidad real

e_{0-j} : edad inicial de una categoría productiva k_j

e_{f-j} : edad final de una categoría productiva k_j

EB: energía bruta que proporciona cada componente de la ración

$EB_{ingerida}$: energía bruta ingerida

$EB_{Ración}$: energía bruta que proporciona la ración

ED: energía digestible

EE: extracto etéreo

$Ef_{p,j}$: eficiencia de utilización de la proteína del pienso en la categoría k_j

$Ef_{p,H}$: eficiencia de utilización de la proteína para la producción de huevos

EM: energía metabolizable

EM_{AN} : energía metabolizable aparente para la retención de nitrógeno

$EM_{crec.}$: energía metabolizable necesaria para el crecimiento

$EM_{ganancia\ grasa}$: energía metabolizable necesaria para la acumulación de grasa

$EM_{ganancia\ peso}$: energía metabolizable necesaria para la ganancia de peso

$EM_{ganancia\ proteina}$: energía metabolizable necesaria para la síntesis proteica

EM_{huevos} : energía metabolizable necesaria para producir huevos

$EM_{ingerida.}$: energía metabolizable ingerida

$EM_{mant.}$: energía metabolizable necesaria para el mantenimiento

$EM_{no\ productiva}$: energía metabolizable necesaria para la actividad no productiva

$EM_{productiva}$: energía metabolizable necesaria para la actividad productiva

EM_{Ración}: energía meta"bolizable de la ración

EM_{termor.}: energía metabolizable necesaria para la termorregulación

EM_{total}: energía metabolizable necesaria

EU_{EB}: energía urinaria expresada como fracción de la EBingerida

Excreta N_j: nitrógeno excretado por una categoría k_j

Excreta P_j: fósforo excretado por una categoría k_j

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

FEDNA: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal

FND: fibra neutro detergente en cada componente de la ración

Frac_{grasa}: fracción de grasa en cada kg de incremento de peso

Frac_{proteína}: fracción de proteína en cada kg de incremento de peso

gall_i: proporción de gallinas reproductoras de carne en una provincia i

GEI: gases de efecto invernadero

GMD_j: ganancia media diaria de la categoría k_j

h_j: número de ciclos productivos anuales de la categoría k_j

H (%): humedad, en porcentaje

IC: índice de conversión

IPCC: Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change)

k_j: código de categoría productiva

kcal: kilocaloría

kg: kilogramo

m_j: mortalidad acumulada

M_{MS}: metabolicidad de la materia seca

MAPAMA: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente

Mh: masa del huevo en gallinas reproductoras de carne

MS (%): materia seca del alimento, en porcentaje

MS_{ingerida}: materia seca ingerida

N: nitrógeno

N_{amoniaco}: nitrógeno amoniacal de una categoría k_j

n₁: número total de broilers sacrificados en España

n₃: número de gallinas alojadas al inicio de la fase de puesta

N₂O: óxido nitroso

N_{ingerido}: nitrógeno ingerido



- $N_{\text{no amoniacal } j}$: nitrógeno no amoniacal de una categoría k_j
- $N_{\text{Retenido } j}$: nitrógeno retenido por una categoría k_j
- $N_{\text{Ret. Creci. } j}$: nitrógeno retenido en el crecimiento de una categoría k_j
- $N_{\text{Ret. Mant. } j}$: nitrógeno fecal endógeno de una categoría k_j
- $N_{\text{Ret. Total. } j}$: nitrógeno retenido total por una categoría k_j
- $N_{\text{Util. Mant. } j}$: nitrógeno utilizado anualmente en el mantenimiento de una categoría k_j
- NH_3 : amoníaco
- NMVOC**: Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano
- NO**: óxido nítrico
- NO_x : óxidos de nitrógeno
- NUTS**: Nomenclatura de las Unidades Territoriales Estadísticas
- p_j : duración del periodo productivo de una categoría productiva k_j
- P**: fósforo
- P_D : fósforo digestible de cada componente de la ración
- $P_{D \text{ ingerido}}$: fósforo digestible ingerido
- $P_{D \text{ Retenido}}$: fósforo digestible retenido
- $P_{D \text{ Ración}}$: fósforo digestible de la ración
- P_{ND} : fósforo no digestible del alimento
- $P_{ND \text{ ingerido}}$: fósforo no digestible ingerido
- $P_{ND \text{ Ración}}$: fósforo no digestible de la ración
- $P_{\text{Ret. } j}$: fósforo retenido por una categoría k_j
- $P_{\text{Ret. Crec. } j}$: fósforo retenido en el crecimiento de una categoría k_j
- P_T : fósforo total de cada componente de la ración
- $P_{T \text{ Ración}}$: fósforo total de la ración
- PB**: proteína bruta de cada componente de la ración
- PB_{Dig} : proteína bruta digerida
- $PB_{\text{Huevo } 3}$: proteína bruta retenida en la producción de huevos de la categoría k_3
- PB_{Ingerida} : proteína bruta ingerida en la ración
- $PB_{\text{Ingerida. } j}$: proteína bruta de ingerida en la ración por una categoría k_j
- $PB_{\text{necesaria } j}$: necesidades de ingesta de proteína bruta para una categoría k_j
- $PB_{\text{Ración}}$: proteína bruta de la ración
- $PB_{\text{Ret. Creci. } j}$: proteína bruta retenida en el crecimiento de una categoría k_j
- $PB_{\text{Util. Mant. } j}$: proteína bruta empleada en el mantenimiento de una categoría k_j
- $PD_{\text{Ret. } j}$: fósforo disponible retenido en una categoría k_j

PD_{Ret.Crec.j}: fósforo disponible retenido en el crecimiento de una categoría k_j

PD_{Ret.Huevo.3}: fósforo disponible retenido en un huevo producido por la categoría k_3

PM_{2,5}: partículas en suspensión de menos de 2,5 micras

PM₁₀: partículas en suspensión de menos de 10 micras

poll_i: proporción de pollitas de recría de carne en una provincia i

PPA: población promedio anual

Q_m: metabolicidad de la energía bruta

Q_{MS}: metabolicidad de la materia seca

REGA: Registro General de Explotaciones Ganaderas

REMO: Registro de Movimientos de las Especies de Interés Ganadero

RIIA: Registro de Identificación Individual de Animales

SITRAN: Sistema Integral de Trazabilidad Animal

T_{ambiente}: temperatura media de la explotación

t_{ecl}: tasa eclosión

t_{fert}: tasa fertilidad

t_{inc}: tasa de incubabilidad

T_{límite}: temperatura límite de producción

t_{mp}: tasa media de puesta

t_{nacim}: tasa diaria de nacidos por ave alojada

v_j: periodo de no ocupación de una categoría k_j

VS: excreción de sólidos volátiles

W_{f-j}: peso final de una categoría k_j

W_{huevo}: peso medio de un huevo en gallinas reproductoras de carne

W_{nac}: peso al nacimiento

W_{o-j}: peso al inicio de una categoría k_j



1 INTRODUCCIÓN

El aumento de la producción ganadera ocurrido en los últimos tiempos se ha asociado a la modernización, la intensificación y el incremento del tamaño de las explotaciones. Esto supone, en principio, un mejor aprovechamiento de los recursos y una mayor eficiencia en la producción. Sin embargo, puede implicar unos efectos importantes sobre el medio ambiente, relacionados con la concentración de explotaciones en ciertas zonas

Uno de los aspectos a tener en cuenta en relación a la problemática ambiental asociada a la ganadería, es la contribución al calentamiento global a través de la emisión de Gases Efecto Invernadero (GEI), tal y como describe el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (en adelante, IPCC). Siguiendo las recomendaciones de este Grupo, el Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera (SEI) elabora anualmente el Inventario Nacional de las Emisiones antropogénicas por fuentes y la absorción por sumideros, así como sus proyecciones, tanto para los gases de efecto invernadero como para otros contaminantes atmosféricos.

La producción de ganado puede traer como resultado emisiones de metano (CH_4), resultantes de la fermentación entérica, y emisiones de CH_4 y de óxido nitroso (N_2O), resultantes de los sistemas de gestión del estiércol del ganado.

Las emisiones de CO_2 provocadas por el ganado no se estiman porque el balance neto de CO_2 en el sector agrario es igual a cero, pues el CO_2 expirado y que, por lo tanto llega a la atmósfera, equivale al capturado en la fotosíntesis por los vegetales.

Algunas especies de interés ganadero, como los rumiantes, y en especial el ganado vacuno, constituyen en España una fuente importante de metano, debido a su gran población y a la alta tasa de emisión de este gas, producido por su particular sistema digestivo. Otras especies animales monogástricas también contribuyen a la generación de metano; por ejemplo, cerdos y equinos que lo producen en el intestino grueso (en concreto, en el ciego). Sin embargo, en las aves de corral las emisiones gaseosas debidas a las fermentaciones intestinales son despreciables.

Además de la potencial producción de gases de efecto invernadero, la actividad ganadera también puede afectar la calidad del aire, del agua y del suelo, con el potencial riesgo medio ambiental.

El Inventario de Contaminantes Atmosféricos también recopila la información relativa a las emisiones de NO_x , SO_x , NH_3 , COVNM, partículas, metales pesados y otros contaminantes atmosféricos, según lo previsto por el Convenio de Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia (CLRTAP) y la Directiva 2001/81/CE de Techos Nacionales de Emisión. Para elaborar estos inventarios, en lo que respecta a la ganadería, es necesario seguir los criterios recogidos en el “*EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook*”, cuya última versión es de 2016. Como en el caso de los GEI, la información necesaria para la elaboración de estos inventarios exige un elevado nivel de detalle y precisión.

Finalmente, pero no por ello menos importante, la actividad ganadera también contribuye al aporte de otros elementos al suelo y al agua, que pueden tener un impacto ambiental y que es necesario cuantificar y gestionar. En concreto, los aportes de Nitrógeno y Fósforo presentes en las excreciones naturales pueden suponer un aporte de nitratos por encima de los niveles considerados seguros, tanto desde un punto de vista sanitario como medio ambiental.

1.1. ANTECEDENTES

Para dar respuesta a los requerimientos internacionales, en el año 2004, el MAPAMA constituyó un grupo de trabajo para desarrollar una metodología para el cálculo de la excreta de nitrógeno y de las emisiones procedentes de las diferentes especies de la cabaña ganadera española.

Dicha metodología ya contempla las especies ganaderas de bovino, caprino, ovino, porcino blanco, porcino ibérico, avicultura de puesta y avicultura de carne, aunque debe ser actualizada en función del

avance del conocimiento científico y de los cambios en la realidad productiva española con el objeto de cumplir con las obligaciones adquiridas, además de que debe ser difundida mediante su publicación.

1.2. OBJETIVOS

Con el objetivo final de mejorar el “Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero” y el “Balance de Nitrógeno y Fósforo en la Agricultura Española”, el MAPAMA ha elaborado el presente documento, definiendo una metodología para obtener coeficientes propios de excreta y emisión en el sector avícola de carne de España, aplicables a los censos disponibles. No se buscan coeficientes solamente para la situación productiva actual, sino que se deben estimar coeficientes aplicables a una serie histórica que comienza en el año 1990, para lo que habrá que definir las condiciones productivas de cada época.

En la elaboración de esta metodología se ha buscado la representatividad, completitud, coherencia, transparencia y comparabilidad, que permitan satisfacer los requisitos de las Guías Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC, 2006). E, igualmente, las Guías Directrices conjuntas del Programa Europeo de Evaluación y Control de 2016 (EMEP/EEA, 2016), elaboradas por el grupo de expertos de la Agencia de Medio Ambiente Europea, que son compatibles y complementarias con las anteriores. Ello permite cumplir con las obligaciones contraídas por España relativas al Sistema Español de Inventarios para el sector de las aves de carne.

La información contenida en este documento permite, en las condiciones presentes, el cálculo de emisiones de NH_3 , NO , NO_x , N_2O , CH_4 , NMVOC , $\text{PM}_{2,5}$ y PM_{10} a un nivel de complejidad 2 (TIER II), aunque utilizando algún coeficiente que proporcionan las guías por defecto.

Finalmente, permite estimar las emisiones de fósforo conforme a los criterios más actuales.

Para poder cumplir con los requisitos anteriores, en las múltiples tablas que se incluyen en este documento, aparecen cifras con varios decimales. Ello se hace para permitir a terceros reproducir el cálculo de todos los coeficientes y verificar los resultados presentados.



2 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

El procedimiento general para desarrollar las bases para la estimación de las emisiones de gases de las aves de carne, provenientes de la fermentación entérica y de la gestión de los estiércoles, se desarrolla en tres etapas.

- En la etapa **primera** se ha estudiado el sector de aves de carne y se establecen las características productivas y los censos a utilizar.
- En la etapa **segunda** se desarrolla el balance alimentario.
- En la etapa **tercera** se estiman los coeficientes para cada categoría del censo.



3 CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR AVÍCOLA DE CARNE

Este sector está claramente dominado por la producción de pollos. Otras especies aviares de aptitud cárnica (pavos, patos, codornices, avestruces, etc.) son una minoría. Según las estadísticas del MAPAMA, sin considerar el sacrificio de gallinas por desvieje, en el año 2015, el sacrificio de pollos supone un 91,1% de las aves de carne sacrificadas, mientras que los pavos constituyen el 3,15%, los patos el 0,15% y las otras aves (codornices, avestruces, pintadas, etc.) el 5,7%. Si hablamos en términos de peso a la canal, los pollos suponen el 86,7%, los pavos el 12,3%, los patos el 0,4% y otras aves el 0,6%. Las instalaciones y el manejo están muy tecnificados, y la alimentación es a base de piensos compuestos.

La producción de carne de ave ha crecido de manera continuada, aunque no a ritmo constante, durante las últimas décadas, cuadruplicándose en los últimos 50 años, según datos de la FAO. Las explotaciones avícolas se han especializado de una forma muy intensa, y poco tienen que ver las granjas y los animales actuales con los que se podían encontrar en España hace 50 años. A partir de 1991 sucedieron grandes innovaciones en la tecnología de producción, y España se colocó en el cuarto lugar en producción entre los países comunitarios (MAPAMA, 2016).

A pesar de que ha habido una cierta proliferación de explotaciones de tipo tradicional, en España sigue siendo predominante la producción de pollo de alta selección genética, también conocido como “pollo de carne” o “broiler”, criado en sistemas intensivos con granjas muy bien equipadas, planificadas y organizadas.

Aunque inicialmente el término “*broiler*” se aplicaba a aquellos animales comercialmente destinados a asadero (“*to broil*” en inglés significa “asar”), en la actualidad la palabra “*broiler*” designa, independientemente de su destino comercial, a un ave joven, macho o hembra, procedente de un cruce genéticamente seleccionado para alcanzar una alta velocidad de crecimiento y un buen rendimiento de la canal (CECAV, 2017).

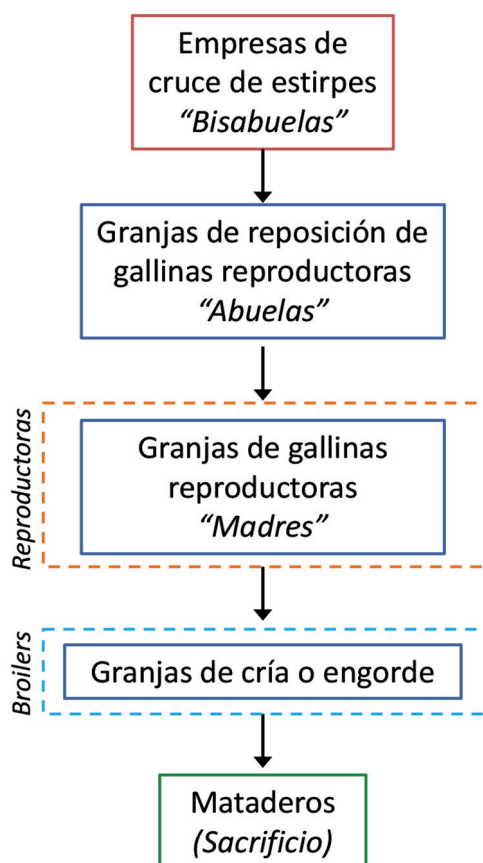
En producción de carne de pollo se habla de estirpes en lugar de razas. Las empresas de selección genética utilizan cruces de estirpes pesadas para obtener diferentes líneas, las cuales se venderán como reproductoras para producir pollitos para cebar. El esquema de mejora genética, al igual que en la avicultura de puesta, es piramidal (núcleo de selección, multiplicadores, reproductoras y granjas de cebo). Este tipo de producción intensiva de *broilers* es común para todo el territorio nacional.

La producción de *broilers* está organizada casi en su totalidad en régimen de integración. Las empresas integradoras, en general de tamaño mediano a grande, suministran a las granjas el pollito de un día (recién nacido), los piensos y la asistencia técnica, y los recogen y comercializan tras un periodo de cebo. Por su parte, los integrados (propietarios de las granjas) aportan las naves de cebo y la mano de obra; y son remunerados de acuerdo a un contrato establecido previamente, que tiene en cuenta el gasto medio en crianza y que es modulado en función de los resultados productivos. El sistema es muy intensivo y los *broilers* se crían en total confinamiento dentro de naves diáfanas sobre una cama (yacija) de viruta, paja, serrín, etc.

Los pollitos de un día provienen de salas de incubación a las que suministran los huevos fecundados las explotaciones de gallinas reproductoras. La crianza en estas últimas granjas suele realizarse sobre suelo con yacija y rejilla en parte de la nave, lo que permite mejorar el manejo y aumentar la densidad de aves. En estas granjas de reproductoras debe existir un cierto porcentaje de gallos, para que los huevos que se recojan puedan estar fecundados. Este porcentaje varía entre el 8 y el 10% del número de gallinas.

Así, en el sistema de producción de aves de carne de España se puede diferenciar entre granjas de *broilers* y granjas de reproductoras. Y esas últimas, a su vez, se deben diferenciar en dos fases: la fase de cría y la fase de puesta.

Gráfico 1. Estructura del sector de aves de carne



3.1. BROILERS

En España la carne de ave más consumida es la de pollo, que supone actualmente alrededor del 86,7% del total, según la última encuesta del MAPAMA a la que se ha tenido acceso, correspondiente al año 2015 (MAPAMA, 2017a). Desde el punto de vista de las estirpes utilizadas, dos empresas de selección proporcionan la práctica totalidad de la genética utilizada en España: Cobb-Vantres y Aviagen. Y de ellas, son las estirpes Cobb 500 y Ross 308 las mayoritarias. Otras empresas como Arbor Acres, Indian River o Hubbard tienen en la actualidad muy poca implantación en nuestro país. Las pequeñas diferencias productivas entre las estirpes no son de relevancia para este estudio y, por lo tanto, no van a ser tenidas en cuenta.

Aunque el pollo es un producto genéticamente muy homogéneo, no lo es tanto la producción real de animales, que además es variable en función de las áreas geográficas.

Las empresas integradoras producen tres tipos principales de pollos: *pollo de asador*, que se sacrifica con 1,8-1,9 kg de peso vivo, con 30-32 días de vida; *pollo estándar*, para su venta como pollo entero, que se sacrifica con 2,3-2,4 kg de peso vivo y con 40-42 días de vida; y el *pollo grande*, que se sacrifica con más de 2,5 kg, a una edad en torno a los 42-49 días, y cuyo destino es el despiece. Otros tipos de pollos, como camperos, picantones o capones, suponen a día de hoy un pequeño porcentaje del total producido.

El potencial genético de crecimiento de los pollos avanza con gran rapidez. Los pollos han pasado de un peso de 905 g a los 56 días en 1957, a los 4.202 g a la misma edad en 2005 (Zuidhof *et al.*, 2014). Aunque esta mejora en el potencial genético ya no es tan espectacular, en los últimos 15 años se ha conseguido llegar a un peso vivo de mercado (2.800 g) adelantando casi 0,4 días por año (Aviagen, 2014b).



En la actualidad, los pollos inician la fase de engorde con unos 44 g y 0 días de edad, y se sacrifican, como media, con 42 días de vida y un peso medio de 2,6 kg. La mortalidad está en torno al 5% y el índice de conversión apenas supera 1,8 kg de pienso para producir 1 kg de carne.

En las condiciones típicas de producción, los pollos se crían sobre el suelo en naves de ambiente controlado. La densidad máxima permitida es de 33 kg de peso por m² de superficie utilizable, de acuerdo con las disposiciones del Real Decreto 692/2010, de 20 de mayo, por el que se establecen las normas mínimas para la protección de los pollos destinados a la producción de carne y se modifica el Real Decreto 1047/1994, de 20 de mayo, relativo a las normas mínimas para la protección de terneros. Esta densidad puede incrementarse hasta un máximo de 39 y 42 kg/m², si lo autoriza la autoridad competente y se cumplen las condiciones establecidas en los Anexos II y V de este Real Decreto. Esto supone que la densidad final de animales oscila entre 11 y 16 pollos/m².

Aunque la densidad final de animales puede estar entre 11 y 16 pollos/m², es frecuente en muchas explotaciones españolas iniciar la crianza con una densidad mayor y practicar el clareo, que consiste en retirar alrededor de un 25% de pollos con un peso de asador, y el resto de animales mantenerlos hasta el peso de sacrificio, ya sea para su comercialización como pollo entero o para despiece.

3.2. POLLITAS Y GALLINAS REPRODUCTORAS

Las gallinas reproductoras que producen pollitos de aptitud cárnica reciben el nombre de “reproductoras pesadas”. No en vano presentan un peso vivo adulto cercano a los 4 kg, que está unos 2 kg por encima del peso de las gallinas de puesta de huevos para consumo. Las gallinas reproductoras pesadas se mantienen en suelo, tanto en el período de cría (pollitas) como durante la puesta.

Durante el período de cría y recría, a las gallinas reproductoras se les denomina popularmente “pollitas”. Se consideran pollitas durante la fase de crecimiento y hasta un poco antes de la llegada a la madurez sexual, cuando se trasladan a las naves de puesta. Así, este periodo comprende desde el nacimiento en incubadora, con un peso medio de 44 g, hasta las 20 semanas de vida, momento en el que se trasladan a las naves de puesta.

Durante aproximadamente 4 semanas, las hembras reproductoras permanecen en la nave de puesta, aunque todavía no hayan alcanzado su madurez sexual y, por tanto, no hayan iniciado la puesta de huevos. Este es un periodo de adaptación en el que, además, se introducen los machos en la manada de hembras. La puesta se inicia en torno a las 24 semanas, cuando las pollitas tienen un peso superior a los 2,2 kg, y finaliza actualmente alrededor de las 63 semanas de vida, momento en que tienen un peso aproximado de 4 kg. A lo largo de este periodo productivo las gallinas siempre incrementan su peso vivo, estabilizándose en un aumento semanal de unos 10-20 g a partir del momento en el que alcanzan el pico de puesta. El peso del huevo también aumenta de forma constante desde el inicio de la puesta hasta el final de su vida útil, con un peso medio en torno a 66 g. Una reproductora produce en torno a 11 kg de masa de huevo a lo largo de toda su vida productiva.

Los datos técnicos mencionados en este apartado y en el anterior han sido recogidos de la bibliografía que se relaciona en el punto 6, incluyendo publicaciones de las empresas de selección genética. En todos los casos, los datos y valores han sido contrastados con técnicos del sector y revisados por los expertos en producción animal del grupo de trabajo.



4 CENSOS

A diferencia del resto de sectores ganaderos, ni el Anuario de Estadística (A.E.) del MAPAMA ni otras publicaciones proporcionan información sobre el censo de aves de carne ni sobre el número de plazas. Los únicos datos históricos disponibles son aquellos sobre el número de aves de carne sacrificadas en el transcurso del año a través de las encuestas de sacrificios de ganado publicadas y elaboradas por la Subdirección General de Estadística del MAPAMA.

Como se indica en la página web del MAPAMA, esta encuesta sigue la normativa comunitaria (Reglamento 1165/2008) y lo establecido en el Plan Estadístico Nacional 2013-2016 (R.D. 90/2013), para estudiar la evolución mensual del número de efectivos sacrificados por tipos y el peso canal total obtenido en España, a fin de disponer de información precisa del sector cárnico y poder planificar las políticas nacionales y regionales. Se elabora mensualmente mediante una encuesta directa a mataderos.

Desde el año 2009 los datos se presentan agrupados provincialmente para *broilers* (pollos de cebo), gallinas (desvieje de reproductoras y ponedoras), pavos, patos y otras aves. Anteriormente solamente se diferenciaba entre *broilers*, gallinas y otras aves.

Por tanto, no se dispone de forma directa de la población promedio anual (PPA). Habrá que considerar el número de ciclos productivos anuales para trasladar las cifras de sacrificios a población promedio anual, que es como se precisa en los estudios donde este trabajo tendrá aplicación directa (ver punto 7).

Por otro lado, hay que tener en cuenta que los mataderos se ubican en unos pocos lugares, que no siempre coinciden con la provincia en la que se han criado los pollos.

Según el A.E. de 2009, los *broilers* suponían el 90% de las aves sacrificadas (sin considerar el desvieje de gallinas), mientras que los pavos eran el 2% y el 8% restante corresponde a un grupo muy heterogéneo de aves (pintadas, ocas, codornices, palomas, etc.). En el año 2015, los *broilers* suponen el 91,1% de las aves sacrificadas (sin considerar el desvieje de gallinas), mientras que los pavos son el 3,15%. Los patos nunca llegan al 1%.

Por otra parte, la Dirección General de Sanidad de la Producción Agraria ha desarrollado el *Sistema Integral de Trazabilidad Animal (SITRAN)*, que consiste en una base de datos heterogénea cuyo objetivo es poder garantizar la trazabilidad del ganado vivo, comunicando los registros existentes en las diferentes comunidades autónomas con un registro centralizado. Este sistema está compuesto de tres módulos principales, que están interrelacionados entre sí:

- REGA (Registro General de Explotaciones Ganaderas): incluye los datos básicos de más de 700.000 explotaciones ubicadas en España.
- RIIA (Registro de Identificación Individual de Animales): en funcionamiento para las especies bovina, ovina, caprina y para équidos. No incluye a aves de corral.
- REMO (Registro de Movimientos de las Especies de Interés Ganadero): recoge información relativa a los movimientos de las diferentes especies (en el caso del bovino, de manera individual, en el resto de especies, por lotes). Actualmente activo para los movimientos de bovino, porcino, ovino, caprino y aves de corral.

Los censos REGA tienen una elevada fiabilidad por tratarse de registros, pero no contienen la población promedio anual de pollos. Por el contrario, sí disponen de la población promedio anual de reproductoras, aunque solamente desde el año 2006. Debido a la falta de serie histórica, no se emplearán como fuente principal en este estudio. Por otro lado, REGA se puso en marcha en 2006 y, aunque el registro de explotaciones fue inmediato, se considera que el registro de efectivos no estuvo totalmente consolidado hasta el año 2010.

Según los datos REGA de 2010 y 2015, en la línea de carne (incluyendo reproductoras) las proporciones que se extraen son:

- Línea de pollos: 94%
- Línea de pavos: 3%
- Línea de Otras: 3%

También REGA, al igual que los A.E., nos indica que solamente son representativos los pollos sacrificados, si bien en el periodo 2010 a 2015 los pavos se han incrementado en un 37%. Este dato muestra que este mercado está adquiriendo mayor importancia y que puede ser necesario estudiarlo en un futuro.

Ante el problema de la distribución provincial de los pollos sacrificados según las estadísticas del MAPAMA, para poder disponer de un censo provincial de pollos que se ajuste mejor a las zonas de producción, que no coinciden con las zonas de sacrificio, se empleará la distribución provincial que figura en REGA, como se verá más adelante en el punto 7, en donde también se explica cómo se estima el número medio anual de animales a partir del número de animales sacrificados.

Además de no disponer de un censo con el número medio anual de pollos de sacrificio para toda la serie histórica, otro problema que surge es que no se dispone de ningún censo de reproductoras. También se verá en el punto 7 cómo estimar las aves reproductoras de carne, partiendo del número de pollos sacrificados y de las tasas de incubabilidad, de fertilidad, de eclosión, de supervivencia de los pollos y del porcentaje de puesta respecto a las aves alojadas.

La distribución provincial de las reproductoras se realizará de forma similar a lo explicado en pollos de sacrificio, desde la distribución provincial de REGA.



5 CATEGORÍAS PRODUCTIVAS

Para la elaboración del presente documento, teniendo en cuenta las diferencias productivas existentes entre los distintos tipos de aves (edad, orientación productiva, etc.), se han establecido las siguientes categorías animales relacionadas con el sector productor de carne de aves.

Tabla 1. Categorías productivas en aves de carne (edades en la actualidad)

Cód. categ. k_j	Edad (semanas)	Categorías productivas
k_1	0 - 6	<i>Broilers</i>
k_2	0 - 20	Pollitas de recría carne
k_3	20 - 63	Gallinas reproductoras carne

- *Broilers* (k_1): pollo de engorde para la producción directa de carne, que alcanza unos 42 días de vida como media en las condiciones actuales de producción.
- Pollitas de recría carne (k_2): reposición de las gallinas reproductoras de carne. Hasta unas 20 semanas de vida.
- Gallinas reproductoras carne (k_3): reproductoras de huevos incubables, de estirpes pesadas, que darán lugar a los *broilers* comerciales. En las granjas de reproductoras existe aproximadamente un 9-10% de machos.

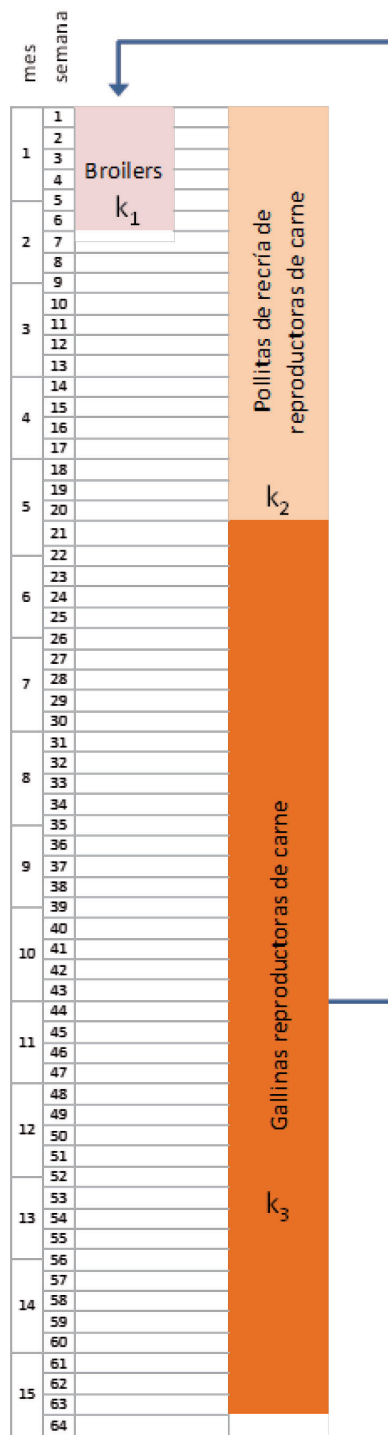
Como se puede deducir a partir de las tablas A-3 y A-4 de los anejos, el número medio de pollitas y gallinas reproductoras supone, a lo largo de la serie histórica, entre un 4 y un 4,5% respecto al total de aves de carne, y los machos entre el 0,4 y el 0,5%. La entidad de estos últimos es mínima y por ello no se van a considerar en este documento.

Como ya se ha comentado, otras especies aviares de aptitud cárnica (pavos, patos, codornices, aves-truces, etc.) son una minoría y por ello no se consideran en este trabajo. No obstante, como ya se ha comentado, si se mantiene la tendencia actual, dentro de pocos años será necesario estudiar también a los pavos.

Otra parte minoritaria de la crianza de aves para carne lo constituyen las aves de reposición de gallinas reproductoras (“abuelas” y “bisabuelas”), que también van a ser obviadas por la poca importancia cuantitativa que tienen frente al total de reproductoras.

En el gráfico siguiente se exponen en un diagrama los ciclos productivos de las diferentes categorías animales del sector avícola de carne, así como los flujos y la sucesión en el tiempo de cada una de ellas.

Gráfico 2. Ciclo productivo y flujo entre categorías





6 CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS

Como se ha indicado en el punto 3, los datos técnicos que se utilizan han sido recogidos de la bibliografía, incluyendo las publicaciones de las empresas de selección genética. En todos los casos, los datos y valores han sido contrastados con técnicos del sector y revisados por los expertos en producción animal del grupo de trabajo.

6.1. EDADES, PESOS Y PERIODO PRODUCTIVO EN BROILERS (categoría k_1)

Como ya se ha comentado, *broiler* es el pollo de engorde nacido de los huevos que proceden de explotaciones de gallinas reproductoras, incubados en las instalaciones adecuadas y llevados, con 0 días de vida, a las granjas en las que se cebarán.

La evolución de los rendimientos productivos de los *broilers*, que se presenta en la tabla siguiente, se ha establecido en base a la siguiente bibliografía: Aviagen (2002, 2014a, 2016), Cobb-Vantress (2015, 2016), Laughlin (2007) y Zuidhof *et al.* (2014).

Tabla 2. Edades, peso y periodo productivo de *broilers* (k_1)

Año	Edad inicio (días) e_{o-1}	Edad fin (días) e_{f-1}	Peso nacimiento (g) $W_{nac.}$	Peso inicio (kg) W_{o-1}	Peso fin (kg) W_{f-1}	Periodo (días) p_1	Mortalidad acumulada (%) m_1
1990	0,0	49	42,0	0,0420	2,200	49	6,5
1995	0,0	47	42,4	0,0424	2,280	47	6,3
2000	0,0	46	42,8	0,0428	2,360	46	6,1
2005	0,0	45	43,2	0,0432	2,440	45	5,9
2010	0,0	43	43,6	0,0436	2,520	43	5,7
2015	0,0	42	44,0	0,0440	2,600	42	5,5

Fuente: Elaboración propia desde bibliografía.

Por término medio, en el año 1990 los *broilers* se llevaban a menos peso que en la actualidad, y ello en un periodo de crianza mayor. Actualmente, se considera que los pollos se sacrifican con unas 6 semanas de vida (42 días) y un peso medio de 2,6 kg. Como se puede apreciar en la tabla anterior, entre el año 1990 y la actualidad, el periodo de engorde ha ido disminuyendo (una semana), mientras que el peso final medio ha ido aumentando.

Aunque en la tabla 2 se presentan los datos medios de sacrificio de los animales, hay que tener en cuenta que se producen variaciones en función de la época del año, el tipo de pollo producido o la zona geográfica. Si bien, se entiende que las cifras consideradas reflejan la situación media en el engorde de pollos en España.

6.2. EDADES, PESOS Y PERIODO PRODUCTIVO EN GALLINAS REPRODUCTORAS (categorías k_2 y k_3)

Con estas categorías se designan a las aves de puesta destinadas a la producción de pollos para engorde, tanto las gallinas reproductoras como las que se utilizan para la reposición de aquéllas.

La evolución de los rendimientos productivos de las pollitas de cría que se presenta en la tabla siguiente, se ha elaborado a partir de la siguiente bibliografía: Aviagen (2011, 2013, 2016), Cobb-Vantress (2013), Laughlin (2009) y Vincent (2003).

Tabla 3. Edades, peso y periodo productivo de pollitas de recría carne (*k2*)

Año	Edad inicio (días) e_{0-2}	Edad fin (días) e_{f-2}	Peso nacimiento (g) $W_{nac.}$	Peso inicio (kg) W_{0-2}	Peso fin (kg) W_{f-2}	Periodo (días) p_2	Mortalidad acumulada (%) m_2
1990	0,0	147	42,0	0,0420	2,100	147	5,5
1995	0,0	147	42,4	0,0424	2,150	147	5,3
2000	0,0	147	42,8	0,0428	2,200	147	5,1
2005	0,0	147	43,2	0,0432	2,250	147	4,9
2010	0,0	140	43,6	0,0436	2,200	140	4,7
2015	0,0	140	44,0	0,0440	2,170	140	4,5

Fuente: Elaboración propia desde bibliografía.

Las pollitas de recría (categoría *k2*) son la reposición de las gallinas reproductoras. En la actualidad, las pollitas recién nacidas, procedentes de las granjas de “abuelas”, permanecen sobre el suelo durante unos 140 días (20 semanas / 4,7 meses), hasta alcanzar un peso de 2,17 kg. Entre 1990 y el año 2005, procedían de estirpes menos pesadas y el peso final era un poco menor. En el año 1990 crecían un poco menos y más despacio, alcanzando los 2,1 kg, con un periodo productivo 7 días mayor que en la actualidad.

La evolución de los pesos y las edades de las gallinas reproductoras pesadas (*k3*) en la fase de puesta, que se presenta en la tabla siguiente, se han elaborado a partir de la siguiente bibliografía: Aviagen (2011, 2013, 2016), Cobb-Vantress (2013), Laughlin (2009) y Vincent (2003).

Tabla 4. Edades, peso y periodo productivo de gallinas reproductoras carne (*k3*)

Año	Edad inicio (días) $e_{0-3} (= e_{f-2})$	Edad fin (días) e_{f-3}	Peso inicio (kg) $W_{0-3} (= W_{f-2})$	Peso fin (kg) W_{f-3}	Periodo (días) p_3
1990	147	441,0	2,100	3,800	294,0
1995	147	442,4	2,150	3,850	295,4
2000	147	443,8	2,200	3,900	296,8
2005	147	448,0	2,250	3,950	301,0
2010	140	441,0	2,200	3,950	301,0
2015	140	441,0	2,170	4,000	301,0

Fuente: Elaboración propia desde bibliografía.

La categoría de gallinas reproductoras carne (categoría *k3*) sucede temporalmente a la categoría anterior, pollitas de recría (*k2*), por lo que en la actualidad comprenden a las hembras reproductoras desde los 4,7 meses (20 semanas) hasta la semana 63 (14,5 meses). Esto supone unos 28 días / 4 semanas de transición, más 273 días productivos / 39 semanas. Son gallinas que, tras un periodo de transición, se encuentran en fase de puesta, al final de la cual alcanzan en la actualidad unos 4 kg de peso vivo. En 1990 alcanzaban un poco menos de peso, unos 3,8 kg, con una vida productiva de 294 días.

6.3. PESO MEDIO Y GMD DE CADA CATEGORÍA

El peso medio de una categoría *j* vendrá dado por el valor promedio del peso al entrar en la categoría y el peso al final:

$$W_j (kg) = (W_{0-j} + W_{f-j})/2$$

Ecuación 1



La ganancia media diaria de cada una de las categorías j será, por tanto:

$$\text{GMD}_j \text{ (kg/día)} = \frac{W_{fj} - W_{oj}}{P_j} \quad \text{Ecuación 2}$$

Siendo:

W_{oj} : peso al inicio de una categoría j , en kg

W_{fj} : peso al final de una categoría j , en kg

P_j : duración del periodo productivo de una categoría productiva j , en días

6.4. PERIODO DE NO OCUPACIÓN

El “periodo de no ocupación” hace referencia al tiempo (días) durante el cual la plaza de una categoría determinada está desocupada, por vacío sanitario de los alojamientos y ajustes productivos. Este concepto es necesario para determinar las necesidades anuales de las categorías productivas cuando se considera un censo de plazas animales, y también tiene gran importancia cuando, como es el caso de las aves de carne, las encuestas no vienen dadas como número medio de animales, sino en animales totales sacrificados.

El RD 1084/2005, de ordenación de la avicultura de carne, obliga tras terminar cada ciclo de producción a realizar la limpieza y desinfección de las unidades de producción y del utillaje; y a no introducir el siguiente lote de animales al menos en los 12 días posteriores a la limpieza y desinfección. No obstante, el RD 692/2010 permite, en aquellos casos en los que se disponga de resultados analíticos negativos sobre zoonosis, reducir el periodo de vacío hasta 7 días.

La duración del vacío es muy importante desde el punto de vista sanitario (interrupción de ciclos biológicos de parásitos, insectos, bacterias, ...) y desde el punto de vista productivo (índice de conversión, mortalidad, ganancia de peso diaria, etc.). Aunque inicialmente pueda parecer más rentable acortar el vacío sanitario para lograr más ciclos productivos a lo largo del año, se ha demostrado que un buen vacío sanitario es imprescindible para obtener buenos resultados productivos.

Los expertos en producción animal del grupo de trabajo han considerado, en base a su experiencia, a la bibliografía y a consultas al sector, que este periodo de no ocupación en *broilers* era de 18-19 días en el año 1990, y que ha ido aumentando levemente hasta los 21 días en la actualidad. No obstante, cabe decir que la duración de este periodo es variable, dependiendo del manejo de cada explotación y de la época del año.

En las naves de pollitas de recría, entre los años 1990 y 2005 se realizaba un vacío de unos 35 días, el cual ha aumentado hasta los 42 días en la actualidad. Realmente no se trata de un periodo no productivo de los animales tras finalizar en esta categoría, sino de la nave de pollitas: es un tiempo de vacío indispensable para llevar a cabo una correcta sanidad en la aplicación del sistema todo dentro-todo fuera.

En las gallinas reproductoras adultas, al final de su vida productiva, las naves tienen un periodo de no ocupación de 64 días, desde el año 2005, mientras que en el año 1990 se mantenía vacía la plaza unos 71 días.

Tabla 5. Periodo de no ocupación (v_j) (días)

Año	<i>Broilers</i> v_1	Pollitas de recría carne v_2	Gallina reproductora carne v_3
1990	18,50	35,0	71,0
1995	19,00	35,0	69,6
2000	19,50	35,0	68,2
2005	20,00	35,0	64,0
2010	20,50	42,0	64,0
2015	21,00	42,0	64,0

La tabla anterior se ha elaborado considerando la siguiente bibliografía: Aviagen (2011, 2013), Cobb-Vantress (2005, 2013) y Laughlin (2009).

6.5. CICLOS

A partir del periodo productivo y del periodo de no ocupación de cada categoría, se calcula el número de ciclos de cada categoría que habrá en un año (h_j), según la siguiente expresión:

$$h_j = \frac{365}{p_j + v_j} \quad \text{Ecuación 3}$$

Siendo:

p_j = periodo productivo de una categoría j (días)

v_j = periodo de no ocupación de una categoría j (días)

Este coeficiente se emplea para trasladar las encuestas de sacrificios a plazas ganaderas. En este documento, puesto que consideramos la población promedio anual, solamente se emplea en el punto 9 (Cama de las granjas).

6.6. RENDIMIENTO PRODUCTIVO

Para obtener el número pollitos nacidos por ave alojada en un ciclo productivo, dato que se empleará para estimar el número de gallinas reproductoras pesadas (punto 7.3), se parte de la tasa media de puesta, la tasa de incubabilidad, la tasa de fertilidad, la tasa de eclosión y la duración del ciclo productivo.

La **tasa media de puesta** o porcentaje medio de puesta por ave alojada (t_{mp}) es el número de huevos que pone un lote de 100 gallinas al día, considerando la media durante toda la fase de puesta y el número de gallinas alojadas al inicio de la fase de puesta. Se calcula de la siguiente manera:

$$t_{mp} = \frac{\text{huevos}}{n_3 \times p_3} \quad \text{Ecuación 4}$$

Siendo:

t_{mp} : tasa media de puesta, en tanto por uno

huevos: número de huevos puestos a lo largo de la puesta

n_3 : número de gallinas alojadas al inicio de la fase de puesta

p_3 : periodo de puesta, en días (tabla 4)

La **tasa de incubabilidad** (t_{inc}) corresponde al número de huevos incubables por cada 100 huevos puestos por las gallinas. Se consideran incubables aquellos huevos con la cáscara intacta, de tamaño suficiente, que tienen una sola yema y que no están sucios.

La **tasa de fertilidad** (t_{fert}) es el número de huevos considerados fértiles tras el miraje intermedio (observación al trasluz), por cada 100 huevos incubables.

En el miraje de los huevos se rechazan los huevos no embrionados (huevos claros) o con muerte precoz del embrión. En caso de que no se realizase miraje, lógicamente, este parámetro no se tendría en cuenta al estudiar el rendimiento productivo y, tanto los huevos infértiles como los abortos, quedarán incluidos en la tasa de eclosión.

La **tasa de eclosión** (t_{eclo}) es el número de pollitos nacidos por cada 100 huevos fértiles.



Multiplicando los parámetros anteriores, se obtiene la tasa diaria de nacidos por ave alojada (t_{nacim}), que al multiplicarse por la duración del ciclo productivo (tabla 4), nos proporciona el número de pollitos nacidos por ave alojada en un ciclo productivo.

En la tabla siguiente se presenta la evolución de los parámetros anteriores, así como el valor obtenido de tasa de nacimiento.

Tabla 6. Evolución de rendimientos de gallinas reproductoras pesadas

Año	t_{mp} %	t_{inc} %	t_{fert} %	t_{eclo} %	t_{nacim} %	Pollitos nacidos por ave alojada en un ciclo
1990	50	92,0	92,5	88,0	37,44	110,10
1995	52	92,4	92,8	88,2	39,33	116,20
2000	54	92,8	93,1	88,4	41,24	122,40
2005	55	93,2	93,4	88,6	42,42	127,70
2010	57	93,6	93,7	88,8	44,39	133,60
2015	58	94,0	94,0	90,0	46,12	138,80

Fuente: Elaboración propia desde bibliografía.

La bibliografía empleada para definir la tabla anterior es Aviagen (2011, 2013, 2016), Cobb-Vantress (2005, 2013), Laughlin (2007) y Vincent (2003).

Para estimar el peso medio del huevo se ha considerado la siguiente bibliografía: Aviagen (2011, 2013, 2016), Cobb-Vantress (2013, 2016) Stevens (1991) y Vincent (2003).

En la tabla siguiente se presentan el peso medio del huevo y la masa de huevo en gallinas ponedoras (g huevo/día) a lo largo de la serie histórica, considerando que la masa de huevo se obtiene multiplicando la tasa media de puesta (en tanto por uno) por el peso medio del huevo.

Tabla 7. Peso medio del huevo y masa diaria de huevos en gallinas reproductoras pesadas

Año	W_{huevo} g	Mh g/día
1990	62,0	31,00
1995	62,4	32,45
2000	62,8	33,91
2005	63,2	34,76
2010	63,6	36,25
2015	64,0	37,12

Fuente: Elaboración propia desde bibliografía.



7 DISTRIBUCIÓN DE LAS CATEGORÍAS PRODUCTIVAS

En este punto se describe el tratamiento que se sigue con las encuestas de sacrificios de pollos para obtener un censo medio anual provincial de animales de las diferentes categorías productivas estudiadas. Para hacer esto, afrontamos cuatro actuaciones:

- Trasladar el número total de sacrificios de *broilers* de las encuestas del MAPAMA, a lo largo de la serie histórica, hasta población promedio anual.
- Distribuir la población promedio anual nacional entre las diferentes provincias.
- Obtener la población promedio anual nacional de reproductoras pesadas (pollitas y gallinas).
- Distribuir entre las diferentes provincias la población promedio anual nacional de pollitas de recría carne y de gallinas reproductoras carne.

7.1. POBLACIÓN MEDIA ANUAL NACIONAL DE BROILERS

Para convertir el número de *broilers* totales sacrificados en España a población media anual, se realiza de la siguiente forma:

$$k_1 = \frac{n_1}{365 / p_1} \quad \text{Ecuación 5}$$

Siendo:

k_1 : población media anual nacional de *broilers*

n_1 : número total de *broilers* sacrificados en España, según las encuestas del MAPAMA

p_1 : periodo productivo de *broilers* (punto 6.1)

7.2. REPARTO PROVINCIAL DE LOS BROILERS CRIADOS

La población media anual de pollos sacrificados en España, k_1 , obtenida según se explica en el punto anterior, se reparte provincialmente conforme a la proporción de los *broilers* criados en cada provincia, respecto al total nacional, b_i , que se extrae de REGA.

Aplicando el porcentaje de *broilers* de cada provincia, b_i , sobre el total de pollos sacrificados, k_1 , se obtiene el número de pollos criados en cada provincia, k_i .

$$k_i = k_1 \times b_i \quad \text{Ecuación 6}$$

En la tabla siguiente se presenta la distribución provincial de *broilers* según REGA, para los años 2010 y 2015. Como se indicó en el punto 4, hasta el año 2010 los datos de efectivos de REGA no estuvieron totalmente consolidados.

Tabla 8. Reparto provincial de *broilers* criados según REGA, b_i (%)

CC.AA.	Provincia	2010	2015
Galicia	A Coruña	1,33	1,64
	Lugo	6,38	4,89
	Ourense	12,19	14,55
	Pontevedra	8,68	6,73

Tabla 8. Reparto provincial de *broilers* criados según REGA, b_i (%) (cont.)

CC.AA.	Provincia	2010	2015
Principado de Asturias	Asturias	0,02	0,01
Cantabria	Cantabria	0,00	0,00
País vasco	Álava	0,01	0,01
	Guipuzcoa	0,00	0,04
	Vizcaya	0,00	0,11
C. Foral Navarra	Navarra	1,72	1,46
La Rioja	La Rioja	4,30	0,79
Aragón	Huesca	2,43	2,02
	Teruel	0,50	0,88
	Zaragoza	2,64	2,41
Cataluña	Barcelona	1,45	1,17
	Girona	1,45	1,04
	Lleida	3,77	3,47
	Tarragona	3,62	2,65
Baleares	Baleares	0,27	0,17
Castilla y León	Ávila	0,51	1,08
	Burgos	1,92	2,65
	León	1,43	1,52
	Palencia	0,08	0,06
	Salamanca	0,06	0,08
	Segovia	1,59	5,45
	Soria	0,12	0,13
	Valladolid	1,07	1,50
	Zamora	0,57	1,23
C. Madrid	Madrid	0,18	0,28
Castilla La mancha	Albacete	5,27	4,53
	Ciudad Real	0,62	0,38
	Cuenca	9,04	7,91
	Guadalajara	0,22	0,14
	Toledo	6,72	7,00
C. Valenciana	Alicante	0,22	0,16
	Castellón de la Plana	3,05	2,41
	Valencia	2,67	2,19
Región de Murcia	Murcia	2,77	2,36
Extremadura	Badajoz	2,16	5,33
	Cáceres	2,71	4,86



Tabla 8. Reparto provincial de *broilers* criados según REGA, b_i (%) (cont.)

CC.AA.	Provincia	2010	2015
Andalucía	Almería	0,39	0,30
	Cádiz	0,04	0,05
	Córdoba	0,48	0,36
	Granada	0,90	0,67
	Huelva	1,77	1,18
	Jaén	0,30	0,42
	Málaga	0,16	0,10
	Sevilla	1,49	1,12
Canarias	Las Palmas	0,21	0,15
	Santa Cruz de Tenerife	0,50	0,35
		100,00	100,00

Para los años anteriores a 2010, en que no se dispone de datos REGA, se empleará la misma distribución del año 2010, considerando que la importancia de las distintas zonas de producción no ha variado significativamente a lo largo de los años.

En los anejos se presenta el número medio anual de *broilers* a escala provincial, para todos los años de la serie histórica.

7.3. POBLACIÓN MEDIA ANUAL NACIONAL DE GALLINAS REPRODUCTORAS CARNE (categoría k_3)

A partir del número de pollos sacrificados anualmente en España, n_1 , y la tasa de nacidos por ave alojada, t_{nacim} (punto 6.6), se estima el número de gallinas reproductoras pesadas, k_3 , necesarias para obtener ese número de sacrificios n_1 .

$$k_3 = \frac{n_1}{t_{\text{nacim}} \times p_3} \times \frac{p_3}{365} \quad \text{Ecuación 7}$$

Siendo:

k_3 : población total media anual de gallinas reproductoras carne en España

n_1 : número total de *broilers* sacrificados en España (punto 4)

m_1 : mortalidad media de *broilers* en España expresada en tanto por uno (tabla 2)

t_{nacim} : tasa diaria de nacidos por ave alojada (tabla 6)

p_3 : periodo productivo de la categoría k_3 , en días (tabla 4)

$t_{\text{nacim}} \times p_3$: pollitos nacidos por ave alojada en un ciclo (tabla 6)

Simplificando, la ecuación anterior queda:

$$k_3 = \frac{n_1}{t_{\text{nacim}} \times 365} \quad \text{Ecuación 8}$$

En el año 2015, en las encuestas de sacrificios del MAPAMA constan 636.311.729 pollos sacrificados en España. Puesto que la mortalidad en *broilers* es del 5,5% y la tasa de nacidos por ave alojada es del 46,12%, el número de gallinas pesadas es de 3.999.963.

De la misma forma, en 1990 hay 446.753.470 pollos sacrificados y resultan 3.496.452 gallinas pesadas.

En las tablas A-3 y A-4 de los anejos se presenta la serie histórica de gallinas reproductoras de carne, a escala nacional, obtenida de la ecuación 8.

7.4. POBLACIÓN MEDIA ANUAL NACIONAL DE POLLITAS RECRÍA CARNE (categoría k_2)

Para obtener la reposición de las reproductoras pesadas, se aplicará la siguiente expresión, que parte del número de gallinas reproductoras que se estimaron en el punto anterior:

$$k_2 = \frac{k_3}{(1 - m_2)} \times \frac{p_2}{p_3} \quad \text{Ecuación 9}$$

Siendo:

k_2 : población total media anual de pollitas recría carne en España

k_3 : población total media anual de gallinas reproductoras carne en España

m_2 : mortalidad media en pollitas recría carne en España, expresada en tanto por uno (tabla 3)

p_2 : periodo productivo de la categoría k_2 , en días (tabla 3)

p_3 : periodo productivo de la categoría k_3 , en días (tabla 4)

En el año 2015, la mortalidad de pollitas fue del 4,5%, un periodo productivo de 140 días y un vacío de 42, mientras que en gallinas el periodo productivo fue de 301 días y el vacío de 64 días. Así, el número medio anual de pollitas sería de 2.088.484. Entonces la relación adulta/reposición es de 1,92.

En 1990 resultan 1.844.906 pollitas (relación adulta/reposición de 1,9).

En las tablas A-3 y A-4 de los anejos se presenta la serie histórica de pollitas de recría de carne, a escala nacional, obtenida según la ecuación 9.

7.5. REPARTO PROVINCIAL DE POLLITAS RECRÍA CARNE Y GALLINAS REPRODUCTORAS CARNE

La población media total anual de pollitas recría carne en España, k_2 , obtenida según se explica en el punto anterior, se reparte provincialmente según la proporción de pollitas recría carne en cada provincia i con respecto al total nacional, $poll_i$, que se extrae de los censos REGA.

Aplicando el porcentaje de pollitas recría carne de cada provincia ($poll_i$) sobre la población media total anual de pollitas recría carne en España (k_2) se obtiene población media anual de pollitas recría carne en cada provincia (k_{2i}).

$$k_{2i} = k_2 \times poll_i \quad \text{Ecuación 10}$$

Igualmente, se procede con la población media total anual de gallinas reproductoras carne, k_3 , sobre la que se aplica la proporción de gallinas reproductoras carne en cada provincia i con respecto al total nacional, $gall_i$, que se extrae de los censos REGA.



$$k_{3i} = k_3 \times gall_i$$

Ecuación 11

Hay que indicar que, al aplicar porcentajes sobre el total nacional, resultarían cifras de efectivos provinciales no enteras. Por tanto, el resultado de las ecuaciones 10 y 11 se redondea al número entero más próximo. De esta forma, la suma de los datos provinciales puede variar en algunos efectivos respecto al total nacional calculado inicialmente. Para evitar esta incoherencia, se asumirá que:

$$k_2 = \sum_i k_{2i}$$

Ecuación 12

$$k_3 = \sum_i k_{3i}$$

Ecuación 13

Igual que se comentó para *broilers*, para los años anteriores a 2010, en que no se dispone de datos REGA, se empleará la distribución del año 2010. Igual que lo indicado en *broilers*, se considera que la importancia de las distintas zonas de producción no ha variado significativamente a lo largo de los años.

En la tabla siguiente, se presenta el reparto provincial de pollitas recría carne y gallinas reproductoras carne para los años 2010 y 2015, que se extrae de REGA.

Tabla 9. Reparto provincial de pollitas recría carne, *poll2*, y gallinas reproductoras carne, *gall3*, según REGA 2010 y 2015 (%)

CC.AA.	Provincia	poll _i		gall _i	
		2010	2015	2010	2015
Galicia	A Coruña				
	Lugo	3,38	4,01	2,97	2,48
	Ourense	17,13	21,19	7,27	7,36
	Pontevedra				0,29
Principado de Asturias	Asturias				
Cantabria	Cantabria				
País vasco	Álava	2,12	1,47		
	Guipuzcoa		2,72		0,38
	Vizcaya				0,29
C. Foral Navarra	Navarra	2,19	2,87	2,91	3,28
La Rioja	La Rioja	5,03		4,35	0,65
Aragón	Huesca	9,36	1,67	0,86	0,67
	Teruel	1,71	2,06	0,24	0,23
	Zaragoza	2,77	3,54	6,88	5,07
Cataluña	Barcelona	0,68	0,40	2,28	2,16
	Girona	1,25	0,98	5,30	9,63
	Lleida	9,69	11,99	11,31	14,49
	Tarragona	16,21	16,90	30,67	27,51
Baleares	Baleares	0,01			

Tabla 9. Reparto provincial de pollitas recria carne, *poll2*, y gallinas reproductoras carne, *gall3*, según REGA 2010 y 2015 (%) (cont.)

CC.AA.	Provincia	poll _i		gall _i	
		2010	2015	2010	2015
Castilla y León	Ávila				
	Burgos	0,60	0,30	1,00	0,78
	León				0,27
	Palencia			0,18	0,78
	Salamanca				
	Segovia		0,78	0,18	3,35
	Soria				
	Valladolid		0,95	2,10	1,09
	Zamora				
C. Madrid	Madrid				
Castilla La mancha	Albacete	2,85	2,42	0,52	0,65
	Ciudad Real	1,21	0,58		
	Cuenca	2,32			0,70
	Guadalajara	3,76	1,17	0,85	2,73
	Toledo			2,49	0,44
C. Valenciana	Alicante			0,43	0,44
	Castellón de la Plana	2,67	3,38	3,70	3,74
	Valencia	1,29	1,33	1,88	1,78
Región de Murcia	Murcia	1,22	1,47	1,20	0,62
Extremadura	Badajoz				
	Cáceres				
Andalucía	Almería	0,07		0,67	
	Cádiz	0,16	0,29		
	Córdoba	1,82	4,60	1,04	0,58
	Granada		0,03		
	Huelva	0,68	2,31	2,71	2,79
	Jaén	0,04	0,37	0,09	0,38
	Málaga	0,02	0,63	0,55	0,47
	Sevilla	9,73	9,58	5,34	4,34
Canarias	Las Palmas		0,01		
	Santa Cruz de Tenerife			0,02	
		100,00	100,00	100,00	100,00

En los anejos se presentan unas tablas (A-1 y A-2) con el número de *broilers* sacrificados anualmente, según las encuestas del MAPAMA, y los coeficientes empleados para obtener la población promedio anual nacional. También se incluyen los censos provinciales, en población promedio anual, obtenidos al repartir el dato nacional según la distribución extraída de REGA (tablas A-5 hasta A-10).



8 BALANCE ALIMENTARIO

El objetivo de un balance alimentario de este tipo (“budget”, en inglés) es calcular el consumo de materia seca, energía, proteína bruta (PB) y fósforo (P), estimar las retenciones de nitrógeno (N) y fósforo y obtener la excreción de nitrógeno y fósforo.

Para ello, en primer lugar se estiman las necesidades de energía y proteína bruta de cada categoría estudiada que necesita un animal para su mantenimiento y para actividades tales como el crecimiento y la producción de huevos; se definen las características nutricionales de las raciones; se establece la cantidad de materia seca necesaria para cubrir la necesidad de energía con el tipo de ración recibida; se calcula la proteína bruta, nitrógeno, energía digestible (ED) y fósforo ingeridos. De esta forma, se obtiene la entrada del balance.

Después se calculan las retenciones de N y P, que constituyen las salidas del balance. Al final, restando la salida total a la entrada total se obtiene el balance de N y P en la alimentación del animal, el cual puede convertirse en porcentaje retenido.

Por último, se obtendrán unos coeficientes de excreción de sólidos volátiles, coherentes con la ingesta realizada.

El proceso digestivo de las aves se puede sintetizar del siguiente modo: los alimentos sin masticar ingeridos por las aves se almacenan en el buche, que es un ensanchamiento del esófago. El alimento pasa a continuación al estómago glandular, en donde se segrega el jugo gástrico. La mezcla de alimento y jugo gástrico pasa rápido al estómago muscular (molleja), en donde el alimento granulado se tritura (no hay masticación en las aves).

El alimento triturado pasa después al intestino delgado, en donde se segrega el jugo entérico, el jugo pancreático y la bilis. El intestino grueso tiene dos ciegos, colon y recto que desemboca en la cloaca. Desde el punto de vista de la digestión, en las aves son muy importantes los movimientos antiperistálticos, que revierten el sentido del flujo de la digesta y permiten que se prolongue el tiempo de mezcla de ésta con las enzimas endógenas y, por lo tanto, se mejore la eficiencia de la digestión. En el intestino grueso de las aves se produce una pequeña fermentación microbiana, aunque ésta se puede considerar despreciable en términos cuantitativos, por lo que las emisiones de metano en esta especie pueden ser consideradas nulas.

En la cloaca confluyen el recto y las vías urogenitales, por lo que la excreta es una mezcla de heces y orina. La orina contiene una gran cantidad de compuestos nitrogenados, pero, a diferencia de los mamíferos, en las aves, éstos son expulsados en forma de ácido úrico, cuya volatilidad es mucho menor que la de la urea (producto típico de la excreción de mamíferos).

Debido a las similitudes de su aparato digestivo, la digestión de las aves es similar a la de los mamíferos monogástricos; pero es menos eficaz debido a que el tubo digestivo es corto y, a pesar de los movimientos antiperistálticos, el tránsito de los alimentos es muy rápido. Por ello, se precisan piensos con una alta concentración energética.

En las granjas intensivas, los pollos se alimentan *ad libitum* y, en muchas ocasiones, sin separación de sexos. Y ello a pesar de que el cebo separado presenta ventajas tales como que se puede controlar la mayor tendencia al engrasamiento en las hembras, y que los machos se pueden llevar a pesos mayores, destinándolos a canales para despiece.

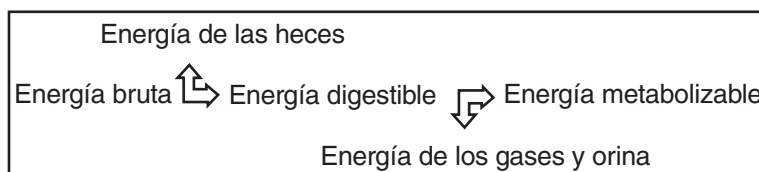
Sin embargo, los pollos tienden a sobreconsumir o consumir más de lo necesario para satisfacer sus necesidades energéticas. En consecuencia, la alimentación *ad libitum* no da lugar a un ajuste eficiente en el consumo, si se suministran raciones con alta concentración energética (FEDNA, 2008).

Otro de los mecanismos de control de la ingestión en las aves tiene que ver con el fotoperiodo. Los pollos son aves de hábitos diurnos, por lo que no comen a oscuras, manteniéndose con programas de iluminación que potencian el consumo de pienso.

La temperatura ambiente es otro de los factores que determina la cantidad de pienso ingerida. La temperatura óptima para el cebo de pollos en su periodo de crianza es de unos 23 °C, mientras que en el caso de las gallinas reproductoras está en torno a los 21°C. Las altas temperaturas tienen gran influencia en el consumo de pienso, de forma que, por cada grado que aumenta la temperatura por encima de los 25 °C, se produce una reducción del 1,5% del consumo de pienso; y a partir de los 30 °C se reduce más de un 2,5% por cada grado centígrado. No obstante, la temperatura óptima es más elevada durante los primeros días de vida, y va disminuyendo a medida que los pollitos van creciendo. Este hecho se tiene en cuenta en las prácticas habituales de manejo en las explotaciones, al ajustarse la temperatura en función de la edad de los animales. Se utilizan para ello sistemas de calefacción adecuados en primeras edades y sistemas de refrigeración en aquellos lugares con temperaturas estivales muy altas.

8.1. NECESIDADES DE ENERGÍA

En las aves de corral las necesidades de energía se valoran como energía metabolizable. Al excretar conjuntamente las heces y la orina, es particularmente difícil determinar la digestibilidad de los nutrientes y, por este motivo, en la alimentación de aves se utiliza la energía metabolizable como unidad de valoración, tanto de las necesidades como del valor energético de los alimentos. Esta energía se expresa como energía metabolizable aparente corregida para la retención de nitrógeno (EM_n). No obstante, para facilitar la lectura de las ecuaciones, la EM_{An} se expresará a partir de este punto como EM, colocándose los correspondientes subíndices para conseguir una mayor especificidad.



Para el cálculo de las necesidades energéticas de esta especie, se ha seguido la estructura que emplea IPCC (2006). El cálculo propiamente dicho de la EM necesaria se ha realizado a partir de las ecuaciones publicadas por FEDNA (2008). Las EM de las raciones se han calculado siguiendo las tablas propuestas por FEDNA (2016).

Siguiendo con las directrices que se plantean en la mayor parte de las publicaciones, las necesidades energéticas de los animales se dividen en no productivas y productivas.

La energía metabolizable no productiva, $EM_{no.productiva}$, representa el conjunto de necesidades energéticas del animal para cubrir sus requerimientos no productivos. Incluye las necesidades energéticas de mantenimiento y termorregulación.

La energía metabolizable productiva, $EM_{productiva}$, comprende el conjunto de necesidades energéticas del animal para sus requerimientos productivos. Incluye las necesidades energéticas de crecimiento (ganancia de grasa, ganancia de proteína y ganancia de peso) y producción de huevos, según el tipo de animal.

Así, la necesidad total de energía metabolizable, EM_{total} , para cada categoría productiva vendrá dada por la suma de energías metabolizable necesarias para cada actividad.

$$EM_{total} = EM_{no\ productivosa} + EM_{productiva} \quad \text{Ecuación 14}$$

De forma que:

$$EM_{no\ productiva} = EM_{mant.} + EM_{term.} \quad \text{Ecuación 15}$$

$$EM_{productiva} = EM_{crec.} \text{ y/o } EM_{huevos} \quad \text{Ecuación 16}$$



Siendo:

$EM_{\text{mant.}}$: energía metabolizable necesaria para el mantenimiento; es decir, la cantidad de energía necesaria para mantener a un animal en equilibrio sin que gane ni pierda energía corporal. En este concepto se incluyen la energía necesaria para el metabolismo basal y la actividad física normal.

$EM_{\text{term.}}$: energía metabolizable necesaria para la termorregulación.

$EM_{\text{crec.}}$: energía metabolizable necesaria para el crecimiento, es decir, para ganar grasa ($EM_{\text{ganancia grasa}}$), proteína ($EM_{\text{ganancia proteína}}$) y peso ($EM_{\text{ganancia peso}}$).

EM_{huevos} : energía metabolizable necesaria para producir huevos.

De esta forma:

- Los animales en crecimiento ($k1$ y $k2$) tendrán:

$$EM_{\text{total}} = EM_{\text{mant.}} + EM_{\text{term.}} + EM_{\text{crec.}}$$

- Y las hembras reproductoras ($k3$):

$$EM_{\text{total}} = EM_{\text{mant.}} + EM_{\text{term.}} + EM_{\text{crec.}} + EM_{\text{huevos}}$$

A continuación se describe la metodología de estimación de las necesidades energéticas de las diferentes categorías productivas

8.1.1. Necesidades diarias de energía no productiva

La fórmula aportada por FEDNA (2008) para la estimación de la energía metabolizable para el mantenimiento, $EM_{\text{mant.}}$, es decir, para cubrir los gastos de metabolismo basal y de la actividad física normal del animal, es: física normal del animal, es:

$$EM_{\text{mant.}j} \text{ (kgcal/día)} = \text{Coef}_{\text{mant.}} \times W_j^{0,75} \quad \text{Ecuación 17}$$

Siendo:

W_j : peso medio de una categoría j , expresado en kg

0,75: exponente de peso metabólico

$\text{Coef}_{\text{mant.}}$: necesidad unitaria diaria por peso metabólico, en $kcal/kg$ peso metabólico/día

$\text{Coef}_{\text{mant.}} = 113$, en *broilers* ($k1$) y pollitas de recría carne ($k2$)

$\text{Coef}_{\text{mant.}} = 125$, en gallinas reproductoras carne ($k3$)

Para las categorías $k1$ y $k2$ el peso medio se calcula según se explicó en el punto 6.3. Si bien, en las gallinas reproductoras carne ($k3$) el crecimiento no es lineal. A las 32 semanas de vida (a la 12ª semana de la puesta) alcanzan el 85% del peso final, y después el crecimiento es más suave (Aviagen, 2011; Cobb-Vantress, 2013). Es decir, durante el 28% inicial del periodo de puesta crecen a un ritmo más rápido. Por tanto, el peso medio a considerar en el cálculo del peso metabólico de la categoría $k3$ vendrá dado por la siguiente ecuación:

$$W_3 = 0,28 \times \frac{(W_{0-3} + 0,85 \times W_{f-3})}{2} + 0,72 \times \frac{(0,85 \times W_{f-3} + W_{f-3})}{2} \quad \text{Ecuación 18}$$

Asimismo, la energía metabolizable para termorregulación, $EM_{\text{term.}}$, dada por FEDNA (2008) corresponde a la siguiente ecuación:

$$EM_{\text{term},j} \text{ (kcal/día)} = \text{Coef}_{\text{term.}} \times (T_{\text{límite}} - T_{\text{ambiente}}) \times W_j^{0,75} \quad \text{Ecuación 19}$$

Siendo:

$\text{Coef}_{\text{term.}}$: energía metabolizable necesaria por cada °C que varía la temperatura ambiente sobre una temperatura límite, expresada en *kcal por día, por °C y por kg de peso metabólico*. En *broilers* y pollitas de recría carne es de 4,5; en gallinas reproductoras carne es de 2 kcal/°C/kg/día.

$T_{\text{límite}}$: temperatura límite de producción, en °C. Por encima de ésta, el animal debe quemar nutrientes para mantener constante su temperatura corporal; por debajo, reducirá su necesidad de energía. En explotaciones de *broilers* y pollitas de recría es de 23 °C y en explotaciones de reproductoras es de 21 °C.

T_{ambiente} : temperatura media de las explotaciones, en °C

W_j : peso medio de la categoría j ($j = 1$ ó 2), expresado en kg (pto. 6.3)

La fórmula anterior es válida para una temperatura ambiente entre 15 y 30 °C.

A efectos de los cálculos llevados a cabo en este documento, se ha tenido en consideración que en España, en la mayor parte de los casos, las instalaciones de aves de carne están altamente tecnificadas y disponen de sistemas de control de temperatura y humedad que adecúan las condiciones ambientales a los requerimientos de las aves a lo largo de su vida. Por ello, podemos asumir que la temperatura límite es igual a la temperatura ambiente y, en consecuencia, se considerará que *no hay necesidades de termorregulación*.

8.1.2. Necesidades diarias de energía productiva

La energía metabolizable para el crecimiento en *broilers* y pollitas de recría carne, $EM_{\text{crec.}}$, es la energía necesaria para la ganancia de grasa y la ganancia de proteína.

$$EM_{\text{crec.},j} = EM_{\text{gan. grasa},j} + EM_{\text{gan. proteína},j} \quad \text{Ecuación 20}$$

Siendo:

$EM_{\text{gan. grasa},j}$: energía metabolizable necesaria para la acumulación de grasa en una categoría j , en *kcal/d*

$EM_{\text{gan. proteína},j}$: energía metabolizable necesaria para la síntesis proteica en una categoría j , en *kcal/d*

$$EM_{\text{gan. grasa},j} \text{ (kcal/día)} = 13,4 \text{ (kcal/g grasa)} \times \text{Frac}_{\text{grasa},j} \times \text{GMD}_j \text{ (g/día)} \quad \text{Ecuación 21}$$

$$EM_{\text{gan. proteína},j} \text{ (kcal/día)} = 12,0 \text{ (kcal/g proteína)} \times \text{Frac}_{\text{proteína},j} \times \text{GMD}_j \text{ (g/día)} \quad \text{Ecuación 22}$$

Siendo:

$\text{Frac}_{\text{grasa},j}$: fracción de grasa en cada kg de incremento de peso para una categoría j ($j = 1$ ó 2), en *tanto por uno*

13,4: coste energético de la síntesis de grasa, en *kcal EM/kg*

$\text{Frac}_{\text{proteína},j}$: fracción de proteína en cada kg de incremento de peso para una categoría j ($j = 1$ ó 2), en *tanto por uno*

12,0: coste energético de la síntesis de proteína, en *kcal EM/kg*

GMD_j : ganancia media diaria de peso para una categoría j ($j = 1$ ó 2), en *g/día*



Los costes energéticos unitarios anteriores se han fijado considerando una eficacia media de retención de la grasa del 70%, un calor de combustión de la grasa de 9,4 kcal/g grasa, una eficacia media de retención de proteína del 47% y un calor de combustión de la proteína de 5,7 kcal/g proteína.

En las gallinas reproductoras, FEDNA (2008) considera que su carne tiene un contenido energético medio de unas 4 kcal/g y una eficiencia media de conversión de EM del pienso en carne del 80%, por lo que se precisan unas 5 kcal para producir 1 g de carne. Además, establece una $Frac_{proteína}$ del 16% y una $Frac_{grasa}$ del 15%. Así, en gallinas reproductoras carne (k_3) la energía necesaria para la ganancia de peso, $EM_{ganancia\ peso}$, viene dada por:

$$EM_{gan.\ peso_3} (kcal/día) = 5 (kcal/g) \times GMD_3 (g/día) \quad \text{Ecuación 23}$$

Siendo:

5: coste energético unitario de la ganancia de peso, en *kcal/g*

GMD_3 : ganancia media diaria de peso para la categoría k_3 , en *g/día*

En las tablas siguientes se recogen los coeficientes utilizados para estimar la ganancia de grasa, $Frac_{grasa}$, y de proteína, $Frac_{proteína}$, a lo largo de la serie histórica considerada, para las categorías productivas estudiadas en este documento.

Tabla 10. Coeficientes de ganancia de proteína ($Frac_{proteína}$) y de grasa ($Frac_{grasa}$) en *broilers* (k_1)

Año	Broilers (k_1)	
	$Frac_{proteína}$	$Frac_{grasa}$
1990	0,1400	0,1460
1995	0,1482	0,1398
2000	0,1564	0,1336
2005	0,1646	0,1274
2010	0,1728	0,1112
2015	0,1810	0,1150

Fuente: Elaboración propia desde bibliografía.

La bibliografía utilizada para componer la tabla anterior es Butzen *et al.* (2015), Conde-Aguilera *et al.* (2016), Mitchell (1997), Mitchell (2011) y Nukreaw y Bunchasak (2015). Los datos de *broilers* están en función de la composición corporal a peso medio de sacrificio.

Tabla 11. Coeficientes de ganancia de proteína ($Frac_{proteína}$) y de grasa ($Frac_{grasa}$) en pollitas recria carne (k_2)

Año	Pollitas (k_2)	
	$Frac_{proteína}$	$Frac_{grasa}$
1990	0,1290	0,0960
1995	0,1312	0,0938
2000	0,1334	0,0916
2005	0,1356	0,0894
2010	0,1378	0,0872
2015	0,1400	0,0850

Fuente: Elaboración propia desde bibliografía.

La bibliografía utilizada en la tabla anterior es Robinson y Robinson (1991) y Van Emous *et al.* (2015). Los datos están en función de la composición corporal al final del periodo de recría.

Tabla 12. Coeficientes de ganancia de proteína ($Frac_{proteína}$) y de grasa ($Frac_{grasa}$) en gallinas reproductoras (k_3)

Año	Gallinas reproductoras (k_3)	
	$Frac_{proteína}$	$Frac_{grasa}$
1990	0,1460	0,2680
1995	0,1500	0,2494
2000	0,1540	0,2308
2005	0,1580	0,2122
2010	0,1620	0,1936
2015	0,1660	0,1750

Fuente: Elaboración propia desde bibliografía.

La bibliografía utilizada en la tabla anterior es Robinson y Robinson (1991) y Van Emous *et al.* (2015). Los datos están en función de la composición corporal al final del periodo de puesta.

Para calcular la energía metabolizable necesaria para la producción de huevos, EM_{huevos} , FEDNA (2008) considera que un huevo tiene un contenido energético de 1,6 kcal/g y una eficacia media de conversión de la EM del pienso en huevo del 80%, por lo que se precisan 2 kcal para la producción de 1 g de huevo. Así, la necesidad de energía para la producción de huevos se estima en función de la masa de huevos producida y la energía unitaria necesaria para esa producción.

$$EM_{huevos} \text{ (kcal/día)} = 2 \text{ (kcal/g)} \times MH \text{ (g huevo/día)} \quad \text{Ecuación 24}$$

Siendo:

2: coste energético unitario de la producción del huevo, en *kcal EM/kg*

Mh: masa de huevo en gallinas reproductoras, en *g huevo/día* (punto 6.6)

8.1.3. Necesidades diarias de energía para cada categoría productiva

Las ecuaciones para calcular la necesidad de energía metabolizable, EM_{total} , para cada categoría productiva se recopilan en la tabla siguiente.

Tabla 13. Ecuaciones de energía metabolizable total necesaria

Cod. Categ. (j)	Categorías productivas	Ecuaciones de EM_{TOTALj} (kcal/día)
k_1	<i>Broilers</i>	$EM_{mant.} + EM_{crec} = EM_{mant.} + EM_{gan.grasa} + EM_{gan.proteína} =$ $= 113 \times W_j^{0,75} + 13,4 \times GMD_j \times Frac_{grasa j} + 12 \times GMD_j \times Frac_{proteína j}$
k_2	Pollitas de recría carne	
k_3	Gallinas reproductoras carne	$EM_{mant.} + EM_{gan.peso} + EM_{huevos} = 125 \times W_3^{0,75} + 5 \times GMD_3 + 2 \times Mh$

Siendo:

$W_j^{0,75}$: peso metabólico de una categoría *j*, en kg



$\text{Frac}_{\text{grasa } j}$: fracción de grasa en cada kg de incremento de peso, para una categoría j , *en tanto por uno*

$\text{Frac}_{\text{proteína } j}$: fracción de proteína en cada kg de incremento de peso, para una categoría j , *en tanto por uno*

Mh: masa de huevo en gallinas reproductoras, en *g huevos/día* (punto 6.6)

GMD_j : ganancia media diaria de peso en una categoría j , *en g/día*

8.1.4. Necesidades anuales de energía para cada categoría productiva

Para calcular las necesidades anuales de energía metabolizable de los animales, simplemente habrá que multiplicar las necesidades diarias totales, EM_{TOTAL} , por los días del año.

$$\text{EM}_{\text{Anual } j} (\text{kcal/año}) = \text{EM}_{\text{TOTAL } j} (\text{kcal/día}) \times 365 (\text{días/año}) \quad \text{Ecuación 25}$$

8.2. NECESIDADES DE PROTEÍNA

La proteína, junto con el agua, es un componente mayoritario en el organismo. La alimentación aporta la proteína que, una vez digerida en el intestino delgado, se transformará en aminoácidos circulantes disponibles para la síntesis y reparación de los tejidos, enzimas y hormonas.

El perfil en aminoácidos y la digestibilidad de una fuente proteica debe ser tenido en cuenta a la hora de seleccionar los ingredientes en la elaboración de las raciones. Ambos factores marcan la calidad de la misma.

En la formulación de piensos para las especies de monogástricos (incluyendo las aves de corral) se trabaja tanto con el concepto de *proteína bruta* (PB) como de aminoácidos concretos. Esto se debe a que una parte de los aminoácidos ingeridos pueden ser utilizados directamente por el organismo o pueden ser transformados en otros por transaminación. Sin embargo, algunos aminoácidos, conocidos como aminoácidos esenciales, no pueden ser obtenidos por medio de la transaminación y deben ser ingeridos directamente por el animal.

En las tablas FEDNA figura la *digestibilidad real* (DR) de cada aminoácido para las aves. También figura la digestibilidad aparente de la proteína bruta de cada componente de las raciones (punto 8.5), que será la que utilicemos en este trabajo.

Los aminoácidos absorbidos (digestibilidad ileal media de la PB) suponen alrededor del 80% de la proteína bruta ingerida; y de éstos, el 35% se desamina, lo que significa que no son metabólicamente útiles, por lo que la eficiencia de utilización de la proteína Ef_p es del 65% (Rodríguez Ventura y Flores, 2017). Así, los aminoácidos netos o disponibles para la síntesis proteica, según estos valores medios, son $0,65 \times 0,8 \times \text{PB} = 0,52 \times \text{PB}$.

Siguiendo con este razonamiento, el *valor biológico* de una proteína, que corresponde a su eficiencia de utilización, está determinado por la riqueza en aminoácidos esenciales. Por eso, además de considerar el nivel de PB de una materia prima, hay que tener en cuenta el contenido de aminoácidos como la lisina y la metionina, que son los más limitantes para el ave.

Al igual que en el caso de la energía metabolizable, la ingesta necesaria de proteína bruta para cada categoría productiva vendrá dada por la suma de ingesta necesaria de PB para cada actividad y para el mantenimiento.

En pollos, las necesidades proteicas dependen fundamentalmente de su peso y de su edad.

Un déficit proteico provoca un menor crecimiento, una mayor deposición de grasa y una mayor dificultad para sintetizar proteínas con actividad metabólica, tales como enzimas y anticuerpos; y, por lo

tanto, un empeoramiento del sistema inmune y una mayor incidencia de enfermedades. Además, suele dar lugar a la aparición de fenómenos de canibalismo entre los animales jóvenes.

Por otra parte, un exceso de proteína provoca una mayor excreción de nitrógeno y un empeoramiento de las condiciones de la yacija.

Con las raciones habituales en aves de corral, basadas en cereales y harina de soja, el aminoácido limitante suele ser la metionina. Cuando este tipo de raciones se formulan para que aporten un nivel adecuado de metionina, se suele asegurar un aporte suficiente del resto de aminoácidos esenciales. No obstante, en pollos de crecimiento rápido, la lisina es muy importante, al ser un aminoácido clave en la síntesis de proteínas musculares (FEDNA, 2008).

De esta forma, considerando el N retenido (punto 8.8), la DPB de la ración (punto 7.4) y una Ef_p del 65%, las necesidades de ingesta de proteína bruta en cada categoría j para la actividad, vendrán dadas por la siguiente expresión:

$$PB_{Necesaria_j} (kg/año) = \frac{PB_{Util.Mant.j}}{DPB_j \times Ef_p} + \frac{PB_{Ret.Crec.j}}{DPB_j \times Ef_p} + \frac{PB_{Huevo 3}}{DPB_j \times Ef_{pH}} \quad \text{Ecuación 26}$$

Siendo:

$PB_{Util.Mant.j}$: proteína bruta empleada anualmente en el mantenimiento de una categoría j , expresado en $kg N/año$

$$PB_{Util.Mant.j} = 0,16 \times N_{Util.Mant.j}$$

Donde:

$N_{Util.Mant.j}$: nitrógeno utilizado anualmente en el mantenimiento de una categoría j , expresado en $kg N/año$ (punto 8.8.1)

DPB_j : digestibilidad real de la proteína bruta, *en tanto por uno* (punto 8.5)

Ef_p : eficiencia de utilización de la proteína en mantenimiento y crecimiento, *en tanto por uno*. El valor medio definido en FEDNA (2008) es de 0,60 a 0,66, habiéndose adoptado como valor de referencia para este trabajo 0,65

Ef_{pH} : eficiencia de utilización de la proteína para la producción de huevos, *en tanto por uno*. El valor medio definido en FEDNA (2008) es de 0,75

$PBR_{et.Crec.j}$: proteína bruta retenida anualmente en el crecimiento, expresado en $kg N/año$ (punto 8.8.2)

$PB_{Huevo 3}$: proteína bruta retenida anualmente en la producción de huevos, expresado en $kg N/año$ (punto 8.8.3). En las categorías k1 y k2 es nula

Dividiendo por 365 días del año, se obtiene la necesidad diaria de ingesta de proteína bruta.

8.3. NECESIDADES DE FÓSFORO

El fósforo es un elemento esencial para el organismo y sus principales funciones en el ave son formar parte del esqueleto (un 15% aproximadamente), participar en la transferencia de energía y constituir las biomembranas, ácidos nucleicos y algunas proteínas.

El fósforo es parte integral de la composición de un gran número de materias primas. Sin embargo, la forma en la que se presenta influye directamente sobre su disponibilidad biológica. En las materias primas de origen vegetal suele presentarse en un porcentaje elevado (puede llegar al valores entre el 60 y el 75%) en forma de fitatos, lo que impide que pueda ser asimilado por los monogástricos por carecer de las enzimas necesarias para su digestión.



Como consecuencia de esta limitada disponibilidad del fósforo, se han utilizado fosfatos de origen mineral o animal, con una disponibilidad mucho mayor de este elemento, para asegurar un suministro adecuado de fósforo a las aves. En este sentido, la limitación de proteínas de origen animal también supuso una reducción de la aportación de fósforo de alta disponibilidad por medio del pienso, que tuvo que ser sustituido fundamentalmente por fósforo de origen mineral.

Por otra parte, la excreción de fósforo tiene un impacto ambiental que se ha intentado reducir en la actividad ganadera mediante el uso de fitasas exógenas, que rompen la estructura de los fitatos y permiten una mayor disponibilidad del fósforo contenido en las materias primas.

Las necesidades de fósforo pueden expresarse en términos de fósforo total, fósforo digestible o fósforo disponible. El valor estimado de estas necesidades depende en gran medida del criterio utilizado para su estimación. Así, si se estiman utilizando como criterio la mineralización ósea, estas necesidades pueden ser superiores en 0,1 unidades porcentuales a las estimadas cuando se utiliza como criterio el crecimiento o los índices de conversión (NRC, 1998).

A efectos de formulación de piensos, se ha ido imponiendo la utilización del fósforo digestible como criterio, sustituyendo al fósforo disponible. Como consecuencia, se ha incrementado la inclusión del fosfato monocálcico monohidratado frente al uso de fosfato bicálcico anhidro, que era la fuente más utilizada y a la que se utilizaba como referencia para estimar la disponibilidad, por ser el fosfato monocálcico más digestible que el bicálcico (FEDNA, 2003).

La formulación de los piensos y la estimación de las necesidades de fósforo se han establecido en este documento en términos de fósforo digestible para toda la serie histórica, de forma que se garantiza que el sistema de valoración utilizado es coherente en todo el documento.

Para pollos de carne, los requerimientos de fósforo están bien documentados en la bibliografía y, en general, los científicos están de acuerdo en que se precisa un 0,3-0,4% de fósforo digestible en la dieta (FEDNA, 2008), variable en función de la edad del animal, pues la formación del esqueleto en las primeras semanas de vida requiere un mayor aporte de este elemento. Bastaría verificar que las raciones empleadas cumplen con estos mínimos.

8.4. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Durante el periodo 1990-2015 se han producido una serie de acontecimientos legislativos y tecnológicos que han incidido de una forma notable en la alimentación de los animales, con incidencia directa sobre el balance de nitrógeno y fósforo. La producción ganadera y la industria de alimentación animal en España han sabido reaccionar a las modificaciones legislativas, como fueron la prohibición de las proteínas de origen animal y la prohibición de los antibióticos promotores del crecimiento, utilizando las herramientas tecnológicas disponibles y adaptadas a la legislación vigente.

La prohibición total de los antimicrobianos en alimentación animal como promotores del crecimiento a partir del 1 de enero de 2006, en aplicación del Reglamento (CE) 1831/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de septiembre de 2003 sobre los aditivos en la alimentación animal, con el objetivo de disminuir la aparición de resistencias antimicrobianas, no tuvo una incidencia negativa esperada sobre el balance de nitrógeno. Estos promotores del crecimiento se administraban, fundamentalmente, para evitar el desarrollo de microorganismos patógenos susceptibles de generar alteraciones digestivas en los animales, modificando los procesos digestivos y metabólicos de los animales. Algunos procesos metabólicos modificados son la excreción de nitrógeno, la eficiencia de las reacciones de fosforilación en las células y la síntesis proteica. Sin embargo, la modificación del sistema de manejo y de las formulaciones utilizadas en los piensos destinados a los animales de producción, permitieron minimizar su impacto en el rendimiento productivo, el estado sanitario y, en consecuencia, en su impacto ambiental.

De esta forma, se han ido produciendo modificaciones en las tendencias de uso de ciertas materias primas y aditivos, para adaptarse a los nuevos requisitos legislativos y para mejorar las producciones ganaderas, al mismo tiempo que se va disminuyendo su impacto ambiental. A continuación, se resu-

men algunos de los principales cambios que se han producido durante el período estudiado sobre el uso de fuentes de proteína, de energía y de aditivos.

En la Tabla 14 se incluye un resumen de los cambios que se ha producido en la formulación de los piensos.

8.4.1. Uso de fuentes de proteína

La irrupción de la encefalopatía espongiforme bovina en el ganado del Reino Unido, detectada a partir de 1988, dio lugar a una serie de cambios normativos por los que se fue restringiendo paulatinamente el empleo de estas harinas, hasta llegar a su práctica prohibición en alimentación animal. Desde agosto de 1994, y a partir de la Decisión 94/381/CE de la Comisión, de 27 de junio de 1994, derogada por el Reglamento (CE) n° 1326/2001 de la Comisión, de 29 de junio de 2001, se prohíbe el uso de proteínas derivadas de mamíferos en la alimentación de los rumiantes en toda la Unión Europea.

Tras varias modificaciones legislativas, se adoptó el Reglamento (CE) n° 999/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de mayo de 2001, que establece normas para la prevención, el control y la erradicación de algunas encefalopatías espongiformes transmisibles. El artículo 7 y el Anexo IV del Reglamento se refieren a las medidas relativas a la alimentación de los animales, y recogen los usos permitidos y prohibidos de proteínas y fosfatos de origen animal en la alimentación de animales de granja. Las condiciones para la producción de esas fuentes de proteína y fosfatos se establecieron en el Reglamento (CE) n° 1774/2002, del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los subproductos de origen animal no destinados a consumo humano, que fue posteriormente derogado y sustituido por el Reglamento (CE) n° 1069/2009, del Parlamento Europeo y del Consejo y por el Reglamento (UE) n° 142/2011, de la Comisión Europea.

Las *harinas de carne y huesos* son buenas fuentes proteicas, de aminoácidos esenciales y de calcio y fósforo, con una adecuada relación calidad/precio. Sin embargo, tienen un bajo contenido en triptófano que, además, es poco disponible.

Las restricciones en el uso de proteínas de origen animal tuvieron como consecuencia un incremento de fuentes de proteína de origen vegetal, fundamentalmente harina de soja y harinas de otras oleaginosas (colza o girasol). Así mismo, dieron lugar a que los aportes de energía y minerales se realizaran por medio de otras materias primas, tales como cereales, aceites y grasas y fuentes minerales de calcio y fósforo.

El *haba de soja* es una excelente fuente de energía y proteína, en particular lisina, conteniendo además cantidades importantes de otros nutrientes esenciales, tales como ácido linoleico y colina, cuya disponibilidad es además alta. A menudo, el haba procesada se descascarilla parcialmente para elevar su valor nutritivo en piensos de lechones y pollitos de primera edad.

La harina de soja de alta proteína (47-48% PB) se obtiene tras un proceso de extracción de la grasa del haba con disolvente. Las harinas de soja estándar (44% PB) resultan de la inclusión parcial de cascari-lla en las harinas de alta proteína (FEDNA, 2016).

El haba de soja cruda contiene un número elevado de factores anti-nutritivos. Los más importantes (factores anti-trípsicos, ureasa y lectinas) son termolábiles, por lo que su contenido después de un correcto procesado térmico es reducido (<3,5 mg/g, <0,1 ud ΔpH y 0,5 μmoles/g, respectivamente). Contiene también factores anti-nutritivos termoestables, tales como los factores antigénicos (glicinina y β-conglicinina), saponinas y oligosacáridos (estiquiosa y rafinosa). Los factores antigénicos causan daños en la mucosa intestinal y problemas digestivos en animales jóvenes (especialmente en terneros), mientras que las saponinas afectan el consumo en todas las especies. En cualquier caso, la fracción no digerida afecta también a los animales de alta producción.

Durante el periodo de estudio del balance de nitrógeno en la ganadería española (1990-2015), se produce un cambio en la tendencia de uso del tipo de soja. Durante el periodo 1990-2000, existe un claro predominio del uso de la harina de soja 44% PB; mientras que, a partir de esta fecha y debido a la necesidad de contar con un aporte proteico más homogéneo, se generaliza el empleo de la harina de soja



47% PB. Este aporte proteico más concentrado, junto a la administración de aminoácidos esenciales sintéticos, ha permitido disminuir la cantidad de soja y de proteína bruta añadida a los piensos. Esto ha tenido implicaciones en el balance de nitrógeno, así como en los márgenes para adecuar la dieta en otros componentes también esenciales para el correcto desarrollo de los animales. Además, la disminución de fibra ha contribuido a disminuir los valores de formación de metano debida a la fermentación entérica.

8.4.2. Materias primas que aportan energía

En el período 1990-2000 se utilizaba con frecuencia la mandioca en la formulación de piensos. Las raíces de *mandioca* son una importante fuente de energía en la preparación de raciones alimenticias para diferentes especies de animales. Normalmente, las raíces recién cosechadas son productos perecederos, con alto nivel de humedad, 62 a 68%, cifras que se mantienen más o menos constantes.

El contenido en nitrógeno de la mandioca es muy bajo (inferior al de los granos de cereales), y con una elevada proporción en forma no proteica (50%). Su aporte de aminoácidos esenciales es, pues, prácticamente inapreciable. Por tanto, la utilización de mandioca en la dieta supone una mayor necesidad de complementación con concentrados proteicos de alta calidad (FEDNA, 2016).

Por otra parte, una importante proporción de las cenizas, especialmente en partidas contaminadas con tierra, está constituida por sílice. La presencia de sílice se ha relacionado con un descenso del consumo, con la aparición de úlceras en la mucosa gástrica y con un efecto abrasivo sobre molinos y granuladoras, que incrementa los costes de fabricación hasta en 3 €/ton (FEDNA, 2016).

Todos estos inconvenientes, además de su precio de mercado, han llevado a la sustitución de la mandioca por cereales, que en los últimos años se pueden encontrar a unos precios muy competitivos, habiendo hecho desaparecer prácticamente a la mandioca de las fórmulas de fabricación de piensos a partir de 2000.

8.4.3. Aporte de fósforo

El *fósforo* (P) es un mineral esencial para el metabolismo del organismo animal, en donde juega un papel muy importante en el desarrollo y mantenimiento de las estructuras óseas. Es un componente del ATP y de los ácidos nucleicos, y forma parte de los fosfolípidos que integran y dan flexibilidad a las membranas celulares.

El fósforo contenido en los piensos puede ser de origen vegetal, animal o mineral. El valor nutricional del P vegetal depende de su porcentaje en P fítico y de la actividad fitásica endógena de la materia prima. Estos valores son muy variables, por lo que es difícil prever el contenido en P digestible o disponible en los vegetales. A mayor contenido en fitatos y menor actividad de las fitasas endógenas, menor es la disponibilidad de P. En cualquier caso, es necesario suplementar los piensos para monogástricos con fuentes de P de alta disponibilidad.

Los puntos clave a considerar para valorar la disponibilidad de los diversos fosfatos comerciales son los siguientes: 1) los fosfatos monocálcicos son más disponibles (88 y 91% en porcino y aves, respectivamente) que los bicálcicos (72 y 79%), y éstos, que los tricálcicos; 2) los fosfatos sódicos y, en general, los fosfatos más solubles, son más disponibles que los cálcicos o magnésicos; 3) los fosfatos hidratados son más disponibles que los anhidros; y 4) los productos mejor procesados (con menor contenido en F, Pb, Va, As, Hg, etc., y mayor uniformidad entre lotes) suelen ser más disponibles (FEDNA, 2016).

La utilización de fitasas en piensos con contenidos en P fítico superiores al 0,22-0,25% permite reducir el empleo de fosfatos en piensos, con el consiguiente beneficio para el medio ambiente.

8.4.4. Incorporación a los piensos de nuevos aditivos

En este sentido, es importante destacar la incorporación a los piensos de aminoácidos sintéticos y de enzimas (carbohidrasas y fitasas).

Respecto a la utilización de *aminoácidos sintéticos*, hay de indicar que, desde el punto de vista del balance de nitrógeno, lo ideal sería suministrar a los animales una proteína ideal, donde todos los aminoácidos digestibles, principalmente los aminoácidos esenciales, fueran limitantes en la misma proporción. Esto significaría que ningún aminoácido se suministraría en exceso, en comparación con el resto. Como consecuencia, la retención de proteína (ganancia respecto a consumo de proteína) sería máxima y la excreción de nitrógeno mínima. En la naturaleza no hay ninguna materia prima que cumpla con estos requisitos para todos los estadios productivos de los animales, por lo que sólo es posible obtener esta proteína ideal mediante una adecuada combinación de concentrados proteicos y aminoácidos sintéticos suplementarios.

Estos aminoácidos deben contar con la preceptiva autorización como aditivos para la alimentación animal, siguiendo los requisitos establecidos en el Reglamento (CE) 1831/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de septiembre de 2003 sobre los aditivos en la alimentación animal. A través de este reglamento se puede estudiar la evolución de la aprobación de los distintos aminoácidos sintéticos, que no su utilización mayoritaria en la alimentación animal. Así, por ejemplo, los aminoácidos lisina, metionina, treonina y triptófano ya estaban disponibles comercialmente antes (1988) de la publicación del citado Reglamento; pero, mientras los dos primeros tenían un precio razonable que permitía su inclusión en los piensos desde los primeros momentos del periodo objeto de estudio (1990-2015), la treonina se incorpora de una forma rutinaria en el pienso a partir de 2006 y el triptófano a partir de 2010.

La autorización de aditivos sintéticos producidos a partir de microorganismos modificados genéticamente es un proceso clave para favorecer la disponibilidad de estos aminoácidos, como ocurre con la L-valina, que se autorizó y comenzó a utilizarse en los piensos de forma rutinaria a partir de 2015. También cuentan con autorización otros aminoácidos esenciales, como la histidina y L-arginina (2007), isoleucina (2010), tirosina (2014) y una nueva autorización del triptófano obtenido a partir de microorganismos modificados genéticamente.

Las *enzimas* son proteínas de origen natural que funcionan como catalizadores de un buen número de reacciones químicas que tienen lugar en el organismo. A pesar de que los animales y su microbiota digestiva producen un buen número de enzimas, pueden no ser suficientes para facilitar la absorción de todos los nutrientes que se suministran con la alimentación.

Algunos cereales, como el trigo, la cebada o el sorgo, contienen polisacáridos no amiláceos (PNA) que retienen una gran cantidad de agua durante la digestión, formando un contenido muy viscoso de difícil absorción en el intestino. La adición de enzimas específicas (xilanasas, α -amilasas y β -glucanasas) en la alimentación pueden romper los enlaces de estos polisacáridos, disminuyendo la viscosidad del contenido intestinal, mejorando la digestión, la absorción de nutrientes y el estado sanitario de los animales. Si bien estas enzimas ya se encontraban disponibles comercialmente antes de 1990, su uso era más bien limitado, además de no existir una evidencia contrastada de su seguridad y eficacia.

Las primeras autorizaciones de β -glucanasas y amilasas se hicieron a finales de los años 90 bajo la Directiva 70/524/CE. Posteriormente, el Reglamento (CE) 1831/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de septiembre de 2003 sobre los aditivos en la alimentación animal, marca las pautas de la autorización de estas enzimas a lo largo del periodo de estudio. Sin embargo, no es hasta los años 2010-2011 cuando se registran las enzimas producidas a partir de microorganismos modificados genéticamente, por lo que su utilización en pienso es limitado.

Desde el punto de vista del balance del fósforo, es muy importante la inclusión de enzimas específicas como son las fitasas. El fósforo se almacena en las plantas en forma de fitatos que, además del fósforo, contienen otros minerales, aminoácidos y energía. Los animales no pueden absorber el fósforo contenido en los fitatos, a no ser que rompan los enlaces mediante la acción de fitasas, haciendo posible la disposición del fósforo para su absorción por parte de los animales. Además de disminuir el aporte de fósforo inorgánico en forma de fosfatos (con el consiguiente ahorro económico y energético), disminuyen la eliminación de fósforo al medio ambiente.

La utilización de fosfatos como fertilizantes en agricultura y la disminución de las reservas de fosfatos han originado una serie de crisis, como la ocurrida durante 2008, que, unidas a la autorización de



3- y 6-fitasas y la obtención a partir de microorganismos modificados genéticamente, ha impulsado la utilización prácticamente generalizada de estas enzimas a partir de sus primeras autorizaciones en el periodo 2007-2010.

En la tabla siguiente se presentan de forma esquemática los hitos principales en la alimentación de los pollos de carne.

Tabla 14. Hitos en la alimentación de pollos de carne a lo largo de los años

	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Tipo de Materia Prima						
Utilización mandioca	Si	Si	Si	No	No	No
Utilización harinas de carne	Si	Si	Si	No	No	No
Tipo de harina de soja	44	44	44	47	47	47
Precios proteína vegetal vs cereal	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Alto
Aminoácidos Sintéticos						
Lisina	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Metionina	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Treonina	No	Caro	Caro	Si	Si	Si
Triptófano	No	No	Muy Caro	Caro	Si	Si
Valina	No	No	No	No	No	Si
Nutrientes						
AA totales vs AA dig.	EM-AA totales	EM-AA totales	EM-AA totales	EM-AA dig	EM-AA dig	EM-AA dig
Fósforo disponible vs digestible	Disponibile	Disponibile	Disponibile	Digestible	Digestible	Digestible
Aditivos						
Utilización de promotores del crecimiento	Si	Si	Si	Restrict	No	No
Fitasas						
Utilización/tipo	No	No	3-Fitasas	3-Fitasas	3-Fitasas	6-Fitasa

Fuente: elaboración propia desde el Área de Alimentación Animal del MAPAMA, a partir de la información aportada por nutricionistas del sector de puesta.

8.5. CARACTERÍSTICAS DE LA RACIÓN: TIPO, ENERGÍAS, PROTEÍNA BRUTA Y DIGESTIBILIDAD DE LAS RACIONES

De forma general, en la alimentación de *broilers* se emplean 4 tipos de piensos que se suministran sucesivamente en el tiempo de crianza y *ad libitum*. Los periodos de suministro de los diferentes piensos son ligeramente variables en función del tipo de producto deseado, pero siguen aproximadamente un mismo patrón que, a modo de ejemplo, podría ser el siguiente:

- Iniciación: se suministra en forma de harina o migajas pequeñas, con el objetivo de que el pollito aprenda a comer, durante unos 10 días, hasta que alcanza unos 250-300 g de peso.
- Crecimiento: se suministra en forma de harina o granulado, durante unos 15 días, hasta que alcanza unos 1,0-1,2 kg de peso.
- Acabado: se suministra en forma de harina o granulado, durante otros 15 días, aproximadamente, hasta que alcanzan 2,2-2,5 kg (según la edad del sacrificio).
- Retirada: se administra durante una semana antes del sacrificio, también en forma de harina o granulado.

A continuación, se dan unos rangos de valor para el aporte energético (*EM*), la proteína bruta (*PB*) y el índice de conversión (*IC*) conseguidos en la alimentación de *broilers* con pienso, en los periodos señalados:

Pienso	EM (Mcal/kg)	PB (%)	IC aprox.
Iniciación	2,95-3,05	21-23	
Crecimiento	3,05-3,15	20-22	1,3-1,8
Acabado	3,15-3,20	19-21	1,6-2,3
Retirada	3,15-3,25	18-20	1,8-2,2

La composición en ingredientes de los piensos de pollo es, asimismo, variable en función del tipo de pollo, la época del año (coste de materias primas) y la localización de las empresas productoras. En general, las materias primas más utilizadas son los granos de cereal y la harina de soja.

En este documento, el *Área de Alimentación Animal* del MAPAMA, con la información aportada por nutricionistas del sector de aves de carne, ha considerado un primer pienso de inicio que se emplea durante los primeros 20 días de vida, entre los años 1990 y 2004, o durante 14 días de vida, desde el año 2005 hasta la actualidad; seguido de un pienso de crecimiento que se emplea hasta los 30 días de edad; y de un pienso de acabado, hasta que el animal pasa a la siguiente categoría. Las proporciones de consumo de cada uno de estos piensos son las siguientes.

Tabla 15. Proporción de piensos empleados en *broilers* (k_1)

Año	% Pienso		
	Inicio	Crecim.	Acabado
1990	20,4	48,2	31,4
1995	21,2	47,7	31,1
2000	22,1	47,4	30,4
2005	10,6	58,1	31,3
2010	11,7	58,4	30,0
2015	13,0	59,4	27,6

Fuente: Elaboración propia desde el *Área de Alimentación Animal* del MAPAMA

En la alimentación de ponedoras reproductoras se emplean tres tipos de piensos en forma de harina, aunque a veces se suministran en gránulo para reducir la contaminación por *Salmonella spp.* y otros patógenos:



- Cría: se administra *ad libitum* durante el primer mes y medio en forma de harina.
- Recría: puesto que las ponedoras pesadas tienen tendencia a sobreconsumir y engordar, se restringe su alimentación para evitar el engorde y se suministra restringida hasta las 20-22 semanas de vida.
- Puesta: se suministra el pienso con restricción diaria.

Los piensos de cría y recría se emplean en las pollitas (categoría *k2*) y el pienso de puesta solamente se utiliza en las gallinas reproductoras (categoría *k3*).

De la cantidad de pienso consumido por una pollita, el 20% corresponde al pienso de cría y el 80% al pienso de recría.

Las características de los alimentos que componen la ración que se tienen en consideración para el balance alimentario son:

- MS (%): materia seca, en porcentaje
- H (%): humedad, en porcentaje
- EM: energía metabolizable que proporciona cada componente de la ración, en *kcal/kg*
- EB: energía bruta que proporciona cada componente de la ración, en *kcal/kg*
- PB: proteína bruta de cada componente de la ración, en porcentaje
- P_D: fósforo digestible de cada componente de la ración, en porcentaje
- P_T: fósforo total de cada componente de la ración, en porcentaje
- P_{ND}: fósforo no digestible de cada componente de la ración, en porcentaje (diferencia entre el fósforo total y el fósforo digestible)
- DPB: digestibilidad real de la proteína bruta de cada componente de la ración, en porcentaje
- EE: extracto etéreo de cada componente de la ración, en porcentaje
- FND: fibra neutro detergente de cada componente de la ración, en porcentaje
- Czs: cenizas o materia inorgánica de cada componente de la ración, en porcentaje

A partir de estas características se establecerán los siguientes parámetros de la ración:

- EM_{Ración}: energía metabolizable que proporciona la ración, en *kcal/kg* de materia seca
- PB_{Ración}: proteína bruta de la ración, en porcentaje
- P_{D Ración}: fósforo digestible de la ración, en porcentaje
- P_{T Ración}: fósforo total de la ración, en porcentaje
- P_{NDRación}: fósforo no digestible en la ración, en porcentaje (diferencia entre el fósforo total y el fósforo digestible)
- DPB_{Ración}: digestibilidad real de la proteína bruta de la ración, en porcentaje
- DP_{Ración}: digestibilidad del fósforo de la ración, en porcentaje (*PD Ración/PT Ración*)
- Q_{MS}: metabolibilidad de la materia seca, *en tanto por uno*

En aves, la digestibilidad de la proteína está expresada como digestibilidad real.

En las tablas siguientes se presentan los valores de los diferentes ingredientes empleados en la alimentación de aves en España. En su mayoría, estos valores se han extraído de las Tablas FEDNA (2016),

de su página web a fecha de marzo 2016. Los datos de energía bruta, *EB*, han sido calculados mediante la ecuación definida por Ewan (1989), citado en NRC (1998).

$$EB \text{ (kcal/kg m.s.)} = 4.140 + (56 \times \%EE) + (15 \times \%PB) - (44 \times \%cenizas) \quad \text{Ecuación 27}$$

Siendo:

EE: extracto etéreo (% sobre materia seca)

PB: proteína bruta (% sobre materia seca)

Cenizas: materia inorgánica (% sobre materia seca)

Como ya se ha comentado anteriormente, en aves, al estar mezcladas las heces y la orina, no se determina la energía digestible que aportan los alimentos. De modo que en la alimentación de las aves no se emplea el concepto de digestibilidad de la energía, sino el de metabolicidad de la energía bruta (*Qm*), y se calcula como *EM/EB*.

La digestibilidad de la proteína bruta de la ración se calcula obteniendo en primer lugar la PB digestible de la ración y después calculando el porcentaje que representa sobre la PB de la ración.

Para obtener la PB digestible de la ración, se aplica la digestibilidad de la PB de cada materia prima de una ración sobre la PB de esa misma materia prima, y se considera la proporción de cada materia prima en la ración.

La digestibilidad del fósforo de la ración se calcula al considerar la proporción de fósforo digestible respecto al total.

Tabla 16. Características de los ingredientes de los concentrados utilizados sobre materia fresca

Producto	MS	FND	Cenizas	Extracto Etéreo	EB	EM _{An}	PB	P _D	P _T	DPB
	%	%	%	%	kcal/kg	kcal/kg	%	%	%	%
Cebada 6 carreras	90,2	17,0	2,2	2,0	3.919,0	2.800,0	11,3	0,13	0,32	74
Maíz grano nacional	86,2	7,9	1,2	3,6	3.830,0	3.280,0	7,5	0,07	0,25	85
Mandioca 65	88,2	8,5	5,5	0,5	3.473,5	2.800,0	2,4	0,07	0,10	17
Manteca	100,0	0,0	0,0	100,0	9.740,0	8.685,0	0	0,00	0,00	0
Harina de colza 00	89,2	28,9	6,8	2,2	4.023,9	1.700,0	33,8	0,36	1,10	80
Harina de girasol 36%	89,7	33,1	6,8	1,8	4.061,2	1.730,0	36,4	0,31	1,15	88
Harina de soja 44	88,0	12,8	6,2	1,9	4.136,8	2.200,0	44	0,26	0,61	87
Harina de soja 47	88,0	9,1	6,2	1,9	4.181,8	2.360,0	47	0,27	0,64	88
Haba de soja extrusionada	89,9	11,3	4,8	19,2	5.137,9	3.540,0	36,8	0,24	0,56	89
Torta de presión de palmiste	91,2	64,6	4,5	7,8	4.265,0	1.135,0	16,7	0,25	0,63	42
Harina de carne 44/15/25	93,6	1,5	28,0	15,4	4.160,9	2.400,0	43,7	2,48	4,00	76


Tabla 16. Características de los ingredientes de los concentrados utilizados sobre materia fresca (cont.)

Producto	MS	FND	Cenizas	Extracto Etéreo	EB	EM _{An}	PB	P _D	P _T	DPB
	%	%	%	%	kcal/kg	kcal/kg	%	%	%	%
Harina de carne 52/14/25	95,8	1,5	25,2	14,1	4.431,4	2.650,0	52,3	2,39	3,80	79
DDGs de maíz	89,8	28,8	5,3	9,3	4.380,3	2.310,0	25	0,57	0,78	68
Salvado de trigo	87,7	38,5	5,0	3,5	3.833,3	1.830,0	15,1	0,29	0,87	78
Gluten feed de maíz (21% PB)	88,7	36,1	6,0	3,0	3.891,2	1.890,0	21	0,39	0,87	80
Bicarbonato sódico	99,8	0,3	98,0	0,0	0,0	0,0	0	0,00	0,01	0
Carbonato cálcico	98,0	0,0	98,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,00	0,01	0
Carbonato cálcico en forma de sémola	98,0	0,0	98,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,00	0,01	0
Fosfato bicálcico dihidratado	98,8	0,0	80,0	0,0	0,0	0,0	0	15,30	18,00	0
Fosfato monocálcico monohidratado	99,0	0,0	78,0	0	0,0	0,0	0	20,57	22,60	0
Sal	92,0	0,0	92,0	0,0	0,0	0,0	0	0,00	0,00	0
Cloruro de colina 75	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,00	0,00	0
Metionina líquida	88,0	0,0	0,0	0,0	4.750,0	4.180,0	0	0,00	0,00	0
L-Lisina HCL	98,5	0,0	0,5	0,0	4.900,0	3.800,0	94,5	0,00	0,00	100
Lisina Liq - 50%	54,0	0,0	0,3	0,0	3.130,0	2.150,0	50	0,00	0,00	100
Enzimas xilanasas	99,0	0,0	0,0	0,0	4.098,6	3.161,6	0	0,00	0,00	0
6 Fitasa	99,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	1.340	0,00	0
3Fitasa	99,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	800	0,00	0
Minerales avicultura	99,0	0,0	60,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0
Minerales broilers	99,0	0,0	60,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0
Oleína	99,0	0,0	0,0	0,0	9.300,0	7.850,0	0	0	0	0
Enzimas Beta glucanasas	99,0	0,0	0,0	0,0	4.098,6	2.940,0	0	0	0	0
Coccidiostato	99,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,00	0	0
L-Treonina	99,3	0,0	0,5	0,0	4.120,0	3.230,0	73	0	0	100
Vitaminas broilers	99,0	0,0	40,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0
Vitaminas pollitas	99,0	0,0	40,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0
Vitaminas reproductoras	99,0	0,0	40,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0

Tabla 17. Características de los ingredientes de los concentrados utilizados sobre materia seca

Producto	FND	Cenizas	Extracto Eféreo	EB	EM _{An}	PB	P _D	P _T	DPB	PB _{dig}
	%	%	%	%	kcal/kg	kcal/kg	%	%	%	%
Cebada 6 carreras	18,85	2,44	2,22	4.344,8	3.104,2	12,53	0,14	0,35	74	9,27
Maíz grano nacional	9,16	1,39	4,18	4.443,1	3.805,1	8,70	0,08	0,29	85	7,40
Mandioca 65	9,64	6,24	0,57	3.938,2	3.174,6	2,72	0,08	0,11	17	0,46
Manteca	0,00	0,00	100,00	9.740,0	8.685,0	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Harina de colza 00	32,40	7,62	2,47	4.511,1	1.905,8	37,89	0,40	1,23	80	30,31
Harina de girasol 36%	36,90	7,58	2,01	4.527,5	1.928,7	40,58	0,35	1,28	88	35,71
Harina de soja 44	14,55	7,05	2,16	4.700,9	2.500,0	50,00	0,30	0,69	87	43,50
Harina de soja 47	10,34	7,05	2,16	4.752,0	2.681,8	53,41	0,31	0,73	88	47,00
Haba de soja extrusionada	12,57	5,34	21,36	5.715,1	3.937,7	40,93	0,27	0,62	89	36,43
Torta de presión de palmiste	70,83	4,93	8,55	4.676,5	1.244,5	18,31	0,27	0,69	42	7,69
Harina de carne 44/15/25	1,60	29,91	16,45	4.445,4	2.564,1	46,69	2,65	4,27	76	35,48
Harina de carne 52/14/25	1,57	26,30	14,72	4.625,7	2.766,2	54,59	2,49	3,97	79	43,13
DDGs de maíz	32,07	5,90	10,36	4.877,9	2.572,4	27,84	0,63	0,87	68	18,93
Salvado de trigo	43,90	5,70	3,99	4.370,9	2.086,7	17,22	0,33	0,99	78	13,43
Gluten feed de maíz (21% PB)	40,70	6,76	3,38	4.386,9	2.130,8	23,68	0,44	0,98	80	18,94
Bicarbonato sódico	0,30	98,20	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,01	0	0,00
Carbonato cálcico	0,00	100,00	0,00	0,0	0,0	0,01	0,00	0,01	0	0,00
Carbonato cálcico en forma de sémola	0,00	100,00	0,00	0,0	0,0	0,01	0,00	0,01	0	0,00
Fosfato bicálcico dihidratado	0,00	80,97	0,00	0,0	0,0	0,00	15,49	18,22	0	0,00
Fosfato monocálcico monohidratado	0,00	78,79	0,00	0,0	0,0	0,00	20,77	22,83	0	0,00
Sal	0,00	100,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Cloruro de colina 75	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Metionina líquida	0,00	0,00	0,00	5.397,7	4.750,0	0,00	0,00	0,00	0	0,00
L-Lisina HCL	0,00	0,51	0,00	4.974,6	3.857,9	95,94	0,00	0,00	100	95,94
Lisina Liq - 50%	0,00	0,56	0,00	5.796,3	3.981,5	92,59	0,00	0,00	100	92,59
Enzimas xilanasas	0,00	0,00	0,00	4.140,0	3.193,5	0,00	0,00	0,00	0	0,00
6 Fitasa	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	1.353,54	0,00	0	0,00
3 Fitasa	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	808,08	0,00	0	0,00
Minerales avicultura	0,00	60,61	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Minerales broilers	0,00	60,61	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Oleína	0,00	0,00	0,00	4.140,0	7.929,3	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Enzimas Beta glucanasas	0,00	0,00	0,00	4.140,0	2.969,7	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Coccidiostato	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0,00
L-Treonina	0,00	0,50	0,00	4.149,0	3.252,8	73,01	0,00	0,00	100	73,01
Vitaminas broilers	0,00	40,40	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Vitaminas pollitas	0,00	40,40	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Vitaminas reproductoras	0,00	40,40	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0,00



A continuación se acompaña la formulación de los concentrados “tipo”, de inicio, crecimiento y acabado, establecidos para *broilers* (categoría k_1). Esta formulación ha sido elaborada por el *Área de Alimentación Animal* del MAPAMA, a partir de la información aportada por nutricionistas del sector de carne. Babot, D. (2008). La gestión técnica de las explotaciones porcinas en España. Ed. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

Tabla 18. Concentrados “tipo” empleados en *broilers* (categoría k_1). Proporción de componentes en materia seca (%). Años 1990 a 2004

	1990			1995			2000		
	Inicio	Crecimiento	Acabado	Inicio	Crecimiento	Acabado	Inicio	Crecimiento	Acabado
Trigo inglés blando	17,58	43,37	36,13	15,92	36,42	40,18	17,56	37,99	44,73
Maíz grano nacional	34,20	3,53	9,70	34,17	9,70	9,70	34,17	9,68	9,71
Mandioca 65	0,00	8,38	10,91	0,00	9,92	10,92	0,00	8,55	10,92
Manteca	1,81	7,63	7,54	1,28	5,03	5,63	1,76	5,70	4,79
Oleínas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,56	0,56
Harina de colza 00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Harina de girasol 36%	0,00	0,00	0,00	3,49	0,00	0,00	4,06	4,03	1,10
Haba de soja extrusionada	9,57	0,00	4,05	15,27	8,29	6,07	12,79	5,33	4,28
Harina de soja 44	0,00	26,22	22,52	20,93	19,80	17,70	20,61	17,17	12,64
Harina de soja 47	25,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Harina de carne 44/15/25	2,65	2,10	0,00	2,65	2,11	0,99	2,65	2,10	2,56
Harina de carne 52/14/25	3,26	6,99	3,86	3,26	7,00	7,01	3,25	6,99	7,01
DDGs de maíz	2,44	0,00	2,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bicarbonato sódico	0,12	0,05	0,06	0,12	0,00	0,01	0,12	0,05	0,05
Carbonato cálcico	0,87	0,30	0,87	0,79	0,26	0,58	0,81	0,28	0,52
Fosfato bicálcico dihidratado	1,12	0,52	0,95	1,14	0,56	0,38	1,14	0,55	0,16
Fosfato monocálcico monohidratado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sal	0,27	0,27	0,33	0,28	0,28	0,29	0,28	0,27	0,27
Cloruro de colina 75	0,05	0,03	0,02	0,05	0,03	0,02	0,05	0,03	0,02
Metionina líquida	0,23	0,21	0,11	0,22	0,21	0,13	0,24	0,22	0,17
L-Lisina HCL	0,04	0,04	0,00	0,06	0,03	0,00	0,13	0,15	0,16
Lisina Liq - 50%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L-Treonina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Coccidiostato	0,07	0,06	0,08	0,07	0,06	0,08	0,07	0,06	0,08
3 Fitasa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6 Fitasa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Enzimas Beta glucanasas	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Premezcla mineral	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Premezcla vitamínica	0,11	0,11	0,09	0,11	0,11	0,09	0,11	0,11	0,09

Fuente: Elaboración propia desde el *Área de Alimentación Animal* del MAPAMA.

Tabla 19. Concentrados “tipo” empleados en *broilers* (categoría k_1). Proporción de componentes en materia seca (%). Años 2005 a 2015

	2005			2010			2015		
	Inicio	Crecimiento	Acabado	Inicio	Crecimiento	Acabado	Inicio	Crecimiento	Acabado
Trigo inglés blando	34,66	49,37	54,23	34,66	52,14	54,15	21,85	50,17	54,20
Maíz grano nacional	22,83	9,76	9,77	22,70	5,41	7,89	34,37	9,77	9,76
Mandioca 65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manteca	2,84	7,70	7,01	2,85	7,69	7,58	3,08	7,70	7,48
Oleínas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11
Harina de colza 00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,03	3,03	0,00	0,00	0,43
Harina de girasol 36%	0,46	1,38	0,00	0,48	0,00	0,00	4,09	2,98	5,08
Haba de soja extrusionada	8,05	0,13	1,34	8,17	1,83	1,29	7,35	0,00	1,29
Harina de soja 44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Harina de soja 47	26,76	27,73	24,02	26,66	24,44	20,27	25,13	25,72	18,23
Harina de carne 44/15/25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Harina de carne 52/14/25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DDGs de maíz	0,00	0,00	0,00	0,00	1,52	2,12	0,00	0,00	0,00
Bicarbonato sódico	0,20	0,15	0,15	0,20	0,13	0,13	0,20	0,15	0,14
Carbonato cálcico	1,47	1,30	1,52	1,80	1,57	1,73	1,68	1,48	1,62
Fosfato bicálcico dihidratado	1,21	1,08	0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fosfato monocálcico monohidratado	0,00	0,00	0,00	0,96	0,82	0,61	0,67	0,56	0,36
Sal	0,34	0,36	0,36	0,34	0,36	0,36	0,34	0,36	0,36
Cloruro de colina 75	0,05	0,03	0,02	0,05	0,03	0,02	0,05	0,03	0,02
Metionina líquida	0,35	0,30	0,20	0,35	0,29	0,20	0,35	0,30	0,20
L-Lisina HCL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lisina Liq - 50%	0,29	0,25	0,15	0,29	0,26	0,20	0,33	0,29	0,26
L-Treonina	0,12	0,10	0,05	0,12	0,10	0,06	0,12	0,12	0,09
Cocciostato	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,08
3 Fitasa	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
6 Fitasa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Enzimas Beta glucanasas	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Premezcla mineral	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Premezcla vitamínica	0,11	0,11	0,09	0,11	0,11	0,09	0,11	0,11	0,09

 Fuente: Elaboración propia desde el *Área de Alimentación Animal* del MAPAMA.



Considerando la proporción de los piensos de inicio, crecimiento y acabado (tabla 18), el pienso promedio utilizado es el siguiente:

Tabla 20. Concentrado “tipo” promedio empleado en *broilers* (categoría k_1).
Proporción de componentes en materia seca (%)

	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Trigo inglés blando	35,84	33,24	35,53	49,33	50,75	47,60
Maíz grano nacional	11,72	14,89	15,10	11,15	8,18	12,96
Mandioca 65	7,47	8,13	7,38	0,00	0,00	0,00
Manteca	6,42	4,42	4,55	6,97	7,10	7,04
Oleínas	0,00	0,01	0,43	0,00	0,00	0,03
Harina de colza 00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,68	0,12
Harina de girasol 36%	0,00	0,74	3,15	0,85	0,06	3,70
Haba de soja extrusionada	3,22	9,08	6,66	1,35	2,41	1,31
Harina de soja 44	19,71	19,39	16,55	0,00	0,00	0,00
Harina de soja 47	5,19	0,00	0,00	26,47	23,47	23,58
Harina de carne 44/15/25	1,55	1,87	2,36	0,00	0,00	0,00
Harina de carne 52/14/25	5,25	6,21	6,17	0,00	0,00	0,00
DDGs de maíz	1,32	0,00	0,00	0,00	1,52	0,00
Bicarbonato sódico	0,06	0,03	0,06	0,15	0,14	0,15
Carbonato cálcico	0,59	0,47	0,47	1,39	1,65	1,55
Fosfato bicálcico dihidratado	0,78	0,63	0,56	1,01	0,00	0,00
Fosfato monocálcico monohidratado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,52
Sal	0,29	0,28	0,27	0,36	0,36	0,36
Cloruro de colina 75	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Metionina líquida	0,18	0,19	0,21	0,27	0,27	0,28
L-Lisina HCL	0,03	0,03	0,15	0,00	0,00	0,00
Lisina Liq - 50%	0,00	0,00	0,00	0,22	0,25	0,29
L-Treonina	0,00	0,00	0,00	0,09	0,09	0,11
Cocciostato	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
3 Fitasa	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
6 Fitasa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Enzimas Beta glucanasas	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Premezcla mineral	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Premezcla vitamínica	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia desde el *Área de Alimentación Animal* del MAPAMA.

Igualmente, a continuación se acompaña la formulación de los concentrados “tipo” establecidos para pollitas de recría carne (categoría k_2), elaborada por el *Área de Alimentación Animal* del MAPAMA. Se incluye la formulación del pienso de cría y del pienso de recría.

Tabla 21. Concentrados “tipo” empleados en pollitas de recría carne (categoría k2). Proporción de componentes en materia seca (%)

	1990		1995		2000		2005		2010		2015	
	pienso cría	pienso recría	pienso cría	pienso recría	pienso cría	pienso recría	pienso cría	pienso recría	pienso cría	pienso recría	pienso cría	pienso recría
Cebada 6 carreras	0,00	2,84	0,00	2,84	0,00	2,39	0,00	1,64	0,00	9,29	0,00	0,00
Trigo inglés blando	20,96	19,82	19,87	19,82	19,82	19,81	28,98	39,66	39,75	39,59	36,17	29,41
Maíz grano nacional	43,41	34,14	43,57	34,14	35,79	35,30	36,12	26,97	28,17	22,57	33,19	40,55
Mandioca 65	0,00	10,04	0,00	10,04	10,05	10,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manteca	1,01	0,00	0,00	0,00	0,54	0,00	0,62	0,00	0,60	0,00	0,62	0,00
Harina de colza 00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,05	0,00	0,00	3,06	3,04	3,06	5,09
Harina de girasol 36%	5,87	8,17	8,19	8,17	8,17	8,17	3,49	12,27	3,80	12,25	8,20	14,34
Torta de presión de palmiste	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,15	0,00	0,00	0,00	4,12
Haba de soja extrusionada	0,00	0,00	4,74	0,00	4,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Harina de soja 44	24,39	12,82	19,52	12,82	17,04	9,13	24,26	5,13	0,00	0,00	0,00	0,00
Harina de soja 47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	13,59	2,53	9,42	0,00
DDGs de maíz	0,00	3,15	0,00	3,15	0,00	3,08	2,53	5,33	4,10	2,03	3,19	0,00
Gluten feed de maíz (21% PB)	0,00	3,03	0,00	3,03	0,00	3,03	0,00	0,00	2,89	3,03	2,26	3,04
Salvado de trigo	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00	3,00	0,00	2,00	0,00	0,00
Bicarbonato sódico	0,31	0,25	0,27	0,25	0,20	0,23	0,29	0,36	0,15	0,18	0,16	0,28
Carbonato cálcico	1,25	1,58	1,10	1,58	1,07	1,57	1,46	2,21	1,87	2,18	1,87	2,04
Fosfato bicálcico dihidratado	2,10	1,58	2,08	1,58	2,11	1,58	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fosfato monocálcico monohidratado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	0,98	0,57	0,68	0,29
Sal	0,29	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27	0,26	0,26	0,27	0,26	0,27	0,27
Cloruro de colina 75	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Metionina líquida	0,11	0,00	0,09	0,00	0,16	0,00	0,14	0,00	0,17	0,00	0,18	0,02
L-Lisina HCL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lisina Liq - 50%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,14	0,21	0,15	0,30	0,21
L-Treonina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,01	0,11	0,03
Enzimas xilanasas	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
3 Fitasa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
6 Fitasa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Minerales avicultura	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Vitaminas Pollitas	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14

Fuente: Elaboración propia desde el *Área de Alimentación Animal* del MAPAMA.



Considerando que se consume un 20% del pienso de cría y un 80% del pienso de recría, como se indicó anteriormente, el pienso promedio utilizado es el siguiente:

Tabla 22. Concentrado “tipo” promedio empleado en pollitas de recría carne (categoría *k2*).
Proporción de componentes en materia seca (%)

	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Cebada 6 carreras	2,27	2,27	1,91	1,31	7,43	0,00
Trigo inglés blando	20,04	19,83	19,82	37,53	39,63	30,76
Maíz grano nacional	36,00	36,03	35,40	28,80	23,69	39,08
Mandioca 65	8,04	8,04	10,04	0,00	0,00	0,00
Manteca	0,20	0,00	0,11	0,12	0,12	0,12
Harina de colza 00	0,00	0,00	2,44	0,00	3,05	4,69
Harina de girasol 36%	7,71	8,18	8,17	10,51	10,56	13,11
Torta de presión de palmiste	0,00	0,00	0,00	1,72	0,00	3,30
Haba de soja extrusionada	0,00	0,95	0,87	0,00	0,00	0,00
Harina de soja 44	15,14	14,16	10,71	8,96	0,00	0,00
Harina de soja 47	0,00	0,00	0,00	0,04	4,74	1,88
DDGs de maíz	2,52	2,52	2,46	4,77	2,45	0,64
Gluten feed de maíz (21% PB)	2,42	2,42	2,42	0,00	3,00	2,88
Salvado de trigo	1,60	1,60	1,60	2,40	1,60	0,00
Bicarbonato sódico	0,26	0,25	0,22	0,34	0,18	0,26
Carbonato cálcico	1,52	1,48	1,47	2,06	2,11	2,00
Fosfato bicálcico dihidratado	1,69	1,68	1,69	0,26	0,00	0,00
Fosfato monocálcico monohidratado	0,00	0,00	0,00	0,46	0,65	0,37
Sal	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27
Cloruro de colina 75	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Metionina líquida	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05
L-Lisina HCL	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00
Lisina Liq - 50%	0,00	0,00	0,00	0,12	0,16	0,23
L-Treonina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04
Enzimas xilanasas	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
3 Fitasa	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
6 Fitasa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Minerales avicultura	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Vitaminas Pollitas	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia desde el Área de Alimentación Animal del MAPAMA.

Para gallinas reproductoras carne (categoría *k3*), la formulación de los concentrados “tipo” establecidos está basada, como se indicó anteriormente, en un único pienso de puesta.

Tabla 23. Concentrados “tipo” empleados en gallinas reproductoras carne (categoría k3).
Proporción de componentes en materia seca (%)

	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Trigo inglés blando	17,30	33,13	26,24	34,56	34,55	29,48
Maíz grano nacional	38,76	33,62	39,08	32,35	33,63	39,17
Mandioca 65	4,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manteca	2,17	0,00	0,73	1,42	1,22	0,33
Oleínas	1,45	0,56	1,42	0,47	0,64	1,46
Harina de girasol 36%	5,07	3,59	5,08	0,00	3,54	5,10
Haba de soja extrusionada	0,00	7,46	2,57	0,00	0,00	0,03
Harina de soja 44	6,15	11,44	14,96	18,15	0,00	0,00
Harina de soja 47	10,12	0,00	0,00	0,00	12,70	10,39
DDGs de maíz	3,87	0,00	0,00	3,57	4,08	4,08
Salvado de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61
Bicarbonato sódico	0,27	0,31	0,33	0,33	0,28	0,28
Carbonato cálcico	1,16	1,15	0,85	1,34	1,52	1,41
Carbonato cálcico en forma de sémola	6,64	6,67	6,66	6,67	6,67	6,68
Fosfato bicálcico dihidratado	1,49	1,49	1,52	0,54	0,00	0,00
Fosfato monocálcico monohidratado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,13
Sal	0,22	0,23	0,20	0,20	0,22	0,21
Cloruro de colina 75	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06
Metionina líquida	0,07	0,08	0,08	0,11	0,11	0,12
L-Lisina HCL	0,00	0,00	0,005	0,00	0,00	0,00
Lisina Liq - 50%	0,00	0,00	0,00	0,02	0,10	0,16
L-Treonina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05
3 Fitasa	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
6 Fitasa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Minerales avicultura	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Vitaminas Reproductoras	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia desde el *Área de Alimentación Animal* del MAPAMA.

Aplicando las proporciones de las tablas 22 y 23 a las características de los ingredientes de los concentrados sobre materia seca (tabla 17), se obtienen las características de los concentrados “tipo” empleados en gallinas reproductoras de carne.

A continuación, se incluye una tabla con la proporción de componentes en un concentrado “tipo” empleado a lo largo de la serie histórica.



Tabla 24. Características de las raciones en aves de carne en la serie histórica

Año	Cód. categ.	Categorías productivas	Energía Bruta	Energía metabolizable	Metabolicidad energía	Proteína Bruta	Proteína Bruta digestible	Digestibilidad Proteína Bruta	Fósforo digestible	Fósforo total	Digestibilidad fósforo
			EB _{Ración} kcal/kg	EM _{Ración} kcal/kg	Qm _{Ración} %	PB _{Ración} %	PB _{digRación} %	DPB _{Ración} %	PD _{Ración} %	PT _{Ración} %	DP _{Ración} %
1990-1994	k ₁	Broilers	4.739,33	3.480,23	73,43	23,35	19,75	84,57	0,45	0,79	56,89
	k ₂	Pollitas de recría carne	4.265,34	3.091,74	72,49	18,23	15,40	84,44	0,43	0,76	56,46
	k ₃	Gallinas reproductoras carne	4.132,60	3.167,34	76,64	17,15	14,59	85,06	0,38	0,67	57,40
1995-1999	k ₁	Broilers	4.701,38	3.457,80	73,55	23,42	19,83	84,67	0,45	0,81	55,71
	k ₂	Pollitas de recría carne	4.266,96	3.089,64	72,41	18,30	15,47	84,50	0,43	0,77	56,24
	k ₃	Gallinas reproductoras carne	4.085,46	3.134,40	76,72	17,04	14,77	86,64	0,37	0,66	56,38
2000-2004	k ₁	Broilers	4.674,91	3.464,17	74,10	22,57	19,08	84,54	0,45	0,82	54,70
	k ₂	Pollitas de recría carne	4.256,77	3.086,04	72,50	17,47	14,66	83,90	0,43	0,77	55,89
	k ₃	Gallinas reproductoras carne	4.088,85	3.156,58	77,20	17,08	14,77	86,49	0,37	0,67	55,82
2005-2009	k ₁	Broilers	4.718,61	3.557,17	75,39	22,05	19,24	87,25	0,41	0,60	68,86
	k ₂	Pollitas de recría carne	4.301,93	3.086,74	71,75	18,00	15,12	84,03	0,41	0,64	63,61
	k ₃	Gallinas reproductoras carne	4.128,17	3.150,44	76,32	16,95	14,42	85,09	0,32	0,47	69,21
2010-2014	k ₁	Broilers	4.740,52	3.542,95	74,74	21,94	18,99	86,54	0,43	0,61	70,22
	k ₂	Pollitas de recría carne	4.280,55	3.085,58	72,08	17,44	14,73	84,42	0,41	0,65	62,39
	k ₃	Gallinas reproductoras carne	4.114,47	3.168,21	77,00	16,45	14,05	85,43	0,33	0,49	67,82
2015	k ₁	Broilers	4.733,07	3.556,71	75,15	21,73	18,97	87,27	0,42	0,55	77,42
	k ₂	Pollitas de recría carne	4.307,23	3.097,36	71,91	16,81	14,10	83,89	0,40	0,60	66,63
	k ₃	Gallinas reproductoras carne	4.082,04	3.175,09	77,78	15,92	13,58	85,35	0,33	0,43	76,86

Nota: Datos sobre materia seca.

8.6. INGESTIÓN DE MATERIA SECA

Se asume que para calcular la ingestión de materia seca necesaria, simplemente hay que dividir las necesidades energéticas totales de los animales entre el aporte energético del alimento, dado que se conoce la energía requerida por cada categoría animal (punto 8.1.3) y el aporte energético del alimento (punto 8.5). No obstante, cabe advertir que la energía metabolizable del alimento no es el único factor que determina la ingestión de materia seca en un ave.

La ingestión diaria necesaria de materia seca será:

$$MS_{\text{ingerida}} \text{ (kg/día)} = EM_{\text{total}} \text{ (kcal/día)} / EM_{\text{Ración}} \text{ (kcal/kg)} \quad \text{Ecuación 28}$$

Siendo:

EM_{total} : energía metabolizable total necesaria, en *kcal/día* (Tabla 13)

$EM_{\text{Ración}}$: energía metabolizable de la ración, en *kcal/kg* (punto 8.5)

La ingestión necesaria anual de materia seca es:

$$MS_{\text{ingerida}} \text{ (kg/año)} = EM_{\text{total}} \text{ (kcal/año)} / EM_{\text{Ración}} \text{ (kcal/kg)} \quad \text{Ecuación 29}$$

Siendo:

EM_{total} : energía metabolizable total necesaria, en *kcal/año* (Ecuación 25)

A modo de comprobación, en *broilers* (k_1) y pollitas (k_2) se calcula el índice de conversión, IC, que relaciona la entrada de alimento con el peso producido, y se contrasta con los datos que la industria publica habitualmente.

En el año 2015, como se verá en el punto 12 de Resultados, un *broiler* consume diariamente 102,7 g de materia seca, lo que supone 4,31 kg/ciclo. Teniendo en cuenta que engorda desde los 44 g que pesa al nacimiento hasta los 2,6 kg al sacrificio, y considerando una humedad del pienso del 11%, el IC resultante es de 1,9 kg pienso/kg engordado, cifra habitual en la industria.

En las pollitas el IC resultante en el año 2015 es de 3,9 kg pienso/kg engordado, que también se encuentra en el rango manejado en el sector.

En las gallinas reproductoras (k_3) el IC se establece en función de la producción de huevos. Resulta un valor de 4,01 kg pienso/kg huevo, el cual también es habitual en la industria de puesta.

8.7. INGESTIÓN DE ENERGÍA, PROTEÍNA BRUTA, NITRÓGENO Y FÓSFORO

Para cada categoría estudiada, se aplica el contenido en proteína bruta de la ración, $PB_{\text{Ración}}$, y la energía metabolizable, $EM_{\text{Ración}}$, a la cantidad de materia seca ingerida, MS_{ingerida} , y se considera que el nitrógeno contenido en la PB es del 16%. Por lo tanto:

$$EM_{\text{ingerida}} \text{ (kcal/año)} = MS_{\text{ingerida}} \text{ (kg/año)} \cdot EM_{\text{Ración}} \text{ (kcal/kg)} \quad \text{Ecuación 30}$$

$$PB_{\text{ingerida}} \text{ (kg/año)} = MS_{\text{ingerida}} \text{ (kg/año)} \cdot PB_{\text{Ración}} \text{ (tanto por uno)} \quad \text{Ecuación 31}$$

$$N_{\text{ingerido}} \text{ (kg/año)} = PB_{\text{ingerida}} \text{ (kg/año)} \cdot 0,16 \quad \text{Ecuación 32}$$

Aplicando el contenido en fósforo digestible de la ración, $P_{\text{D Ración}}$, a la cantidad de materia seca ingerida, se obtiene el fósforo digestible ingerido, $P_{\text{D ingerido}}$.



$$P_{D \text{ ingerido}} (\text{kg/año}) = MS_{\text{ingerida}} (\text{kg/año}) \cdot P_{D \text{ Ración}} (\text{tanto por uno}) \quad \text{Ecuación 33}$$

El fósforo no digestible ingerido, $P_{ND \text{ ingerido}}$, se obtiene de igual manera:

$$P_{ND \text{ ingerido}} (\text{kg/año}) = MS_{\text{ingerida}} (\text{kg/año}) \cdot P_{ND \text{ ración}} (\text{tanto por uno}) \quad \text{Ecuación 34}$$

En este punto se debe confirmar que con la ingesta se cubren las necesidades de energía y de proteína bruta.

8.8. RETENCIÓN DE NITRÓGENO

Este punto hace referencia al nitrógeno ingerido que no se excreta en la mezcla de heces y orina. Este nitrógeno retenido es aquel que se utiliza en la actividad productiva del animal (en el crecimiento y la producción de huevos). No obstante, también es necesario conocer el nitrógeno utilizado en el mantenimiento, para poder establecer las necesidades de ingestión de proteína bruta.

8.8.1. Nitrógeno utilizado en el mantenimiento

En *broilers* y pollitas de recría, según Scott (1982), se emplean 0,22 g de N al día destinados al mantenimiento. Y en gallinas reproductoras se utilizan 0,15 g de N diarios para el mismo fin. De esta forma, las utilidades anuales vendrán dadas por las siguientes expresiones:

En *broilers* (k_1) y pollitas de recría carne (k_2):

$$N_{\text{Util.Mant}_j} (\text{kg/año}) = 0,22 \times 10^3 (\text{kg/día}) \times 365 (\text{días/año}) \quad \text{Ecuación 35}$$

En gallinas reproductoras carne (k_3):

$$N_{\text{Util.Mant}_3} (\text{kg/año}) = 0,15 \times 10^{-3} (\text{kg/día}) \times 365 (\text{días/año}) \quad \text{Ecuación 36}$$

Este nitrógeno empleado para el mantenimiento no se debe considerar en el balance de la excreta de nitrógeno, porque igual que se retiene se excreta como nitrógeno endógeno. En cambio, sí se debe tener en cuenta para estimar las necesidades de ingestión de proteína bruta.

8.8.2. Retención de nitrógeno en el crecimiento

En el punto 8.1.2 se define la necesidad de EM para la ganancia de proteína (ecuación 22). De esta ecuación se deduce la fórmula que permite calcular al nitrógeno retenido en el crecimiento de los animales, para cada categoría productiva.

$$PB_{\text{Ret.Crec}_j} (\text{kg/día}) = \text{Frac}_{\text{proteína}_j} \times \text{GMD}_j (\text{kg/día}) \quad \text{Ecuación 37}$$

Siendo:

$PB_{\text{Ret.Crec}_j}$: proteína bruta retenida en el crecimiento de una categoría j , en kg/día

$\text{Frac}_{\text{proteína}_j}$: fracción de proteína en cada kg de incremento de peso o, dicho de otro modo, unidad de proteína retenida por incremento de peso, para cada categoría productiva, en tanto por uno (definida en el punto 8.1.2)

GMD_j : ganancia media diaria de una categoría j , en kg/día

Considerando que el N contenido en la PB es del 16%:

$$N_{\text{Ret.Crec},j} \text{ (kg/día)} = 0,16 \times PB_{\text{Ret.Crec},j} \text{ (kg/día)} \quad \text{Ecuación 38}$$

Y en un año, la retención de nitrógeno es:

$$N_{\text{Ret.Crec},j} \text{ (kg/año)} = 0,16 \times PB_{\text{Ret.Crec},j} \text{ (kg/día)} \times 365 \quad \text{Ecuación 39}$$

A medida que el animal se acerca al peso adulto, reduce su capacidad de retención de proteínas, y hay más pérdidas proteicas. Por este motivo, las raciones para aves de más edad deben tener un contenido menor en nitrógeno.

8.8.3. Retención de nitrógeno en la producción de huevos

Según Nys y Sauveur (2004), se retienen 0,123 g de proteína bruta en cada gramo de huevo producido. Aplicando este dato a la producción anual de huevos, se obtiene la retención anual de proteína bruta en el huevo, en la categoría k_3 .

$$PB_{\text{Huevo } 3} \text{ (kg/año)} = 0,123 \times 10^{-3} \times Mh \times 365 \quad \text{Ecuación 40}$$

Siendo:

$PB_{\text{Huevo } 3}$: proteína bruta retenida en la producción anual de huevos de una categoría k_3

Mh: masa de huevo en gallinas ponedoras, en g *huevo/día* (punto 6.6)

Y considerando un 16% de N en la proteína bruta:

$$N_{\text{Ret.Huevo},3} \text{ (kg/año)} = 0,16 \times PB_{\text{Huevo},3} \text{ (kg/año)} \quad \text{Ecuación 41}$$

8.8.4. Retención de nitrógeno en cada categoría productiva

En la tabla siguiente se presentan las ecuaciones de retención total de nitrógeno que corresponden a cada categoría productiva.

Tabla 25. Ecuaciones de N retenido

Cód. categ. (j)	Categorías productivas	Ecuaciones de $N_{\text{Ret.TOTAL},j} \text{ (kg/año)}$
k_1	<i>Broilers</i>	$N_{\text{Ret.Crec}} = \text{Frac}_{\text{proteína},j} \times \text{GMD}_j \times 0,16 \times 365$
k_2	Pollitas de recría carne	
k_3	Gallinas reproductoras carne	$N_{\text{Ret.Crec}} + N_{\text{Ret.Huevo}} = (\text{Frac}_{\text{proteína } 3} \times \text{GMD}_3 + 0,123 \times 10^{-3} \times M_h) \times 0,16 \times 365$

8.9. RETENCIÓN DE FÓSFORO

En este punto nos referimos al fósforo digestible ingerido que no se excreta en heces y orina. Corresponde a la retención para el crecimiento y para la producción de huevos.

$$P_{D \text{ Ret. } j} \text{ (kg/año)} = P_{D \text{ Ret.Crec. } j} \text{ (kg/año)} + P_{D \text{ Ret.Huevos } j} \text{ (kg/año)} \quad \text{Ecuación 42}$$



Siendo:

$P_{D\text{Ret.}j}$: fósforo digestible retenido por una categoría j

$P_{D\text{Ret.Crec.}j}$: fósforo digestible retenido en el crecimiento de una categoría j

$P_{D\text{Ret.Huevo}j}$: fósforo digestible retenido en el huevo producido por una categoría j

8.9.1. Retención de fósforo en el crecimiento

El fósforo retenido en el crecimiento se determina considerando la retención unitaria propuesta por Anzai *et al.* (2016), que procede de De Boer *et al.* (2000).

$$P_{D\text{Ret.Crec.}j} (\text{kg/año}) = \text{Frac}_{\text{Ret.Crec.}j} (\text{g/kg}) \times \text{GMD} (\text{g/día}) \times 10^{-6} \times 365 \quad \text{Ecuación 43}$$

Siendo:

$\text{Frac}_{\text{Ret.Crec.}j}$: fracción retenida de fósforo digestible por cada kg de crecimiento de una categoría j , en $\text{g PD/kg de incremento de peso}$

Para *broilers*, $\text{Frac}_{\text{Ret.Crec.}j} = 4,7 \text{ g/kg}$

Para pollitas de recría, $\text{Frac}_{\text{Ret.Crec.}j} = 6,3 \text{ g/kg}$

Para gallinas reproductoras, $\text{Frac}_{\text{Ret.Crec.}j} = 3,1 \text{ g/kg}$

GMD_j : ganancia media diaria de una categoría j , en g/día . Se pasa a kg/año dividiendo por 1.000 y multiplicando por 365 días.

8.9.2. Retención de fósforo en la producción de huevos

Según Kebreab *et al.* (2009), se retienen casi 2 mg de fósforo por cada gramo de huevo (1,767 mg en la yema, 0,083 mg en la clara y 0,130 mg en la cáscara), por lo que la retención anual de fósforo en el huevo vendrá dada por:

$$P_{D\text{Ret.Huevo}j} (\text{kg/año}) = 1,98 \times 10^{-6} \times \text{Mh} \times 365 \quad \text{Ecuación 44}$$

Siendo:

$P_{D\text{Ret.Huevo}j}$: fósforo digestible retenido en la producción anual de huevos

Mh : masa de huevo en gallinas reproductoras, en g huevo/día (punto 6.6)

8.10. EXCRECIÓN DE NITRÓGENO

El nitrógeno excretado es la suma del nitrógeno urinario y del nitrógeno de las heces sólidas. El nitrógeno del alimento que no es digerido y absorbido se elimina en las heces y el resto en la orina, pero como ya se ha comentado, en la cloaca de las aves confluyen el recto y las vías urogenitales, por lo que la excreta es una mezcla de heces y orina.

Aunque la mayor parte del nitrógeno que aparece en la excreta procede del alimento, también hay nitrógeno que procede de secreciones orgánicas del tubo digestivo, de descamaciones de la mucosa, de microorganismos de la flora intestinal y de la degradación de la proteína endógena. Esta segunda parte de la excreta se conoce con el nombre de excreción endógena. Así pues, el N de la excreta es la suma del N alimentario excretado, que será el N de la proteína de la dieta que no se ha absorbido, y el N endógeno excretado que procede de las proteínas del propio organismo y que son eliminadas en las deyecciones. Por tanto, el N excretado sería igual al N ingerido – N ingerido retenido + N endógeno excretado:

$$\text{Excreta } N_j \text{ (kg/año)} = N_{\text{ingerido } j} \text{ (kg/año)} - N_{\text{Retenido } j} \text{ (kg/año)} + N_{\text{Ret.Mant } j} \text{ (kg/año)} \quad \text{Ecuación 45}$$

Siendo:

Excreta N_j (kg/año): nitrógeno excretado por una categoría j

$N_{\text{ingerido } j}$ (kg/año): nitrógeno ingerido por una categoría j (ecuación 32)

$N_{\text{Retenido } j}$ (kg/año): nitrógeno retenido por una categoría j (tabla 25)

$N_{\text{Util.Mant } j}$ (kg/año): nitrógeno utilizado en el mantenimiento o nitrógeno fecal endógeno de una categoría j (punto 8.8.1)

Pero en el punto 8.8.4, al calcular el nitrógeno retenido, no se ha considerado el N empleado en el mantenimiento, por lo que la ecuación a utilizar será:

$$\text{Excreta } N_j \text{ (kg/año)} = N_{\text{ingerido } j} \text{ (kg/año)} - N_{\text{Retenido } j} \text{ (kg/año)} \quad \text{Ecuación 46}$$

Siendo:

Excreta N_j (kg/año): nitrógeno excretado por una categoría j

$N_{\text{ingerido } j}$ (kg/año): nitrógeno ingerido por una categoría j (ecuación 32)

$N_{\text{Retenido } j}$ (kg/año): nitrógeno retenido por una categoría j (tabla 25)

Si bien, como se ha indicado, las heces y la orina se excretan mezcladas, para establecer el nitrógeno más fácilmente volatilizable, se debe diferenciar la fracción de las heces asimilable a nitrógeno no amoniacal, y la fracción de la orina que corresponde en prácticamente su totalidad a nitrógeno amoniacal. En este sentido, es necesario puntualizar que en las aves el ciclo del nitrógeno sigue una vía metabólica diferente a la de los mamíferos. Así, el 90% de la excreción de nitrógeno urinario se lleva a cabo en forma de ácido úrico, que no es inmediatamente volátil, pues es muy poco soluble en agua (Emmanuel y Howard, 1978). La degradación del ácido úrico a amoníaco (soluble y volátil) se produce en el estiércol por bacterias especializadas en su mineralización, y depende de las condiciones de temperatura y de la presencia de otros elementos.

El nitrógeno no amoniacal es:

$$N_{\text{No amoniacal } j} \text{ (kg/año)} = PB_{\text{ingerida } j} \times (1 - DPB_{\text{ración } j}) \times 0,16 \quad \text{Ecuación 47}$$

Siendo:

$PB_{\text{ingerida } j}$: ingesta de proteína bruta por una categoría j , en kg/año (punto 8.7)

$DPB_{\text{ración } j}$: digestibilidad de la PB ingerida en la ración por una categoría j , en tanto por uno (punto 8.5)

El nitrógeno amoniacal será:

$$N_{\text{Amoniacal } j} \text{ (kg/año)} = \text{Excreta } N_j \text{ (kg/año)} - N_{\text{No amoniacal } j} \text{ (kg/año)} \quad \text{Ecuación 48}$$

8.11. EXCRECIÓN DE FÓSFORO

La parte no digerida del fósforo digestible de la ración se elimina por las heces, junto con el fósforo no digestible. Restando el fósforo digestible retenido, calculado en el punto 8.9, al fósforo total ingerido



(digestible y no digestible), obtenido en el punto 8.7, se obtiene la excreta de fósforo para cada categoría estudiada.

$$\text{Excreta } P_j \text{ (kg/año)} = P_{\text{ingerido } j} \text{ (kg/año)} - P_{\text{D Ret. } j} \text{ (kg/año)} \quad \text{Ecuación 49}$$

Siendo:

$P_{\text{ingerido } j}$ (kg/año): nitrógeno ingerido por una categoría j

$$P_{\text{ingerido } j} = P_{\text{D ingerido } j} + P_{\text{ND ingerido } j}$$

$P_{\text{D ingerido } j}$: fósforo digestible ingerido por una categoría j

$P_{\text{ND ingerido } j}$: fósforo no digestible ingerido por una categoría j

$P_{\text{D Ret. } j}$ (kg/año): fósforo digestible retenido por una categoría j



9 CAMA DE LAS GRANJAS (YACIJA)

En la mayoría de las explotaciones, los *broilers* se crían en total confinamiento, en grandes naves diáfanas, con ventilación forzada y en el suelo (principalmente con solera continua de hormigón), sobre el que se coloca una cama (yacija) de viruta, paja, serrín, etc. En el caso de las pollitas de recría, éstas pueden estar sobre un sistema de cama o en un sistema mixto de yacija más “slats” (MAPAMA, 2017b).

La inmensa mayoría de los reproductores pesados de todo el mundo también se encuentran en el suelo sobre yacija (con o sin “slat”), para que machos y hembras puedan estar en contacto y pueda llevarse a cabo la reproducción.

La yacija se renueva en cada vacío sanitario, al final del periodo productivo, por lo que en *broilers* se hace cada 63 días, aproximadamente, y en pollitas cada 182 días. En gallinas reproductoras se realiza cada 365 días.

Hay una serie de factores que influyen en la cantidad de cama a colocar, partiendo de la base de que se mantenga en las mejores condiciones posibles. Estos son el tipo y/o la calidad de la ventilación del criadero, la densidad real de población, la cantidad y distribución de comederos y bebederos, el realizar o no la crianza en jaulas, la experiencia del criador, etc.

Aunque es difícil establecer una recomendación clara para cada tipo de material, porque no todos los gallineros son iguales ni los sistemas de manejo son idénticos, se hacen una serie de puntualizaciones.

Según Castelló (2008), en el caso de la viruta de madera, sería aconsejable colocar unos 4 kg por m² de superficie del local, lo que equivaldría a una capa sobre el piso de unos 4 a 6 cm. En el caso de la paja, que debe estar bien troceada y tratada, lo más habitual es extender una capa sobre el suelo similar a la indicada para la viruta, lo cual equivaldría a una carga de unos 2 a 4 kg/m². La cascarilla de arroz se extiende muy fácilmente en una altura algo superior que la de los anteriores materiales, entre 6 y 12 cm. En el caso del serrín, se suele colocar en una capa minúscula, dada su elevada densidad, de no más de unos 2-3 de espesor, que supone unos 3 a 6 kg/m². La cantidad media utilizada de cascarilla de arroz es de unos 3 kg/m² (2,5 en verano y de 4 a 5 en invierno, según el aislamiento de la nave y el clima de la zona productora) (AVIDEM, 2017).

Según Barroeta *et al.* (2009), en naves con lados abiertos (ventilación natural) la densidad máxima es de 30 kg pollo/m², que suponen aproximadamente unos 12-13 pollos/m², mientras que en naves cerradas (ventilación túnel y enfriamiento por evaporación) se permiten densidades máximas de unos 39 kg/m², que suponen aproximadamente unos 15 pollos/m² al final de la crianza. En pollitas, según la misma fuente, la densidad es de 4 a 7 hembras/m² y en gallinas reproductoras entre 3,5 y 5,5 animales/m².

Resulta muy difícil cuantificar el nivel de implantación de cada tipo de cama. En este trabajo realmente tienen importancia la cama de paja y de cascarilla de arroz, pues son las que suponen una cantidad de nitrógeno extra con las deyecciones.

La paja de cereales tiene un 4% de PB sobre materia seca (FEDNA, 2016); y la cascarilla de arroz, un 5,4% sobre materia seca (Agrotterra, 2017).

Considerando que la cría de pollos se hace en naves cerradas con ventilación forzada, como se ha comentado anteriormente, y suponiendo un uso similar de los cuatro tipos principales de cama (25% paja de cereales, 25% cascarilla de arroz, 25% virutas de madera y 25% de papel), tendremos en el año 2015:

Cód. cat.	Categoría	densidad cabezas/m ² d _j	ciclos h _j	PPA plaza	Paja de cereales				
					kg/m ² /ciclo r _j	kg/animal/ciclo s _j / d _j	kg/plaza/año t _j / s _j × h _j	kg/PPA/año u _j t _j × $\frac{PPA}{plaza}$	kgN/PPA/año v _j u _j × $\frac{\%PB \times 0,16}{100}$
k ₁	Broilers	15	5,8	0,67	3	0,200	1,16	1,74	0,011
k ₂	Pollitas	5,5	2,0	0,77	3	0,545	1,09	1,42	0,009
k ₃	G. repr. carne	4,5	1,0	0,82	3	0,667	0,67	0,81	0,005

El número de ciclos, h_j, se calcula según la ecuación 3.

La relación PPA/plaza viene dada por: $h_j = \frac{P_j}{P_j + V_j}$

Cód. cat.	Categoría	Cascarilla de arroz				
		kg/m ² /ciclo r _j	kg/animal/ciclo s _j / d _j	kg/plaza/año t _j / s _j × h _j	kg/PPA/año u _j t _j × $\frac{PPA}{plaza}$	kgN/PPA/año v _j u _j × $\frac{\%PB \times 0,16}{100}$
k ₁	Broilers	3	0,200	1,16	1,74	0,015
k ₂	Pollitas	3	0,545	1,09	1,42	0,012
k ₃	G. repr. carne	3	0,667	0,67	0,81	0,007

Al considerar un 25% de paja de cereales y un 25% de cascarilla de arroz, tenemos:

Cód. categoría	Categoría	kg N/animal/año
k ₁	Broilers	0,007
k ₂	Pollitas de recría	0,005
k ₃	G.reproductoras.carne	0,003

Como puede verse, resulta una cantidad de N insignificante. Y aun suponiendo un uso masivo de cascarilla de arroz (mayor PB), la cantidad de N que cabe presumir en la cama por animal es muy pequeña.



10 EXCRECIÓN DE SÓLIDOS VOLÁTILES

Para calcular la excreción de sólidos volátiles se sigue la metodología establecida por IPCC (2006), a partir de la energía bruta (EB) ingerida.

$$VS = [EB_{\text{ingerida}} \times (1 - D_{\text{MSingerida}}) + EU_{\text{EB}} \times EB_{\text{ingerida}}] \times [(1 - \text{Ceniza}) / EB_{\text{ración}}] \quad \text{Ecuación 50}$$

Siendo:

VS: excreción de sólidos volátiles, en *kg de materia seca por día*

EB_{ingerida}: energía bruta ingerida, en *MJ/día*

$$EB_{\text{ingerida}} = \text{M.S. Ingerida (kg/año)} \cdot EB_{\text{ración (MJ/kg)}}$$

D_{MSingerida}: digestibilidad de la materia seca ingerida, *en tanto por uno*.

EU_{EB}: energía urinaria expresada como fracción de la EB_{ingerida}, *en tanto por uno*

Ceniza: contenido de ceniza del estiércol (fracción mineral), expresado como fracción de la materia seca ingerida, *en tanto por uno*

EB_{ración}: energía bruta de la ración, en *MJ/kg* (punto 8.5)

Teniendo en cuenta que $EB_{\text{ingerida}} = MS_{\text{ingerida}} \times EB_{\text{ración}}$, esta ecuación, se puede expresar como:

$$VS = [MS_{\text{ingerida}} \times EB_{\text{ración}} \times (1 - D_{\text{MSingerida}}) + EU_{\text{EB}} \times (MS_{\text{ingerida}} \times EB_{\text{ración}})] \times [(1 - \text{Ceniza}) / EB_{\text{ración}}]$$

quedando:

$$VS \text{ (kg m.s./año)} = MS_{\text{ingerida}} \times [(1 - D_{\text{MSingerida}}) + EU_{\text{EB}}] \times [(1 - \text{Ceniza})] \quad \text{Ecuación 51}$$

Pero en aves hablamos de metabolicidad de la energía bruta, y en la excreta están mezcladas heces y orina, por lo que habrá que prescindir de EU_{EB} y no considerar la segunda parte de la ecuación:

$$VS \text{ (kg m.s./año)} = MS_{\text{ingerida}} \times (1 - Q_{\text{MSingerida}}) \times (1 - \text{Ceniza}) \quad \text{Ecuación 52}$$

Siendo:

Q_{MSingerida}: metabolicidad de la materia seca ingerida, en tanto por uno (según punto 8.5), equivalente a la metabolicidad de la energía bruta ingerida (Q_{mRación})

Según el criterio del grupo de expertos en producción animal, en base a la revisión de diversos artículos de investigación (NRC, 1994; Zinn *et al.*, 1996; Treviño *et al.*, 2002; Pacheco *et al.*, 2003 y Lanyaunya *et al.*, 2006), el contenido en ceniza expresado en porcentaje de materia seca ingerida se puede considerar del 16,0 %.



11 FERMENTACIÓN ENTÉRICA

Como indican numerosas fuentes, las pérdidas gaseosas debidas a las fermentaciones intestinales son despreciables en aves (Rodríguez Ventura y Flores, 2017; UCO, 2017), y no tiene sentido definir un factor de emisión de metano por fermentación entérica para esta especie.



12 RESULTADOS

En los anejos se presentan los coeficientes calculados para cada categoría productiva, así como los diferentes valores intermedios del proceso de cálculo. A continuación, a modo de ejemplo, se presentan algunos coeficientes obtenidos para los años 1990 y 2015.

Año 1990:

Cód. cat.	Categoría	PPA	MS (g/día)	Pienso (kg/ciclo)	IC	Nexcre (kg/año)	N no amon. (kg/año)	N amon. (kg/año)	Pexcret. (kg/año)	VS (kgMS/año)
k ₁	Broilers	59.975.123	81,4	4,48	2,08	0,750	0,171	0,579	0,159	0,018
k ₂	Pollitas	1.849.975	51,3	8,48	4,12	0,441	0,085	0,356	0,111	0,012
k ₃	G. repr. carne	3.496.452	124,8	41,23	4,52	0,978	0,187	0,791	0,274	0,024
						0,753	0,170	0,584	0,163	0,018

Año 2015:

Cód. cat.	Categoría	PPA	MS (g/día)	Pienso (kg/ciclo)	IC	Nexcre (kg/año)	N no amon. (kg/año)	N amon. (kg/año)	Pexcret. (kg/año)	VS (kgMS/año)
k ₁	Broilers	73.219.432	102,7	4,85	1,90	0,660	0,166	0,494	0,101	0,021
k ₂	Pollitas	2.088.484	53,2	8,37	3,94	0,398	0,084	0,314	0,082	0,013
k ₃	G. repr. carne	3.999.963	132,5	44,81	4,01	0,906	0,180	0,725	0,174	0,025
						0,666	0,164	0,501	0,104	0,021

En este punto es importante recordar que los censos utilizados vienen en población promedio anual (PPA), y hay que remarcar que los coeficientes obtenidos se aplican sobre estos censos.

En otras publicaciones, como es el “Documento de Referencia de las Mejores Técnicas Disponibles de la Cría Intensiva de Aves y Cerdos” del Joint Research Center (Comisión Europea), se establecen coeficientes para censos expresados en plazas ganaderas. El número de plazas siempre es mayor que la PPA y los coeficientes definidos por plaza serán menores que los expresados para PPA. Por ejemplo, en 2015, aproximadamente el número de plazas es igual a $1,15 \cdot PPA$, pues el periodo productivo es de 42 días y el de vacío de 21 días. No obstante, al aplicar los coeficientes correspondientes a los censos, ya se expresen éstos en plazas o PPA, el resultado debe coincidir.

Por ejemplo, en 2015, dividiendo los 0,66 kg N excretado anualmente por cada PPA de *broiler* entre los días del año, salen 0,00181 kg N/día/PPA. Como el periodo productivo es de 42 días, excretarán en cada ciclo 0,07592 kg N. Siendo el vacío sanitario de 21 días, el número de ciclos al año será de $365/[42+21] = 5,79$, por lo que, multiplicando, resulta un coeficiente de 0,44 kg N/año/plaza.

Considerando los valores históricos de la tabla A-12, se puede hacer una serie de consideraciones respecto a la evolución de los coeficientes de los *broilers* (categoría *k1*) que pueden resultar interesantes a nivel productivo.

- El peso medio de los *broilers* ha aumentado desde 1990 hasta la actualidad en un 18%, de 1,12 a 1,32 kg.

- En 1990, el N retenido respecto al N ingerido era un 32,4% ($0,360/1,11 = 0,324$).
En 2015, el N retenido respecto al N ingerido fue un 49,4% ($0,643/1,30 = 0,494$).
Por lo tanto, la eficiencia de retención de N aumentó de 1990 a 2015 en un 52,1%.
- En 1990, el P retenido respecto al P ingerido era un 32,3% ($0,076/0,234 = 0,323$).
En 2015, el P retenido respecto al P ingerido fue un 50,7% ($0,104/0,206 = 0,507$).
La eficiencia de retención de P aumentó pues en un 57,2%.



13 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrotterra. 2017. Cascarilla de Arroz. <http://www.agrotterra.com/p/cascarilla-de-arroz-3033665/3033665>.
- Anzai, H., L. Wang, K. Oishi, C. Irbis, K. Li, H. Kumagai, T. Inamura y H. Hirooka. 2016. Estimation of nitrogen and phosphorus flows in livestock production in Dianchi Lake basin, China. *Animal Science Journal* (2016) 87, pág. 41 (tabla 5).
- Aviagen. 2002. Broiler management manual. <https://kenanaonline.com/files/0070/70697/ross308%20Manual%20broiler.pdf>.
- Aviagen. 2011. Reproductoras Ross 308: Objetivos de Rendimiento. http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross-308-Reproductoras-Objetivos-de-Rendimiento-2011_SP.pdf.
- Aviagen. 2013. Reproductoras. Manual de manejo. Ross, Aviagen. http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/RossPSHandbook2013-ES.pdf.
- Aviagen. 2014a. Broiler Ross 308: Objetivos de Rendimiento. http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross-308-Broiler-PO-2014-ES.pdf.
- Aviagen. 2014b. Pollo de engorde. Manual de manejo. Ross, Aviagen. http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/RossBroilerHandbook2014-ES.pdf.
- Aviagen. 2016. Parent stock Ross 308. Performance objectives. http://ap.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_PS/Ross308-PS-PO-EN-2016.pdf.
- AVIDEM. 2017. Nuestros productos. AVIDEM, Soluciones para la ganadería. <https://www.avidem.es/productos/>.
- Barroeta, A.C., D. Izquierdo y J.F. Pérez. 2009. Manual de Avicultura. Breve manual de aproximación a la empresa avícola para estudiantes de veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona. https://www.uclm.es/profesorado/produccionanimal/ProduccionAnimalIII/GUIA%20AVICULTURA_castella.pdf.
- Butzen, F.M., M.M. Vieira, A.M. Kessler, P.C. Aristimunha, F.R. Marx, L. Bockor y A.M.L. Ribeiro, 2015. Early feed restriction in broilers. II: Body composition and nutrient gain. *Journal of Applied Poultry Research*, 24: 198-205.
- Castelló, J.A. 2008. La cama para los broilers. *Selecciones avícolas*, Septiembre 2008: 7-11.
- CECAV. 2017. Sector avícola en la Comunidad Valenciana. Centro Calidad Avícola de la Comunidad Valenciana (CECAV). <http://www.cecav.es/frm/SectorAsav.aspx>.
- Cobb-Vantress. 2005. Cobb Focus. One/2005. http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/cobb-focus-2005/cobb_focus_one_2005_english.pdf?sfvrsn=4.
- Cobb-Vantress. 2013. Complemento para el manejo de reproductoras. Cobb 500. http://www.cobb-vantress.com/languages/guidefiles/427a7d68-a489-41d4-9b02-a9ed34afa6f5_es.pdf.
- Cobb-Vantress, 2015. Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde. Cobb 500. <https://cobb-guides.s3.amazonaws.com/9000e3b0-bcc7-11e6-bd5d-55bb08833e29.pdf>.
- Cobb-Vantress. 2016. Cobb Breeder Management Guide. <http://cobb-vantress.com/docs/default-source/management-guides/breeder-management-guideBEE76F35761727C48CB222ED86A53AF1D3F5.pdf>.
- Conde-Aguilera, J.A., J.C.G. Cholet, M. Lessire, Y. Mercier, S. Tesseraud y J. Van Milgen. 2016. The level and source of free-methionine affect body composition and breast muscle traits in growing broilers. *Poultry Science*, 95: 2322-2331.
- De Boer, I.J.M., P.L. Van Der Togt, M. Grossman y R.P. Kwakkel. 2000. Nutrient flows for poultry production in The Netherlands. *Poultry Science*, 79: 172-179.
- EMEP/EEA. 2016. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP), European Environment Agency (EEA). <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>.
- Emmanuel, B. y B.R. Howard. 1978. Endogenous uric acid and urea metabolism in the chicken. *British Poultry Science*, 19: 295-301.

- Ewan, R.C. 1989. Predicting the energy utilization of diets and feed ingredients by pigs. En Y. Van del Horning y W.H. Close (eds.), *Energy Metabolism of Farm Animals*. EAAP Pub. 43. Pudoc, Wageningen, Netherlands, 215 pág.
- FEDNA. 2003. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos (2ª ed.). C. de Blas, G.G. Mateos y P.G. Rebollar (eds.). Fundación Española para el desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA), Madrid.
- FEDNA. 2008. Necesidades nutricionales para la avicultura: pollos de carne y aves de puesta. R. Lázaro y G.G. Mateos (eds.). Fundación Española para el desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA), Madrid. 73 pág.
- FEDNA. 2016. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos (3ª ed.). Fundación Española para el desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA), <http://www.fundacionfedna.org/tablas-fedna-composicion-alimentos-valor-nutritivo>.
- FEDNA. 2017. Fuentes de fósforo. Fundación Española para el desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/fuentes-de-f%C3%B3sforo.
- IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. En H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara y K. Tanabe (eds.). National Greenhouse Gas Inventories Programme, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). IGES, Japón.
- Kebreab, E., J. France, R.P. Kwakkel, S. Leeson, H.D. Kuhl y J. Dijkstra. 2009. Development and evaluation of a dynamic model of calcium and phosphorus. *Poultry Science*, 88 (3), pág. 682 (table 1).
- Lanyasanya, T.P., W.H. Rong, S.A. Abdulrazak, P.K. Kaburu, J.O. Makori, T.A. Onyago y D.M. Mwangi. 2006. Factors limiting use of poultry waste as protein supplement for dairy cattle on small holder farms in Kenya. *International Journal of Poultry Science*, 5: 75-80.
- Laughlin, K. 2007. The Evolution of Genetics, Breeding and Production. Temperton Fellowship Report No. 15. Harper Adams University College.
- Laughlin, K.F. 2009. Breeder Management: How did we get here? En P.M. Hocking (ed.), *Biology in Breeding Poultry*. Cab International. Reino Unido.
- MAPAMA. 2016. Plataforma de conocimiento para el medio rural y pesquero, Avicultura de carne. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA). <http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/sistemas-prodnut-anim/aves-carne.aspx>.
- MAPAMA. 2017a. Anuarios de Estadística del MAPAMA. Subdirección General de Estadística del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA). <http://www.mapama.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/#para3>.
- MAPAMA. 2017b. Avicultura de carne. Plataforma de conocimiento para el medio rural y pesquero, Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA). <http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/sistemas-prodnut-anim/aves-carne.aspx>.
- Mitchell, A.D., R.W. Rosebrough y J.M. Conway. 1997. Body composition analysis of chickens by dual-energy X-ray absorptiometry. *Poultry Science*, 76: 1746-1752.
- Mitchell, A.D., R.W. Rosebrough, G.Z. Taicher y I. Kovner. 2011. In vivo measurement of body composition of chickens using quantitative magnetic resonance. *Poultry Science*, 90: 1712-1719.
- NRC. 1994. Nutrient requirements of poultry (9ª ed.). National Research Council (NRC). National Academy Press. Washington, D.C.
- NRC. 1998. Nutrient requirements of swine (10ª ed.). National Research Council (NRC). National Academy Press. Washington, D.C.
- Nukreaw, R. y C. Bunchasak. 2015. Effect of supplementing synthetic amino acids in low-protein diet and subsequent re-feeding on growth performance, serum lipid profile and chemical body composition of broiler chickens. *Journal of Poultry Science*, 52: 127-136.
- Nys, Y. y B. Sauveur. 2004. Valeur nutritionnelle des œufs. *INRA Productions Animales*, 17 (5): 385-393.



- Pacheco, A.J., G.J. Rosciano, C.W. Villegas, V.V. Alcocer y R.A. Castellanos. 2003. Cuantificación del contenido de cobre y otros minerales en pollinazas producidas en el estado de Yucatán. *Técnica Pecuaria en México*, 41(2): 197-207.
- Robinson, F.E. y N.A. Robinson. 1991. Reproductive performance, growth rate and body composition of broiler breeder hens differing in body weight at 21 weeks of age. *Canadian Journal of Animal Science*, 71: 1233-1239.
- Rodríguez Ventura, M. y Flores, M.P. 2017. Apuntes de la asignatura Nutrición Animal, Unidad docente de Nutrición Animal. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. <http://www.webs.ulpgc.es/nutranim/tema19.htm>.
- Scott, M.L., N.C. Nesherm y R.J. Young. 1982. Nutrition of the chicken (3° ed.). M.L. Scott & Associates. Ithaca, Nueva York.
- Stevens, L. 1991. Genetics and evolution of the domestic fowl. Cambridge University Press.
- Treviño, H.M., E. Gutiérrez, H. Bernal. 2002. El uso de cama de pollo de buena calidad mejora la productividad de bovinos en crecimiento en engorda intensiva. *Técnica Pecuaria en México*, 40(1): 1-15.
- UCO. 2017. Valoración energética de alimentos. Departamento de Producción Animal de la Universidad de Córdoba. http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/17_17_30_Valoracion_de_Alimentos.pdf.
- Van Emous, R. A., R.P. Kwakkel, M.M. Van Krimpen y W.H. Hendriks. 2015. Effects of growth patterns and dietary protein levels during rearing on body composition and performance in broiler breeder females during the rearing and laying period. *Poultry Science*, 92: 2091-2100.
- Vincent, J. 2003. Giving you Cobb flocks the perfect start. *Cobb Focus*. One/2003: 10-11. http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/cobb-focus-2003/cobb_focus_one_2003_english.pdf?sfvrsn=4.
- Zinn, R.A., R. Barajas, M. Montaña y Y. Shen. 1996. Protein and energy value dehydrated poultry excreta in diets for feedlots cattle. *Journal of Animal Science*, 74: 2331-2335.
- Zuidhof, M.J., B.L. Schneider, V.L. Carney, D.R. Korver y F.E. Robinson. 2014. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. *Poultry Science*, 93: 1-13.

ANEJOS 





Tabla A-1. Cálculo de la población promedio anual a nivel nacional 1990-2004

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Broilers sacrificados al año		446.753.470	464.873.792	460.617.661	445.818.795	500.100.647	524.434.065	542.333.304	556.728.646
m ₁	%			6,5					6,3
m ₂	%			5,5					5,3
t _{nacim.}	%			37,4					39,3
p ₁	días			49					47
v ₁	días			18,5					19
p ₂	días			147					147
v ₂	días			35					35
p ₃	días			294					295,4
v ₃	días			71					69,6

		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Broilers sacrificados al año		564.418.776	564.372.139	556.989.540	606.563.455	591.782.530	597.829.477	571.339.880
m ₁	%					6,1		
m ₂	%					5,1		
t _{nacim.}	%					41,2		
p ₁	días					46		
v ₁	días					19,5		
p ₂	días					147		
v ₂	días					35		
p ₃	días					296,8		
v ₃	días					68,2		

Tabla A-2. Cálculo de la población promedio anual a nivel nacional 2005-2015

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Broilers sacrificados al año	572.648.744	556.861.129	591.393.726	584.815.145	573.771.704	594.157.627	603.746.997	604.962.301	589.666.337	624.364.078	636.311.729
m ₁			5,9					5,7			5,5
m ₂			4,9					4,7			4,5
t _{nacim}			42,4					44,4			46,1
p ₁			45					43			42
v ₁			20					20,5			21
p ₂			147					140			140
v ₂			35					42			42
p ₃			301					301			301
v ₃			64					64			64

**Tabla A-3.** Población promedio anual 1990-2004

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Broilers (k_1)	59.975.123	62.407.715	61.836.344	59.849.646	67.136.799	67.529.866	69.834.699	71.688.346
Gallinas reproductoras (k_2)	3.496.079	3.637.880	3.604.573	3.488.765	3.913.548	3.899.120	4.032.199	4.139.227
Pollitas (k_3)	1.844.709	1.919.531	1.901.957	1.840.850	2.064.987	2.053.029	2.123.100	2.179.454
<i>gallinas/pollitas</i>	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
<i>pollitas/gallinas</i>	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Broilers (k_1)	72.678.582	72.672.577	70.195.942	76.443.614	74.580.812	75.342.893	72.004.478
Gallinas reproductoras (k_2)	4.196.402	4.196.056	3.940.442	4.291.154	4.186.586	4.229.365	4.041.964
Pollitas (k_3)	2.209.559	2.209.377	2.070.414	2.254.688	2.199.745	2.222.222	2.123.756
<i>gallinas/pollitas</i>	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
<i>pollitas/gallinas</i>	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53

Tabla A-4. Población promedio anual 2005-2015

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Broilers (k_1)	70.600.530	68.654.112	72.911.555	72.100.497	70.738.977	69.996.652
Gallinas reproductoras (k_2)	3.930.489	3.822.128	4.059.149	4.013.996	3.938.197	3.888.605
Pollitas (k_3)	2.060.842	2.004.025	2.128.301	2.104.626	2.064.883	2.034.602
<i>gallinas/pollitas</i>	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91
<i>pollitas/gallinas</i>	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52

	2011	2012	2013	2014	2015
Broilers (k_1)	71.126.359	71.269.531	69.467.541	73.555.220	73.219.432
Gallinas reproductoras (k_2)	3.951.365	3.959.319	3.859.211	4.086.299	3.999.623
Pollitas (k_3)	2.067.439	2.071.601	2.019.222	2.138.039	2.088.306
<i>gallinas/pollitas</i>	1,91	1,91	1,91	1,91	1,92
<i>pollitas/gallinas</i>	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52

Tabla A-5. Distribución provincial de la población promedio anual de broilers (k_t) 1990-2002

CC.AA.	Provincia	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Total de España		59.975.123	62.407.715	61.836.344	59.849.649	67.136.799	67.529.868	69.834.698	71.688.345	72.678.583	72.672.576	70.195.940	76.443.616	74.580.812
	A Coruña	800.444	832.910	825.285	798.770	896.026	901.272	932.033	956.772	969.988	969.988	969.908	936.854	1.020.237
Galicia	Lugo	3.825.660	3.980.829	3.944.383	3.817.656	4.282.485	4.307.558	4.454.577	4.572.817	4.635.982	4.635.598	4.477.620	4.876.143	4.757.320
	Ourense	7.309.649	7.606.128	7.536.491	7.294.356	8.182.500	8.230.406	8.511.314	8.737.233	8.857.921	8.857.189	8.555.342	9.316.796	9.089.761
	Pontevedra	5.208.352	5.419.602	5.369.983	5.197.455	5.830.285	5.864.419	6.064.575	6.225.550	6.311.544	6.311.022	6.095.946	6.638.506	6.476.737
P. de Asturias	Asturias	11.531	11.999	11.889	11.507	12.908	12.983	13.426	13.783	13.973	13.972	13.496	14.697	14.339
	Cantabria	639	665	659	638	716	720	744	764	775	775	748	815	795
País Vasco	Álava	4.458	4.639	4.596	4.448	4.990	5.019	5.191	5.328	5.402	5.401	5.217	5.682	5.543
	Guipúzcoa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C.F. de Navarra	Vizcaya	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Navarra	1.033.484	1.075.402	1.065.557	1.031.322	1.156.893	1.163.667	1.203.383	1.235.325	1.252.389	1.252.285	1.209.608	1.317.267	1.285.168
La Rioja	La Rioja	2.581.238	2.685.933	2.661.342	2.575.838	2.889.466	2.906.383	3.005.579	3.085.358	3.127.976	3.127.717	3.021.127	3.290.017	3.209.845
	Huesca	1.455.119	1.514.139	1.500.276	1.452.075	1.628.876	1.638.413	1.694.333	1.739.306	1.763.331	1.763.185	1.703.097	1.854.679	1.809.483
Aragón	Teruel	300.492	312.680	309.818	299.864	336.374	338.344	349.892	359.179	364.140	364.110	351.702	383.004	373.671
	Zaragoza	1.584.773	1.649.051	1.633.954	1.581.457	1.774.012	1.784.398	1.845.301	1.894.281	1.920.447	1.920.289	1.854.846	2.019.934	1.970.711
Cataluña	Barcelona	872.274	907.654	899.344	870.449	976.433	982.150	1.015.671	1.042.631	1.057.033	1.056.945	1.020.925	1.111.791	1.084.699
	Girona	867.956	903.160	894.891	866.140	971.599	977.288	1.010.643	1.037.469	1.051.799	1.051.713	1.015.871	1.106.287	1.079.328
Balears	Lleida	2.262.398	2.354.161	2.332.608	2.257.665	2.532.553	2.547.380	2.634.324	2.704.247	2.741.601	2.741.375	2.647.951	2.883.627	2.813.358
	Tarragona	2.170.556	2.258.593	2.237.915	2.166.015	2.429.743	2.443.969	2.527.383	2.594.468	2.630.306	2.630.088	2.540.457	2.766.566	2.699.149
Castilla y León	Baleares	163.908	170.557	168.995	163.566	183.481	184.555	190.854	195.920	198.626	198.610	191.841	208.916	203.825
	Ávila	305.980	318.391	315.476	305.340	342.518	344.523	356.282	365.739	370.791	370.760	358.125	389.999	380.495
Castilla y León	Burgos	1.152.181	1.198.914	1.187.937	1.149.771	1.289.764	1.297.316	1.341.594	1.377.204	1.396.228	1.396.112	1.348.534	1.468.557	1.432.771
	León	856.347	891.081	882.923	854.556	958.604	964.217	997.126	1.023.593	1.037.732	1.037.646	1.002.284	1.091.491	1.064.893
Castilla y León	Palencia	45.991	47.856	47.418	45.895	51.483	51.784	53.551	54.973	55.732	55.728	53.828	58.619	57.191
	Salamanca	38.357	39.913	39.548	38.277	42.938	43.189	44.663	45.849	46.482	46.478	44.894	48.890	47.698
Castilla y León	Segovia	956.020	994.796	985.688	954.020	1.070.179	1.076.444	1.113.184	1.142.732	1.158.516	1.158.421	1.118.942	1.218.532	1.188.838
	Soria	72.269	75.200	74.511	72.117	80.898	81.372	84.149	86.383	87.576	87.569	84.585	92.113	89.868
Castilla y León	Valladolid	641.082	667.084	660.976	639.740	717.634	721.835	746.472	766.286	776.870	776.806	750.333	817.115	797.204
	Zamora	341.067	354.900	351.651	340.353	381.794	384.029	397.136	407.677	413.309	413.275	399.190	434.720	424.126



CC.AA.	Provincia	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
C. de Madrid	Madrid	107.123	111.468	110.448	106.899	119.915	120.617	124.734	128.044	129.813	129.802	125.379	136.538	133.211
	Albacete	3.162.914	3.291.202	3.261.069	3.156.296	3.540.600	3.561.329	3.682.879	3.780.635	3.832.857	3.832.857	3.832.541	3.701.930	4.031.414
Castilla-La Mancha	Ciudad Real	369.305	384.284	380.766	368.533	413.404	415.825	430.017	441.431	447.529	447.492	432.241	470.712	459.242
	Cuenca	5.421.202	5.641.085	5.589.439	5.409.860	6.068.551	6.104.081	6.312.417	6.479.970	6.569.478	6.568.935	6.345.070	6.909.802	6.741.422
	Guadalajara	134.885	140.356	139.071	134.603	150.992	151.876	157.059	161.228	163.455	163.442	157.872	171.923	167.733
Comunidad Valenciana	Toledo	4.030.848	4.194.339	4.155.938	4.022.415	4.512.174	4.538.592	4.693.497	4.818.078	4.884.630	4.884.227	4.717.775	5.137.673	5.012.476
	Alicante	131.985	137.338	136.080	131.708	147.745	148.610	153.682	157.761	159.941	159.927	154.477	168.226	164.127
R. de Murcia	Castellón de la P.	1.826.543	1.900.628	1.883.226	1.822.722	2.044.652	2.056.623	2.126.816	2.183.269	2.213.427	2.213.244	2.137.818	2.328.091	2.271.359
	Valencia	1.598.829	1.663.678	1.648.446	1.595.484	1.789.747	1.800.225	1.861.668	1.911.083	1.937.481	1.937.321	1.871.298	2.037.850	1.988.191
Extremadura	Murcia	1.659.181	1.726.478	1.710.671	1.655.710	1.857.305	1.868.179	1.931.941	1.983.221	2.010.616	2.010.450	1.941.935	2.114.774	2.063.240
	Badajoz	1.296.114	1.348.684	1.336.336	1.293.402	1.450.884	1.459.378	1.509.188	1.549.246	1.570.646	1.570.517	1.516.994	1.652.012	1.611.755
Andalucía	Cáceres	1.625.017	1.690.928	1.675.446	1.621.617	1.819.061	1.829.711	1.892.161	1.942.385	1.969.215	1.969.052	1.901.948	2.071.228	2.020.756
	Almería	236.092	245.668	243.419	235.599	264.284	265.832	274.905	282.202	286.100	286.076	276.327	300.921	293.588
Andalucía	Cádiz	23.593	24.550	24.326	23.544	26.411	26.565	27.472	28.201	28.591	28.588	27.614	30.072	29.339
	Córdoba	286.461	298.080	295.351	285.862	320.668	322.545	333.554	342.407	347.137	347.108	335.279	365.120	356.223
Andalucía	Granada	542.453	564.455	559.287	541.318	607.227	610.783	631.629	648.395	657.351	657.297	634.896	691.404	674.556
	Huelva	1.060.574	1.103.591	1.093.487	1.058.355	1.187.218	1.194.169	1.234.926	1.267.705	1.285.216	1.285.110	1.241.314	1.351.796	1.318.855
Andalucía	Jaén	178.932	186.189	184.484	178.557	200.298	201.471	208.347	213.877	216.831	216.813	209.425	228.064	222.507
	Málaga	97.713	101.676	100.745	97.509	109.381	110.021	113.776	116.796	118.410	118.400	114.365	124.544	121.509
Canarias	Sevilla	894.915	931.213	922.687	893.043	1.001.777	1.007.643	1.042.034	1.069.693	1.084.469	1.084.379	1.047.424	1.140.648	1.112.853
	Las Palmas	127.394	132.562	131.348	127.128	142.607	143.442	148.337	152.275	154.378	154.365	149.105	162.376	158.419
Canarias	Santa Cruz de T.	300.825	313.026	310.160	300.195	336.746	338.718	350.279	359.576	364.543	364.513	352.091	383.428	374.084

Nota. Total de España ajustado a la suma provincial.

Tabla A-6. Distribución provincial de la población promedio anual de *broilers* (kl) 2003-2015

CC.AA.	Provincia	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total de España		75.342.896	72.004.478	70.600.532	68.654.115	72.911.554	72.100.493	70.738.977	69.996.654	71.126.360	71.269.532	69.467.537	73.555.219	73.219.430
	A Coruña	1.005.547	960.991	942.254	916.277	973.098	962.273	944.102	934.194	949.272	951.183	927.133	981.688	1.197.764
Galicia	Lugo	4.805.931	4.592.982	4.503.428	4.379.271	4.650.842	4.599.107	4.512.259	4.464.908	4.536.969	4.546.102	4.431.157	4.691.900	3.580.190
	Ourense	9.182.642	8.775.763	8.604.652	8.367.427	8.886.315	8.787.465	8.621.526	8.531.053	8.668.739	8.686.189	8.466.566	8.964.764	10.650.321
	Pontevedra	6.542.917	6.253.003	6.131.082	5.962.051	6.331.775	6.261.342	6.143.105	6.078.640	6.176.746	6.189.179	6.032.691	6.387.672	4.925.506
P. de Asturias	Asturias	14.486	13.844	13.574	13.200	14.018	13.862	13.600	13.458	13.675	13.702	13.356	14.142	10.340
	Cantabria	803	767	752	732	777	768	754	746	758	760	740	784	249
País Vasco	Álava	5.600	5.352	5.247	5.103	5.419	5.359	5.258	5.203	5.287	5.297	5.163	5.467	7.566
	Guipúzcoa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32.925
C.F. de Navarra	Vizcaya	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79.097
	Navarra	1.298.300	1.240.773	1.216.580	1.183.040	1.256.403	1.242.427	1.218.966	1.206.174	1.225.641	1.228.108	1.197.056	1.267.495	1.065.696
La Rioja	La Rioja	3.242.644	3.098.963	3.038.540	2.954.769	3.138.003	3.103.096	3.044.498	3.012.550	3.061.170	3.067.332	2.989.777	3.165.705	579.606
	Huesca	1.827.973	1.746.976	1.712.913	1.665.689	1.768.984	1.749.306	1.716.272	1.698.262	1.725.671	1.729.145	1.685.425	1.784.600	1.479.221
Aragón	Teruel	377.489	360.763	353.729	343.977	365.308	361.244	354.422	350.703	356.363	357.081	348.052	368.533	646.706
	Zaragoza	1.990.849	1.902.635	1.865.537	1.814.105	1.926.603	1.905.172	1.869.195	1.849.580	1.879.432	1.883.215	1.835.599	1.943.611	1.768.123
Cataluña	Barcelona	1.095.782	1.047.229	1.026.810	998.501	1.060.421	1.048.625	1.028.823	1.018.027	1.034.457	1.036.540	1.010.331	1.069.782	858.806
	Girona	1.090.357	1.042.044	1.021.726	993.558	1.055.171	1.043.433	1.023.730	1.012.987	1.029.336	1.031.408	1.005.329	1.064.486	761.690
Balears	Lleida	2.842.105	2.716.173	2.663.213	2.589.789	2.750.390	2.719.795	2.668.435	2.640.433	2.683.048	2.688.449	2.620.474	2.774.670	2.542.835
	Tarragona	2.726.730	2.605.909	2.555.099	2.484.656	2.638.737	2.609.384	2.560.110	2.533.244	2.574.129	2.579.311	2.514.095	2.662.032	1.939.981
Castilla y León	Baleares	205.908	196.784	192.947	187.628	199.263	197.046	193.325	191.297	194.384	194.775	189.851	201.022	122.841
	Ávila	384.383	367.351	360.189	350.259	371.979	367.841	360.895	357.108	362.872	363.602	354.409	375.263	792.753
Castilla y León	Burgos	1.447.412	1.383.277	1.356.306	1.318.913	1.400.703	1.385.122	1.358.966	1.344.705	1.366.408	1.369.158	1.334.540	1.413.069	1.940.434
	León	1.075.774	1.028.107	1.008.061	980.269	1.041.059	1.029.478	1.010.038	999.439	1.015.569	1.017.613	991.884	1.050.249	1.115.564
Castilla y León	Palencia	57.775	55.215	54.139	52.646	55.911	55.289	54.245	53.676	54.542	54.652	53.270	56.404	40.534
	Salamanca	48.186	46.051	45.153	43.908	46.631	46.112	45.241	44.767	45.489	45.581	44.428	47.042	58.026
Castilla y León	Segovia	1.200.986	1.147.771	1.125.392	1.094.365	1.162.230	1.149.301	1.127.598	1.115.766	1.133.773	1.136.056	1.107.331	1.172.490	3.993.746
	Soria	90.786	86.764	85.072	82.727	87.857	86.879	85.239	84.344	85.706	85.878	83.707	88.632	95.042
Castilla y León	Valladolid	805.350	769.665	754.658	733.852	779.361	770.691	756.138	748.203	760.279	761.809	742.547	786.241	1.101.562
	Zamora	428.460	409.475	401.491	390.422	414.634	410.021	402.279	398.057	404.482	405.296	395.048	418.294	898.091



CC.AA.	Provincia	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
C. de Madrid	Madrid	134.572	128.609	126.101	122.625	130.229	128.781	126.349	125.023	127.041	127.296	124.078	131.379	206.709
	Albacete	3.973.365	3.797.307	3.723.267	3.620.618	3.845.144	3.802.371	3.730.568	3.691.420	3.750.998	3.758.548	3.663.516	3.879.089	3.319.335
Castilla-La Mancha	Ciudad Real	463.935	443.378	434.733	422.747	448.963	443.969	435.585	431.014	437.971	438.852	427.756	452.927	280.880
	Cuenca	6.810.307	6.508.545	6.381.641	6.205.703	6.590.536	6.517.224	6.394.155	6.327.056	6.429.171	6.442.112	6.279.229	6.648.718	5.789.418
	Guadalajara	169.447	161.939	158.782	154.404	163.979	162.155	159.093	157.423	159.964	160.286	156.234	165.427	105.982
	Toledo	5.063.695	4.839.325	4.744.967	4.614.151	4.900.288	4.845.778	4.754.272	4.704.381	4.780.307	4.789.930	4.668.820	4.943.548	5.123.359
Comunidad Valenciana	Alicante	165.804	158.457	155.367	151.084	160.453	158.668	155.672	154.039	156.525	156.840	152.874	161.870	120.148
	Castellón de la P.	2.294.569	2.192.897	2.150.140	2.090.862	2.220.522	2.195.821	2.154.356	2.131.749	2.166.154	2.170.514	2.115.635	2.240.125	1.762.223
R. de Murcia	Valencia	2.008.507	1.919.510	1.882.084	1.830.196	1.943.691	1.922.070	1.885.774	1.865.985	1.896.101	1.899.918	1.851.880	1.960.850	1.604.444
	Murcia	2.084.323	1.991.967	1.953.128	1.899.281	2.017.061	1.994.623	1.956.958	1.936.422	1.967.674	1.971.635	1.921.784	2.034.868	1.726.544
Extremadura	Badajoz	1.628.224	1.556.078	1.525.738	1.483.674	1.575.681	1.558.153	1.528.730	1.512.687	1.537.101	1.540.196	1.501.253	1.589.591	3.902.006
	Cáceres	2.041.404	1.950.950	1.912.911	1.860.173	1.975.527	1.953.552	1.916.662	1.896.549	1.927.158	1.931.037	1.882.212	1.992.967	3.558.399
Andalucía	Almería	296.588	283.446	277.919	270.257	287.017	283.824	278.464	275.542	279.989	280.553	273.459	289.551	217.762
	Cádiz	29.639	28.326	27.773	27.008	28.682	28.363	27.828	27.536	27.980	28.036	27.328	28.936	39.138
	Córdoba	359.863	343.917	337.211	327.915	348.250	344.376	337.873	334.327	339.723	340.407	331.800	351.324	265.247
	Granada	681.449	651.254	638.556	620.951	659.458	652.122	639.808	633.094	643.312	644.606	628.308	665.280	490.896
Andalucía	Huelva	1.332.331	1.273.296	1.248.469	1.214.049	1.289.336	1.274.994	1.250.917	1.237.790	1.257.768	1.260.299	1.228.434	1.300.718	862.011
	Jaén	224.780	214.820	210.632	204.825	217.526	215.107	211.045	208.830	212.200	212.628	207.251	219.447	309.138
	Málaga	122.751	117.312	115.024	111.853	118.789	117.468	115.250	114.040	115.881	116.114	113.178	119.838	70.508
	Sevilla	1.124.224	1.074.410	1.053.461	1.024.418	1.087.945	1.075.843	1.055.527	1.044.451	1.061.307	1.063.444	1.036.555	1.097.549	816.744
Canarias	Las Palmas	160.037	152.946	149.964	145.830	154.873	153.150	150.258	148.681	151.081	151.385	147.557	156.240	108.496
	Santa Cruz de T.	377.907	361.162	354.120	344.357	365.712	361.643	354.814	351.091	356.757	357.475	348.437	368.940	254.828

Nota. Total de España ajustado a la suma provincial.

Tabla A-7. Distribución provincial de la población promedio anual de pollitas recria carne (k₂) 1990-2002

CC.AA.	Provincia	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Total de España		1.849.974	1.919.735	1.902.157	1.841.046	2.065.211	2.052.879	2.122.942	2.179.292	2.209.396	2.209.212	2.070.532	2.254.819	2.199.873
	A Coruña	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galicia	Lugo	62.496	64.852	64.259	62.194	69.767	69.350	71.717	73.621	74.638	74.631	69.947	76.172	74.316
	Ourense	316.955	328.907	325.896	315.425	353.831	351.718	363.723	373.377	378.534	378.503	354.743	386.316	376.903
	Pontevedra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P. de Asturias	Asturias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cantabria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
País Vasco	Álava	39.199	40.677	40.305	39.010	43.760	43.499	44.983	46.177	46.815	46.811	43.873	47.778	46.613
	Guipúzcoa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vizcaya	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C.F. de Navarra	Navarra	40.492	42.018	41.634	40.296	45.203	44.933	46.466	47.700	48.358	48.354	45.319	49.353	48.150
	La Rioja	93.089	96.600	95.715	92.640	103.920	103.299	106.825	109.660	111.175	111.166	104.188	113.461	110.696
Aragón	Huesca	173.123	179.651	178.006	172.287	193.265	192.111	198.668	203.941	206.758	206.741	193.763	211.009	205.867
	Teruel	31.673	32.867	32.566	31.520	35.358	35.147	36.346	37.311	37.827	37.823	35.449	38.604	37.664
	Zaragoza	51.261	53.194	52.707	51.013	57.224	56.883	58.824	60.386	61.220	61.215	57.372	62.478	60.956
Cataluña	Barcelona	12.550	13.023	12.904	12.490	14.010	13.927	14.402	14.784	14.989	14.987	14.046	15.297	14.924
	Girona	23.066	23.935	23.716	22.954	25.749	25.595	26.469	27.171	27.547	27.545	25.815	28.113	27.428
	Lleida	179.264	186.024	184.321	178.399	200.121	198.926	205.715	211.176	214.093	214.075	200.637	218.494	213.170
	Tarragona	299.930	311.241	308.391	298.483	334.826	332.826	344.186	353.322	358.202	358.173	335.689	365.566	356.658
Balears	Balears	258	268	266	257	289	287	297	304	309	309	289	315	307
	Ávila	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Castilla y León	Burgos	11.114	11.533	11.427	11.060	12.407	12.333	12.753	13.092	13.273	13.272	12.439	13.546	13.216
	León	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Palencia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salamanca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Castilla y León	Segovia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Soria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valladolid	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zamora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	



CC.AA.	Provincia	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
C. de Madrid	Madrid	13	13	13	13	14	14	15	15	15	15	14	16	15
	Albacete	52.681	54.668	54.167	52.427	58.810	58.459	60.454	62.059	62.916	62.911	58.962	64.210	62.645
Castilla-La Mancha	Ciudad Real	22.400	23.244	23.031	22.291	25.006	24.856	25.705	26.387	26.751	26.749	25.070	27.301	26.636
	Cuenca	42.940	44.559	44.151	42.732	47.935	47.649	49.275	50.583	51.282	51.278	48.059	52.336	51.061
	Guadalajara	69.546	72.169	71.508	69.211	77.638	77.174	79.808	81.927	83.058	83.051	77.838	84.766	82.700
	Toledo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Comunidad Valenciana	Alicante	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Castellón de la P.	49.402	51.265	50.796	49.164	55.150	54.821	56.692	58.197	59.000	58.996	55.292	60.213	58.746
	Valencia	23.864	24.764	24.537	23.749	26.641	26.482	27.385	28.112	28.501	28.498	26.709	29.087	28.378
	Murcia	22.615	23.468	23.253	22.506	25.246	25.095	25.952	26.641	27.009	27.006	25.311	27.564	26.892
Extremadura	Badajoz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cáceres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Andalucía	Almería	1.378	1.430	1.417	1.372	1.539	1.530	1.582	1.624	1.646	1.646	1.543	1.680	1.639
	Cádiz	3.015	3.129	3.100	3.001	3.366	3.346	3.460	3.552	3.601	3.601	3.375	3.675	3.586
	Córdoba	33.745	35.017	34.696	33.582	37.671	37.446	38.724	39.751	40.301	40.297	37.768	41.129	40.127
	Granada	44	46	45	44	49	49	50	52	52	52	49	54	52
	Huelva	12.537	13.010	12.891	12.477	13.996	13.912	14.387	14.769	14.973	14.972	14.032	15.281	14.909
	Jaén	767	796	788	763	856	851	880	903	916	916	858	935	912
Canarias	Málaga	433	450	446	431	484	481	497	510	518	517	485	528	515
	Sevilla	180.064	186.854	185.143	179.195	201.013	199.813	206.633	212.117	215.047	215.030	201.531	219.468	214.120
	Las Palmas	60	63	62	60	67	67	69	71	72	72	67	74	72
	Santa Cruz de T.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota. Total de España ajustado a la suma provincial.

Tabla A-8. Distribución provincial de la población promedio anual de pollitas recria carne (k₂) 2003-2015

CC.AA.	Provincia	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total de España	A Coruña	2.222.349	2.123.880	2.060.787	2.003.975	2.128.244	2.104.568	2.064.828	2.034.685	2.067.527	2.071.688	2.019.307	2.138.130	2.088.485
	Lugo	75.075	71.749	69.617	67.698	71.896	71.096	69.754	68.736	69.845	69.986	68.216	72.230	83.822
Galicia	Ourense	380.754	363.883	353.073	343.339	364.631	360.575	353.766	348.602	354.228	354.941	345.966	366.324	442.610
	Pontevedra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P. de Asturias	Asturias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cantabria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pais Vasco	Álava	47.090	45.003	43.666	42.462	45.096	44.594	43.752	43.113	43.809	43.897	42.787	45.305	30.727
	Guipúzcoa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56.712
C.F. de Navarra	Vizcaya	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Navarra	48.642	46.487	45.106	43.862	46.582	46.064	45.194	44.534	45.253	45.344	44.198	46.799	59.944
La Rioja	La Rioja	111.827	106.872	103.697	100.838	107.092	105.900	103.900	102.384	104.036	104.246	101.610	107.589	0
	Huesca	207.970	198.755	192.851	187.534	199.164	196.948	193.229	190.409	193.482	193.871	188.969	200.089	34.824
Aragón	Teruel	38.048	36.362	35.282	34.310	36.437	36.032	35.351	34.835	35.398	35.469	34.572	36.606	43.079
	Zaragoza	61.579	58.850	57.102	55.528	58.971	58.315	57.214	56.379	57.289	57.404	55.953	59.245	73.886
Cataluña	Barcelona	15.076	14.408	13.980	13.595	14.438	14.277	14.008	13.803	14.026	14.054	13.699	14.505	8.253
	Girona	27.708	26.481	25.694	24.986	26.535	26.240	25.744	25.369	25.778	25.830	25.177	26.658	20.386
Balears	Lleida	215.348	205.806	199.692	194.187	206.229	203.935	200.084	197.163	200.345	200.748	195.673	207.187	250.468
	Tarragona	360.302	344.338	334.109	324.898	345.045	341.207	334.764	329.877	335.201	335.876	327.384	346.648	352.922
Castilla y León	Balears	310	297	288	280	297	294	288	284	289	289	282	299	0
	Ávila	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Castilla y León	Burgos	13.351	12.759	12.380	12.039	12.785	12.643	12.404	12.223	12.421	12.446	12.131	12.845	6.223
	León	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Castilla y León	Palencia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salamanca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Castilla y León	Segovia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16.388
	Soria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Castilla y León	Valladolid	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19.931
	Zamora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



CC.AA.	Provincia	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
C. de Madrid	Madrid	16	15	14	14	15	15	14	14	14	14	14	15	0
	Albacete	63.285	60.481	58.684	57.067	60.605	59.931	58.800	57.941	58.876	58.995	57.503	60.887	50.488
Castilla-La Mancha	Ciudad Real	26.908	25.716	24.952	24.264	25.769	25.482	25.001	24.636	25.034	25.084	24.450	25.889	12.035
	Cuenca	51.583	49.297	47.833	46.514	49.398	48.849	47.927	47.227	47.989	48.086	46.870	49.628	0
	Guadalajara	83.545	79.843	77.472	75.336	80.007	79.117	77.623	76.490	77.725	77.881	75.912	80.379	24.356
	Toledo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Comunidad Valenciana	Alicante	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Castellón de la P.	59.346	56.717	55.032	53.515	56.833	56.201	55.140	54.335	55.212	55.323	53.924	57.097	70.572
	Valencia	28.668	27.397	26.584	25.851	27.454	27.148	26.636	26.247	26.671	26.724	26.049	27.581	27.808
	Murcia	27.167	25.963	25.192	24.498	26.017	25.727	25.241	24.873	25.274	25.325	24.685	26.137	30.727
Extremadura	Badajoz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cáceres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Andalucía	Almería	1.656	1.583	1.536	1.493	1.586	1.568	1.539	1.516	1.541	1.544	1.505	1.593	0
	Cádiz	3.622	3.462	3.359	3.266	3.469	3.430	3.366	3.316	3.370	3.377	3.291	3.485	6.145
	Córdoba	40.537	38.741	37.590	36.554	38.820	38.389	37.664	37.114	37.713	37.789	36.833	39.001	96.129
	Granada	53	50	49	48	51	50	49	48	49	49	48	51	681
	Huelva	15.061	14.394	13.966	13.581	14.423	14.263	13.993	13.789	13.789	14.012	13.685	14.490	48.217
	Jaén	921	880	854	831	882	872	856	843	857	859	837	886	7.716
Canarias	Málaga	521	498	483	469	499	493	484	477	484	485	473	501	13.059
	Sevilla	216.308	206.724	200.583	195.053	207.149	204.844	200.976	198.042	201.239	201.644	196.545	208.111	200.107
	Las Palmas	72	69	67	65	69	69	67	66	67	68	66	70	229
	Santa Cruz de T.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41

Nota. Total de España ajustado a la suma provincial.

Tabla A-9. Distribución provincial de la población promedio anual de gallinas reproductoras (k_3) 1990-2002

CC.AA.	Provincia	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Total de España		3.496.452	3.638.266	3.604.959	3.489.135	3.913.963	3.898.833	4.031.902	4.138.924	4.196.093	4.195.745	3.940.672	4.291.400	4.186.828
	A Coruña	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galicia	Lugo	103.673	107.878	106.891	103.456	116.053	115.604	119.550	122.723	124.418	124.408	116.845	127.244	124.144
	Ourense	254.219	264.530	262.108	253.687	284.575	283.475	293.150	300.931	305.088	305.063	286.516	312.017	304.414
	Pontevedra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P. de Asturias	Asturias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cantabria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
País Vasco	Álava	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Guipúzcoa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vizcaya	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Navarra	101.722	105.848	104.879	101.510	113.869	113.429	117.300	120.414	122.077	122.067	114.646	124.850	121.807
La Rioja	La Rioja	152.142	158.312	156.863	151.823	170.309	169.650	175.441	180.097	182.585	182.570	171.471	186.732	182.182
	Huesca	30.244	31.470	31.182	30.180	33.855	33.724	34.875	35.801	36.295	36.292	34.086	37.120	36.215
	Teruel	8.367	8.706	8.626	8.349	9.366	9.330	9.648	9.904	10.041	10.040	9.430	10.269	10.019
Aragón	Zaragoza	240.513	250.268	247.977	240.010	269.233	268.192	277.345	284.707	288.640	288.616	271.070	295.196	288.002
	Barcelona	79.808	83.045	82.285	79.641	89.338	88.993	92.030	94.473	95.778	95.770	89.948	97.953	95.566
	Girona	185.390	192.909	191.143	185.002	207.527	206.725	213.780	219.455	222.486	222.468	208.943	227.540	221.995
	Lleida	395.619	411.665	407.896	394.791	442.860	441.148	456.204	468.313	474.782	474.743	445.881	485.566	473.734
Cataluña	Tarragona	1.072.428	1.115.926	1.105.709	1.070.184	1.200.487	1.195.845	1.236.660	1.269.485	1.287.021	1.286.914	1.208.678	1.316.254	1.284.179
	Baleares	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baleares	Ávila	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Burgos	34.795	36.206	35.875	34.722	38.950	38.799	40.124	41.189	41.758	41.754	39.216	42.706	41.665
Castilla y León	León	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Palencia	6.209	6.461	6.401	6.196	6.950	6.923	7.160	7.350	7.451	7.451	6.998	7.620	7.435
	Salamanca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Segovia	6.288	6.543	6.483	6.274	7.038	7.011	7.250	7.443	7.546	7.545	7.086	7.717	7.529
	Soria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valladolid	73.508	76.490	75.790	73.355	82.286	81.968	84.766	87.016	88.218	88.210	82.848	90.221	88.023
Zamora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	



CC.AA.	Provincia	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
C. de Madrid	Madrid	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Albacete	18.038	18.770	18.598	18.001	20.192	20.114	20.801	21.353	21.648	21.646	20.330	22.140	21.600
Castilla-La Mancha	Ciudad Real	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cuenca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Guadalajara	29.753	30.960	30.677	29.691	33.306	33.178	34.310	35.221	35.707	35.704	33.534	36.518	35.628
	Toledo	87.006	90.535	89.706	86.824	97.395	97.019	100.330	102.993	104.416	104.407	98.060	106.787	104.185
Comunidad Valenciana	Alicante	15.200	15.816	15.672	15.168	17.015	16.949	17.528	17.993	18.241	18.240	17.131	18.656	18.201
	Castellón de la P.	129.293	134.538	133.306	129.023	144.732	144.173	149.094	153.051	155.165	155.152	145.720	158.689	154.822
	Valencia	65.687	68.351	67.725	65.549	73.531	73.246	75.746	77.757	78.831	78.824	74.032	80.621	78.657
	Murcia	42.120	43.829	43.427	42.032	47.150	46.968	48.571	49.860	50.549	50.544	47.472	51.697	50.437
Extremadura	Badajoz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cáceres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Andalucía	Almería	23.349	24.296	24.074	23.300	26.137	26.036	26.925	27.640	28.021	28.019	26.316	28.658	27.960
	Cádiz	128	133	132	128	143	143	148	152	154	154	144	157	154
	Córdoba	36.338	37.811	37.465	36.262	40.677	40.519	41.902	43.015	43.609	43.605	40.954	44.599	43.512
	Granada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Huelva	94.597	98.434	97.533	94.399	105.893	105.484	109.084	111.979	113.526	113.517	106.616	116.105	113.276
	Jaén	3.316	3.450	3.419	3.309	3.712	3.698	3.824	3.925	3.925	3.979	3.737	4.070	3.971
Canarias	Málaga	19.192	19.971	19.788	19.152	21.484	21.401	22.131	22.719	23.033	23.031	21.631	23.556	22.982
	Sevilla	186.741	194.315	192.536	186.350	209.039	208.231	215.338	221.054	224.107	224.089	210.466	229.198	223.613
	Las Palmas	159	165	164	158	178	177	183	188	190	190	179	195	190
	Santa Cruz de T.	610	635	629	609	683	681	704	723	733	733	688	749	731

Nota. Total de España ajustado a la suma provincial.

Tabla A-10. Distribución provincial de la población promedio anual de gallinas reproductoras (k_3) 2003-2015

CC.AA.	Provincia	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total de España		4.229.609	4.042.196	3.930.382	3.822.025	4.059.043	4.013.889	3.938.095	3.888.765	3.951.530	3.959.487	3.859.372	4.086.467	3.999.963
	A Coruña	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galicia	Lugo	125.412	119.855	116.540	113.327	120.355	119.016	116.768	115.306	117.167	117.403	114.434	121.168	99.037
	Ourense	307.525	293.898	285.769	277.890	295.123	291.840	286.329	282.743	287.306	287.885	280.606	297.117	294.561
	Pontevedra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.578
P. de Asturias	Asturias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cantabria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
País Vasco	Álava	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Guipúzcoa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.234
	Vizcaya	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.455
	Navarra	123.052	117.600	114.347	111.194	118.090	116.776	114.571	114.571	113.136	114.962	115.193	118.888	131.223
La Rioja	La Rioja	184.044	175.889	171.023	166.308	176.622	174.657	171.359	169.212	171.943	172.290	167.933	177.815	26.084
	Huesca	36.585	34.964	33.997	33.060	35.110	34.719	34.064	33.637	34.180	34.249	33.383	35.347	26.880
	Teruel	10.121	9.673	9.405	9.146	9.713	9.605	9.423	9.305	9.305	9.456	9.475	9.779	9.262
Aragón	Zaragoza	290.945	278.054	270.362	262.909	279.212	276.106	270.892	267.499	271.817	272.364	265.477	281.099	202.772
	Barcelona	96.543	92.265	89.713	87.240	92.650	91.619	89.889	88.763	90.196	90.377	88.092	93.276	86.294
	Girona	224.263	214.326	208.398	202.652	215.220	212.825	208.807	206.191	209.519	209.941	204.633	216.674	385.138
Cataluña	Lleida	478.575	457.369	444.718	432.457	459.275	454.166	445.590	440.009	447.110	448.010	436.683	462.378	579.626
	Tarragona	1.297.301	1.239.818	1.205.523	1.172.288	1.244.985	1.231.136	1.207.888	1.192.758	1.212.009	1.214.449	1.183.742	1.253.397	1.100.472
	Baleares	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baleares	Ávila	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Burgos	42.091	40.226	39.113	38.035	40.394	39.944	39.190	38.699	39.324	39.403	38.407	40.667	31.216
	León	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.664
Castilla y León	Palencia	7.511	7.178	6.979	6.787	7.208	7.128	6.993	6.905	7.017	7.031	6.853	7.256	31.223
	Salamanca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Segovia	7.606	7.269	7.068	6.873	7.299	7.218	7.082	6.993	7.106	7.120	6.940	7.349	134.137
	Soria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valladolid	88.922	84.982	82.631	80.353	85.336	84.387	82.793	81.756	83.076	83.243	81.138	85.913	43.739
Zamora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	



CC.AA.	Provincia	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
C. de Madrid	Madrid	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Albacete	21.821	20.854	20.277	19.718	20.941	20.708	20.317	20.062	20.386	20.427	19.911	21.082	26.173
Castilla-La Mancha	Ciudad Real	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cuenca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Guadalajara	35.992	34.397	33.446	32.524	34.541	34.157	33.512	33.092	33.626	33.694	32.842	34.774	27.823
	Toledo	105.250	100.586	97.804	95.108	101.005	99.882	97.996	96.768	98.330	98.528	96.037	101.688	109.197
Comunidad Valenciana	Alicante	18.387	17.572	17.086	16.615	17.646	17.449	17.120	16.905	17.178	17.213	16.778	17.765	17.793
	Castellón de la P.	156.404	149.474	145.340	141.333	150.097	148.427	145.625	143.801	146.122	146.416	142.714	151.111	149.631
R. de Murcia	Valencia	79.461	75.940	73.839	71.803	76.256	75.408	73.984	73.057	74.236	74.386	72.505	76.771	71.359
	Murcia	50.952	48.695	47.348	46.042	48.898	48.354	47.441	46.846	47.602	47.698	46.492	49.228	24.922
Extremadura	Badajoz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	Cáceres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Andalucía	Almería	28.245	26.994	26.247	25.523	27.106	26.805	26.299	25.969	26.388	26.441	25.773	27.289	0
	Cádiz	155	148	144	140	149	147	144	143	145	145	141	150	0
	Córdoba	43.957	42.009	40.847	39.721	42.184	41.715	40.927	40.415	41.067	41.150	40.109	42.469	23.065
	Granada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Huelva	114.433	109.363	106.337	103.406	109.818	108.597	106.546	105.211	106.910	107.125	104.416	110.560	111.784
Canarias	Jaén	4.011	3.833	3.727	3.625	3.849	3.807	3.735	3.688	3.747	3.755	3.660	3.875	15.016
	Málaga	23.217	22.188	21.574	20.979	22.280	22.032	21.616	21.346	21.690	21.734	21.184	22.431	18.692
	Sevilla	225.898	215.888	209.916	204.129	216.788	214.376	210.328	207.694	211.046	211.471	206.124	218.253	173.694
	Las Palmas	192	183	178	173	184	182	179	177	179	180	175	185	189
	Santa Cruz de T.	738	706	686	667	709	701	688	679	690	691	674	713	0

Nota. Total de España ajustado a la suma provincial.

Tabla A-11. Datos productivos y energía necesaria para las categorías productivas k_j

Periodo	Cód. cat. prod.	Categoría productiva	Peso inicio	Peso final	Peso medio	Edad inicio	Edad final	Periodo P_j	GMD	EM _{mant}	EM _{crec}	EM _{huevos}	EM _{total}
			W_{o-j}	W_{f-j}	W_j	e_{o-j}	e_{f-j}						
1990-1994	k_1	Broilers	0,042	2,200	1,121	0,0	49,0	49,0	44,04	123,11	160,15	0,00	283,26
	k_2	Pollitas de recria carne	0,042	2,100	1,071	0,0	147,0	147,0	14,00	118,97	39,68	0,00	158,65
	k_3	Gallinas reproductoras carne	2,100	3,800	3,277	147,0	441,0	294,0	5,78	304,45	28,91	62,00	395,36
1995-1999	k_1	Broilers	0,042	2,280	1,161	0,0	47,0	47,0	47,61	126,40	173,85	0,00	300,26
	k_2	Pollitas de recria carne	0,042	2,150	1,096	0,0	147,0	147,0	14,34	121,06	40,59	0,00	161,65
	k_3	Gallinas reproductoras carne	2,150	3,850	3,323	147,0	442,4	295,4	5,75	307,67	28,77	64,90	401,34
2000-2004	k_1	Broilers	0,043	2,360	1,201	0,0	46,0	46,0	50,37	129,67	184,72	0,00	314,39
	k_2	Pollitas de recria carne	0,043	2,200	1,121	0,0	147,0	147,0	14,67	123,14	41,50	0,00	164,64
	k_3	Gallinas reproductoras carne	2,200	3,900	3,370	147,0	443,8	296,8	5,73	310,87	28,64	67,82	407,34
2005-2009	k_1	Broilers	0,043	2,440	1,242	0,0	45,0	45,0	53,26	132,91	196,13	0,00	329,04
	k_2	Pollitas de recria carne	0,043	2,250	1,147	0,0	147,0	147,0	15,01	125,21	42,41	0,00	167,62
	k_3	Gallinas reproductoras carne	2,250	3,950	3,416	147,0	448,0	301,0	5,65	314,07	28,24	69,52	411,83
2010-2014	k_1	Broilers	0,044	2,520	1,282	0,0	43,0	43,0	57,59	136,13	205,23	0,00	341,36
	k_2	Pollitas de recria carne	0,044	2,200	1,122	0,0	140,0	140,0	15,40	123,17	43,47	0,00	166,64
	k_3	Gallinas reproductoras carne	2,200	3,950	3,409	140,0	441,0	301,0	5,81	313,59	29,07	72,50	415,16
2015	k_1	Broilers	0,044	2,600	1,322	0,0	42,0	42,0	60,86	139,32	225,96	0,00	365,28
	k_2	Pollitas de recria carne	0,044	2,170	1,107	0,0	140,0	140,0	15,19	121,95	42,81	0,00	164,76
	k_3	Gallinas reproductoras carne	2,170	4,000	3,444	140,0	441,0	301,0	6,08	316,00	30,40	74,24	420,64


Tabla A-12. Coeficientes obtenidos para las categorías productivas k_j

Periodo	Cód. cat. prod.	Categoría productiva	Peso medio kg	EB _{ingredida}	EM _{ingredida}	MS _{ingredida}	PB _{ingredida}	N _{ingredida}	P _{D,ingredido}	P _{T,ingredido}	N _{Retenido}	N _{Excretado}	N _{amoniaco}	N _{no amoniaco}	P _{Retenido}	P _{Excretado}	VS
1990-1994	k ₁	Broilers	1,12	140.793	103.389	29,7	6,9	1,11	0,133	0,234	0,360	0,750	0,171	0,579	0,076	0,159	0,018
	k ₂	Pollitas de recría carne	1,07	79.887	57.906	18,7	3,4	0,55	0,081	0,143	0,105	0,441	0,085	0,356	0,032	0,111	0,012
	k ₃	Gallinas reproductoras carne	3,28	188.286	144.307	45,6	7,8	1,25	0,174	0,303	0,272	0,978	0,187	0,791	0,029	0,274	0,024
1995-1999	k ₁	Broilers	1,16	149.008	109.594	31,7	7,4	1,19	0,143	0,256	0,412	0,775	0,182	0,593	0,082	0,175	0,019
	k ₂	Pollitas de recría carne	1,10	81.487	59.003	19,1	3,5	0,56	0,082	0,147	0,110	0,449	0,087	0,363	0,033	0,114	0,012
	k ₃	Gallinas reproductoras carne	3,32	190.937	146.489	46,7	8,0	1,27	0,173	0,306	0,283	0,991	0,170	0,821	0,030	0,276	0,025
2000-2004	k ₁	Broilers	1,20	154.861	114.754	33,1	7,5	1,20	0,148	0,271	0,460	0,736	0,185	0,551	0,086	0,185	0,020
	k ₂	Pollitas de recría carne	1,12	82.893	60.095	19,5	3,4	0,54	0,084	0,150	0,114	0,430	0,088	0,342	0,034	0,117	0,012
	k ₃	Gallinas reproductoras carne	3,37	192.589	148.678	47,1	8,0	1,29	0,175	0,314	0,295	0,992	0,174	0,818	0,031	0,283	0,025
2005-2009	k ₁	Broilers	1,24	159.314	120.101	33,8	7,4	1,19	0,139	0,202	0,512	0,679	0,152	0,527	0,091	0,111	0,019
	k ₂	Pollitas de recría carne	1,15	85.268	61.182	19,8	3,6	0,57	0,081	0,128	0,119	0,452	0,091	0,361	0,035	0,093	0,013
	k ₃	Gallinas reproductoras carne	3,42	196.968	150.317	47,7	8,1	1,29	0,155	0,224	0,302	0,992	0,193	0,799	0,032	0,192	0,026
2010-2014	k ₁	Broilers	1,28	166.713	124.597	35,2	7,7	1,23	0,150	0,214	0,581	0,653	0,166	0,487	0,099	0,115	0,020
	k ₂	Pollitas de recría carne	1,12	84.379	60.824	19,7	3,4	0,55	0,081	0,129	0,124	0,426	0,086	0,341	0,035	0,094	0,013
	k ₃	Gallinas reproductoras carne	3,41	196.792	151.533	47,8	7,9	1,26	0,158	0,233	0,315	0,943	0,183	0,760	0,033	0,200	0,025
2015	k ₁	Broilers	1,32	177.424	133.327	37,5	8,1	1,30	0,159	0,206	0,643	0,660	0,166	0,494	0,104	0,101	0,021
	k ₂	Pollitas de recría carne	1,11	83.628	60.138	19,4	3,3	0,52	0,078	0,117	0,124	0,398	0,084	0,314	0,035	0,082	0,013
	k ₃	Gallinas reproductoras carne	3,44	197.389	153.533	48,4	7,7	1,23	0,159	0,207	0,326	0,906	0,180	0,725	0,034	0,174	0,025

Nota: se incluye el dato de N excretado anualmente por plaza ganadera para poder comparar con otras fuentes donde la excreta de N viene dada para las plazas ganaderas.

AVES DE CARNE

BASES ZOOTÉCNICAS PARA
EL CÁLCULO DEL BALANCE
ALIMENTARIO DE NITRÓGENO
Y DE FÓSFORO



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE