



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

**TIPIFICACIÓN DE LA
CALIDAD DEL HUEVO DE
GALLINA ECOLÓGICO Y
CONVENCIONAL**

ALBA RODRIGUEZ MENGOD

Directora: María Dolores Raigón Jiménez

Mayo 2016

AGRADECIMIENTOS

Esta aventura comenzó el día que escribí a la Dra María Dolores Raigón y sin prácticamente conocerme, aceptó ser mi directora de tesis. Yo la admiraba profesionalmente y tenía claro que si empezaba una tesis doctoral tenía que ser con una directora como ella y sobre un tema relacionado con la veterinaria y la tecnología de los alimentos. En aquel momento me había quedado sin trabajo y no tenía muchas expectativas de encontrar uno, así que María Dolores Raigón fue para mí un ventanal de aire fresco, ese que se siente cuando se comienza un proyecto nuevo. Lola gracias por todo, da mucha seguridad trabajar con una gran profesional como tú, espero que este estudio sea el primero de muchos y que sigamos trabajando juntas muchos años. Durante este tiempo también nos hemos conocido en el plano personal, con momentos muy buenos y momentos muy malos, aunque esta tesis haya acabado quiero que sepas que puedes contar conmigo para lo que quieras.

Durante la elaboración de la tesis también he tenido la oportunidad y la suerte de conocer a María Dolores García, sin su ayuda, su experiencia, su tiempo y su paciencia para explicármelo todo habría sido imposible todo el trabajo de laboratorio.

También quisiera dar las gracias a la Dra María Luisa Ruiz, responsable de la sección de alimentos y bebidas del Laboratorio Agroalimentario de la Generalitat Valenciana por su ayuda en los análisis e interpretación de grasa y perfil de ácidos grasos. Esta parte del trabajo tampoco habría sido posible sin la ayuda de Amparo Linares, trabajadora incansable de la casa que ya conocía de antes y que me enseñó a moverme por un laboratorio de forma metódica y con seguridad.

Para el análisis de los huevos ha sido imprescindible la colaboración desinteresada de ganaderos de Andalucía y de la Comunidad Valenciana que siempre se han mostrado dispuestos a colaborar en el estudio y nos han facilitado el envío de las muestras. A todos ellos GRACIAS, espero que el estudio realizado sea útil para el sector y ayude a los consumidores en la elección de los huevos que consuman.

Por último quisiera agradecer a mi familia y a mis amigos el apoyo y los ánimos que siempre me han dado, especialmente a mi madre Delfina y a mi marido Jose que han cuidado tantas veces a mi hijo Andreu para que yo pudiera acabar la tesis. Tengo una familia y unos amigos que son un tesoro, con su cariño y amor me lo demuestran todos los días.

RESUMEN

El huevo es un alimento que en España se consume de forma muy habitual, siendo un componente básico de la dieta mediterránea. Los criterios en los que se basa el consumidor español cuando compra huevos, son por orden de importancia, frescura, seguridad, alimentación animal, forma de cría, origen, información de la etiqueta, impacto ambiental, precio, tipo de envase y, en última posición, la imagen de marca. La calidad del huevo está definida por sus características externas, internas y por su composición nutricional.

El sistema de producción convencional es aquel donde la intensidad de la luz, la temperatura y la ventilación en la granja están intervenidas. Dentro del sistema convencional se puede clasificar la producción de huevos según el tipo de alojamiento en gallinas criadas en jaula, gallinas criadas en suelo y gallinas camperas. La producción ecológica de gallinas ponedoras es un sistema regulado que permite que las gallinas tengan acceso libre a los patios exteriores, con una alimentación basada en ingredientes procedentes de agricultura ecológica y sustancias agrarias naturales y la sanidad de los animales se basa principalmente en la prevención, prohibiéndose las mutilaciones rutinarias, y dando prioridad a la utilización de razas o linajes autóctonos, que mejor se adapten a las condiciones ambientales.

Teniendo en cuenta la variabilidad en cuanto a la alimentación de las gallinas en las explotaciones ecológicas, el principal objetivo de este trabajo es tipificar la calidad del huevo de gallina de producción ecológica y de producción convencional mediante la evaluación de los diferentes parámetros de calidad. Adicionalmente se evalúa el efecto del tipo y edad de la gallina en los parámetros de calidad del huevo.

Se analizan 20 tandas de huevos convencionales y 15 tandas de huevos ecológicos, procedentes de granjas de Andalucía y la Comunitat Valenciana, cada tanda está formada por una media de 18 huevos, que se identifican y sobre los que se determinan los parámetros de calidad externa (peso, índice de forma del huevo, color de la cáscara, índice de deposición de la cáscara, espesor de la cáscara y porcentaje de cáscara) y los parámetros de calidad interna (unidades Haugh, índice de albumen denso, porcentaje de albumen denso, porcentaje de albumen total, índice de forma de la yema, color de la yema y porcentaje de la yema). Sobre 12 huevos de cada tanda se analizan parámetros de calidad nutricional (humedad, minerales totales, proteína, carotenoides totales de la yema, grasa y perfil de ácidos grasos).

RESUMEN

Las gallinas de sistemas ecológicos producen huevos de menor peso, menos redondeados, con mayor índice de deposición de la cáscara, porcentaje de la misma y un mayor contenido de yema. El color de la cáscara y su espesor no se ven afectados por el sistema de producción. La mayor fracción de proteína bruta en los piensos de las gallinas de sistemas convencionales influye en los parámetros de calidad interna, produciendo huevos con mayores valores de unidades Haugh, albumen total y mayor índice de forma de la yema. La presencia de colorantes en los piensos convencionales es la causa de la mayor intensidad de anaranjado en el color de la yema. Nutricionalmente los huevos de sistemas convencionales presentan mayor contenido en proteínas, carotenoides y grasa, siendo los ácidos grasos predominantes en estos huevos, los saturados y los monoinsaturados. La formulación de los piensos ecológicos y la alimentación libre hace que las gallinas ecológicas pongan huevos con mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados y menor concentración en carotenoides.

El tipo de gallina influye significativamente sobre los parámetros de calidad externa, interna y nutricional del huevo, excepto en el índice de forma, el albumen denso, el contenido en humedad y cenizas. Las gallinas de edad avanzada producen huevos con colores de la cáscara menos intensos, peor calidad de albumen y de yema, con menor contenido en proteínas y carotenoides.

Los parámetros de calidad permiten clasificar los huevos en diferentes categorías. Un primer grupo formado por huevos que presentan un color de cáscara y un índice de forma moderados, que se corresponden opuestamente a los huevos con mayor espesor de cáscara, porcentaje de cáscara e índice de deposición de la cáscara, donde se incluyen la mayoría de los huevos de producción convencional. Un segundo grupo caracterizado por huevos que presentan un contenido moderado de yema en contraposición a los parámetros que definen la calidad del albumen y la intensidad del color de la yema. Un tercer grupo formado por huevos con mayor contenido en cenizas que se relacionan con una proporción mayor de ácidos grasos poliinsaturados en oposición a las mayores concentraciones de carotenoides, porcentaje de grasa, porcentaje de ácidos grasos saturados y monoinsaturados. Los huevos de producción ecológica se incluyen en el segundo y en el tercer grupo.

Palabras clave: Calidad externa, interna, nutricional, proteína, grasa, carotenoides, ácidos grasos.

RESUM

L'ou és un aliment que a Espanya es consumeix de forma molt habitual, sent un component bàsic de la dieta mediterrània. Els criteris en què es basa el consumidor espanyol quan compra ous, són per ordre d'importància, frescor, seguretat, alimentació animal, forma de cria, origen, informació de l'etiqueta, impacte ambiental, preu, tipus d'envàs i, en última posició, la imatge de marca. La qualitat de l'ou està definida per les seves característiques externes, internes i per la seva composició nutricional.

El sistema de producció convencional és aquell on la intensitat de la llum, la temperatura i la ventilació a la granja estan intervingudes. Dins del sistema convencional es pot classificar la producció d'ous segons el tipus d'allotjament com gallines criades en gàbia, gallines criades en sòl i gallines camperes. La producció ecològica de gallines ponedores és un sistema regulat que permet que les gallines tinguin accés lliure als patis exteriors, amb una alimentació basada en ingredients procedents d'agricultura ecològica i substàncies agràries naturals i la sanitat dels animals es basa principalment en la prevenció, prohibint-les mutilacions rutinàries, i donant prioritat a la utilització de races o llinatges autòctons, que millor s'adaptin a les condicions ambientals.

Tenint en compte la variabilitat pel que fa a l'alimentació de les gallines en les explotacions ecològiques, el principal objectiu d'aquest treball és tipificar la qualitat de l'ou de gallina de producció ecològica i de producció convencional mitjançant l'avaluació dels diferents paràmetres de qualitat. A més s'avalua l'efecte del tipus i edat de la gallina en els paràmetres de qualitat de l'ou.

S'analitzen 20 tandes d'ous convencionals i 15 tandes d'ous ecològics, procedents de granges d'Andalusia i de la Comunitat Valenciana, cada tanda està formada per una mitjana de 18 ous, que s'identifiquen i sobre els quals es determinen els paràmetres de qualitat externa (pes, índex de forma de l'ou, color de la closca, índex de deposició de la closca, gruix de la closca i percentatge de closca) i els paràmetres de qualitat interna (unitats Haugh, índex de albumen dens, percentatge de albumen dens, percentatge de albumen total, índex de forma del rovell, color del rovell i percentatge del rovell). Sobre 12 ous de cada tanda s'analitzen paràmetres de qualitat nutricional (humitat, minerals totals, proteïna, carotenoides totals del rovell, greix i perfil d'àcids grassos).

Les gallines de sistemes ecològics produeixen ous de menys pes, menys arrodonits, amb major índex de deposició de la closca, percentatge de la mateixa i un

RESUM

major contingut de rovell. El color de la closca i el seu gruix no es veuen afectats pel sistema de producció. La major fracció de proteïna bruta en els pinsos de les gallines de sistemes convencionals influeix en els paràmetres de qualitat interna, produint ous amb majors valors d'unitats Haugh, albumen total i major índex de forma del rovell. La presència de colorants en els pinsos convencionals és la causa de la major intensitat de taronja en el color del rovell. Nutricionalment els ous de sistemes convencionals presenten major contingut en proteïnes, carotenoides i greix, sent els àcids grassos predominants en aquests ous, els saturats i els monoinsaturats. La formulació dels pinsos ecològics i l'alimentació lliure fa que les gallines ecològiques posin ous amb major proporció d'àcids grassos poliinsaturats i menor concentració en

El tipus de gallina influeix significativament sobre els paràmetres de qualitat externa, interna i nutricional de l'ou, excepte en l'índex de forma, l'albumen dens, el contingut en humitat i cendres. Les gallines d'edat avançada produeixen ous amb colors de la closca menys intensos, pitjor qualitat de albumen i de rovell, amb menor contingut en proteïnes i carotenoides.

Els paràmetres de qualitat permeten classificar els ous en diferents categories. Un primer grup format per ous que presenten un color de closca i un índex de forma moderats, que es corresponen oposadament als ous amb major gruix de closca, percentatge de closca i índex de deposició de la closca, on s'inclouen la majoria dels ous de producció convencional. Un segon grup caracteritzat per ous que presenten un contingut moderat de rovell en contraposició als paràmetres que defineixen la qualitat de l'albumen i la intensitat del color del rovell. Un tercer grup format per ous amb major contingut en cendres que es relacionen amb una proporció més gran d'àcids grassos poliinsaturats en oposició a les majors concentracions de carotenoides, percentatge de greix, percentatge d'àcids grassos saturats i monoinsaturats. Els ous de producció ecològica s'inclouen en el segon i en el tercer grup.

Paraules clau: Qualitat externa, interna, nutricional, proteïna, greix, carotenoides, àcids grassos.

ABSTRACT

Egg is a frequently consumed food in Spain, as it is a basic component of the Mediterranean diet. When buying eggs, the Spanish consumer considers following criteria (in order of importance): newness, security, animal feeding, husbandry method, origin, label information, environmental impact, price, packaging, and, finally, brand image. Egg quality is defined by its internal and external characteristics, as well as its nutritional composition.

In conventional farming systems, light intensity, temperature and ventilation of the farm are controlled. Within conventional farming system, egg-laying hens can be classified according to their husbandry in cage hen, floor hens, and free-range hens. Organic farming is a regulated farming system which allows hens access to outside runs, with an organic-based feeding and health based in prevention, prohibiting routine mutilations and prioritizing local breeds or lineages, which better adapt to environmental conditions.

Taking into account the variability regarding to hen feeding in organic farms, the main objective of the present work is to categorise the egg quality of hens from organic and conventional farming using different quality parameters. Additionally, the effect of the type and age of the hen is evaluated in egg quality parameters.

Twenty series of conventional eggs and 15 of organic eggs, coming from Andalusia and Valencian Community, are analysed. Each series is composed by a mean of 18 eggs which are identified and whose external quality parameters (weight, egg shape index, shell colour, shell deposition rate, shell thickness and shell percentage) and internal quality parameters (Haugh units, dense albumen index, dense albumen percentage, total albumen percentage, yolk shape index, yolk colour and yolk percentage) are determined. In 12 eggs of each series, nutritional parameters are also determined (moisture, total mineral content, protein, yolk total carotenoids, fat and fatty acid profile).

Organic hens produce eggs with less weight, less rounded, with a higher deposition rate, shell percentage and yolk content. The shell colour and its thickness are not influenced by the husbandry system. The major fraction of crude protein in feed for hens of conventional systems influences the internal quality parameters, producing eggs with higher values of Haugh units, total albumen and a higher yolk shape index. The presence of artificial colouring in conventional animal feed is the reason for the higher orange colour intensity of the yolk. From a nutritional point of view, the eggs obtained

ABSTRACT

from conventional systems show higher protein, carotenoid and fat contents, being fatty acids, both saturated and unsaturated, predominant in these eggs. Organic animal feed formulations and free diet are responsible for organic hens laying eggs with higher proportion of unsaturated fatty acids and a lower concentration of carotenoids.

The hen type influences significantly in external, internal and nutritional quality parameters except in the form index, dens albumen, and moisture and ashes contents. Aged hens lay eggs with less intense shell colour, worse albumen and yolk quality and less protein and carotenoid content.

The quality parameters allow to classify eggs in different categories. A first group formed by eggs having a shell color and an index of moderate form, which is oppositely correspond to the eggs with increased shell thickness, shell percentage and rate of deposition of the shell, where most include eggs conventional production. A second group characterized by eggs showing a moderate egg yolk content as opposed to the parameters that define the quality of the albumen and color intensity of the yolk. A third group of eggs that are defined by high ash content that relate to a higher proportion of polyunsaturated fatty acids in opposition to the highest concentrations of carotenoids, fat percentage, percentage of saturated and monounsaturated fatty acids. Eggs from organic production are included in the second and in the third group.

Keywords: external quality, internal quality, nutritional quality, protein, fat, carotenoids, fatty acids

ÍNDICE

| | Página |
|---|--------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. EL SECTOR DEL HUEVO A NIVEL MUNDIAL, EUROPEO Y NACIONAL | 1 |
| 1.1.1. Importaciones y exportaciones en la comercialización de huevo | 3 |
| 1.1.2. Consumo de huevo a nivel mundial | 3 |
| 1.1.3. El sector productivo del huevo en España | 4 |
| 1.1.4. El consumo del huevo en España | 6 |
| 1.2. LA AVICULTURA DE PUESTA | 7 |
| 1.3. LOS DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE HUEVOS EN ESPAÑA | 10 |
| 1.3.1. Características de la producción convencional de huevos | 11 |
| 1.3.2. Características de la producción ecológica de huevos | 13 |
| 1.4. LA ESTRUCTURA Y LA COMPOSICIÓN DEL HUEVO | 17 |
| 1.4.1. Estructura y composición de la cáscara | 17 |
| 1.4.2. Estructura y composición del albumen | 19 |
| 1.4.3. Estructura y composición de la yema | 20 |
| 1.5. LA CALIDAD AGROALIMENTARIA | 20 |
| 1.5.1. Evolución del concepto de calidad de los alimentos en Europa | 20 |
| 1.5.2. Definición de producto agroalimentario de calidad | 21 |
| 1.6. LA CALIDAD DEL HUEVO | 22 |
| 1.6.1. Parámetros de calidad del huevo | 22 |
| 1.6.2. Parámetros de calidad externa del huevo | 23 |
| 1.6.3. Parámetros de calidad interna del huevo | 29 |
| 1.6.4. Parámetros de calidad nutricional del huevo | 32 |
| 1.6.5. Factores ambientales que afectan a la calidad del huevo después de la puesta | 33 |
| 1.7. VALOR NUTRICIONAL DEL HUEVO | 34 |
| 1.8. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y FISIOLÓGICAS DE LA GALLINA PONEDORA | 41 |
| 1.8.1. Característica de la gallina ponedora | 41 |
| 1.8.2. Razas de gallinas ponedoras | 41 |
| 1.9. LA PUESTA DE HUEVOS | 44 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 2. | OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO | 48 |
| 2.1. | OBJETIVOS | 48 |
| 2.2. | PLAN DE TRABAJO | 50 |
| 3. | MATERIAL Y MÉTODOS | 52 |
| 3.1. | MUESTRAS Y MATERIALES | 52 |
| 3.1.1. | Procedencia de las muestras de huevo | 52 |
| 3.1.2. | Equipos analíticos | 54 |
| 3.2. | METODOLOGÍA | 58 |
| 3.2.1. | Parámetros de calidad externa del huevo | 58 |
| 3.2.2. | Parámetros de calidad interna del huevo | 60 |
| 3.2.3. | Parámetros de calidad nutricional del huevo | 62 |
| 3.3. | ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 67 |
| 4. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 68 |
| 4.1. | RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LA CALIDAD DEL HUEVO | 69 |
| 4.1.1. | Resultados de calidad externa | 70 |
| 4.1.2. | Resultados de calidad interna | 83 |
| 4.1.3. | Resultados de calidad nutricional | 106 |
| 4.2. | RELACIONES ENTRE VARIABLES | 132 |
| 4.2.1. | Relaciones entre parámetros de calidad externa | 132 |
| 4.2.2. | Relaciones entre parámetros de calidad interna | 135 |
| 4.2.3. | Relaciones entre parámetros de calidad nutricional | 140 |
| 4.2.4. | Relaciones entre parámetros de calidad externa, interna y nutricional | 144 |
| 4.3. | TIPIFICACIÓN DEL HUEVO EN FUNCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD | 152 |
| 4.4. | ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES | 157 |
| 5. | CONCLUSIONES | 161 |
| 6. | BIBLIOGRAFÍA | 163 |
| 7. | ANEXO DE DATOS | 180 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Página |
|--|--------|
| Tabla 1. Proporción de gallinas alojadas en los diferentes sistemas de producción de huevos según el país de la UE en 2009 | 2 |
| Tabla 2. Evolución de los censos de gallinas alojadas en los diferentes sistemas productivos en España en el periodo 2009-2012 | 5 |
| Tabla 3. Dimensiones de la ganadería de puesta ecológica en las principales Comunidades Autónomas productoras de huevo en 2011 | 6 |
| Tabla 4. Comparación del sistema productivo según el procedimiento de cría en Francia en 2003 | 11 |
| Tabla 5. Dimensiones mínimas del alojamiento de gallinas ponedoras ecológicas | 15 |
| Tabla 6. Comparación del contenido y densidad nutricional de diferentes alimentos de origen animal | 34 |
| Tabla 7. Cantidad de aminoácidos esenciales en el huevo (en mg) y cantidad diaria recomendada (CDR). | 35 |
| Tabla 8. Propiedades y proporción de las proteínas funcionales del huevo (porcentaje en materia seca del huevo) | 36 |
| Tabla 9. Relación y contenido de los ácidos grasos presentes en el huevo | 36 |
| Tabla 10. Cantidades de vitaminas que aporta una ración de huevo y la relación dentro de la CDR | 38 |
| Tabla 11. Cantidades de minerales que aportan 100 g de huevo y la relación dentro de la CDR | 39 |
| Tabla 12. Resumen de la procedencia, el tipo de explotación y el número de las muestras | 53 |
| Tabla 13. Características de los tipos de gallina empleadas en los diferentes sistemas productivos. | 54 |
| Tabla 14. Resultados promedio y error estándar de los parámetros de calidad externa en función del sistema productivo, tipo y edad de la gallina | 70 |
| Tabla 15. Resultados del peso del huevo en gallinas <i>Hyline</i> e <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción | 72 |
| Tabla 16. Tabla 15. Resultados del índice de forma del huevo en gallinas <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción | 76 |
| Tabla 17. Resultados del índice de color de la cáscara del huevo en gallinas <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción | 79 |
| Tabla 18. Resultados del índice de deposición de la cáscara del huevo de las gallinas <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción | 82 |
| Tabla 19. Resultados del porcentaje de cáscara del huevo de las gallinas <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción | 82 |
| Tabla 20. Resultados de espesor de la cáscara del huevo de las gallinas <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción | 82 |
| Tabla 21. Resultados promedio y error estándar de los parámetros de calidad interna externa relacionados con el albumen del huevo en función del sistema productivo, tipo y edad de la gallina | 84 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|---|-----|
| Tabla 22. | Resultados de unidades Haugh del huevo en gallinas <i>Hyline</i> e <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción | 87 |
| Tabla 23. | Resultados de índice de albumen denso del huevo en gallinas <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción | 90 |
| Tabla 24. | Resultados del porcentaje de albumen denso del huevo en gallinas <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción | 92 |
| Tabla 25. | Resultados del porcentaje de albumen total del huevo en gallinas <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción | 93 |
| Tabla 26. | Resultados promedio y error estándar de los parámetros de calidad interna externa relacionados con la yema del huevo en función del sistema productivo, tipo y edad de la gallina | 94 |
| Tabla 27. | Resultados del índice de forma de la yema del huevo en gallinas <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción | 96 |
| Tabla 28. | Resultados de índice de color de la yema del huevo en gallinas <i>Hyline</i> e <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción | 100 |
| Tabla 29. | Resultados del color de la yema, medido con la escala Roche, del huevo en gallinas <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción | 101 |
| Tabla 30. | Resultados del porcentaje de yema (%) del huevo en gallinas <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción | 103 |
| Tabla 31. | Resultados promedio y error estándar de los parámetros de calidad nutricional relacionados con la humedad, cenizas, proteínas y carotenoides del huevo en función del sistema productivo, tipo y edad de la gallina | 107 |
| Tabla 32. | Resultados del contenido en humedad en la fracción comestible del huevo en gallinas <i>Hyline</i> e <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción | 109 |
| Tabla 33. | Resultados del contenido en minerales totales en la fracción comestible del huevo en gallinas <i>Hyline</i> e <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción | 111 |
| Tabla 34. | Resultados del contenido en proteínas totales en la fracción comestible del huevo en gallinas <i>Hyline</i> e <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción | 114 |
| Tabla 35. | Resultados del contenido en carotenoides de la yema del huevo ($\mu\text{g/g}$) en gallinas <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción | 118 |
| Tabla 36. | Resultados promedio y error estándar de los parámetros de calidad nutricional relacionados con el contenido en grasa, ácidos grasos saturados, ácidos grasos monoinsaturados y ácidos grasos poliinsaturados del huevo en función del sistema productivo, tipo y edad de la gallina | 119 |
| Tabla 37. | Resultados del contenido en grasa en la fracción comestible del huevo en gallinas <i>Hyline</i> e <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción | 122 |
| Tabla 38. | Resultados del contenido en ácidos grasos saturados (AGS), monoinsaturados (AGM) y poliinsaturados (AGPI) en la fracción comestible del huevo en gallinas <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción | 126 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|---|-----|
| Tabla 39. | Valores promedio del contenido en ácidos grasos saturados en función del sistema de producción | 129 |
| Tabla 40. | Valores promedio del contenido en ácidos grasos monoinsaturados en función del sistema de producción | 130 |
| Tabla 41. | Valores promedio del contenido en ácidos grasos monoinsaturados en función del sistema de producción | 130 |
| Tabla 42. | Matriz de correlaciones entre los parámetros de calidad externa | 133 |
| Tabla 43. | Modelos de regresión simple de parámetros de calidad externa en función del sistema productivo ecológico o convencional | 134 |
| Tabla 44. | Matriz de correlaciones entre los parámetros de calidad interna | 135 |
| Tabla 45. | Modelos de regresión simple de parámetros de calidad interna (unidades Haugh) en función del sistema productivo ecológico o convencional | 138 |
| Tabla 46. | Modelos de regresión simple de parámetros de calidad interna (porcentaje de albumen denso) en función del sistema productivo ecológico o convencional | 139 |
| Tabla 47. | Modelos de regresión simple de parámetros de calidad interna (índice de forma de yema) en función del sistema productivo ecológico o convencional | 139 |
| Tabla 48. | Modelos de regresión simple de parámetros de calidad interna (índice de forma de yema y color) en función del sistema productivo ecológico o convencional | 140 |
| Tabla 49. | Matriz de correlaciones entre los parámetros de calidad nutricional | 141 |
| Tabla 50. | Modelos de regresión simple de parámetros de calidad nutricional en función del sistema productivo ecológico o convencional | 143 |
| Tabla 51. | Matriz de correlaciones entre los parámetros de calidad externa frente a los parámetros de calidad interna y calidad nutricional | 145 |
| Tabla 52. | Matriz de correlaciones entre los parámetros de calidad interna frente a los parámetros de calidad nutricional | 150 |
| Tabla 53. | Autovalores de la función discriminante en la clasificación de los huevos, con el total de variables, en función del sistema de producción | 153 |
| Tabla 54. | Resultados de la clasificación de los sistemas de producción ecológico y convencional, con el total de variables | 153 |
| Tabla 55. | Autovalores de la función discriminante en la clasificación de los huevos, con las variables de calidad nutricional, en función del sistema de producción | 154 |
| Tabla 56. | Resultados de la clasificación de los sistemas de producción ecológico y convencional con las variables de calidad nutricional | 155 |
| Tabla 57. | Autovalores de la función discriminante en la clasificación de los huevos, con las variables mixtas de calidad, en función del sistema de producción | 156 |
| Tabla 58. | Resultados de la clasificación de los sistemas de producción ecológico y convencional con las variables mixtas de calidad | 156 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|--|-----|
| Tabla 59. | Valores de los parámetros de calidad externa de los huevos convencionales analizados | 180 |
| Tabla 60. | Valores de los parámetros de calidad externa de los huevos ecológicos analizados | 190 |
| Tabla 61. | Valores de los parámetros de calidad interna de los huevos convencionales analizados | 200 |
| Tabla 62. | Valores de los parámetros de calidad interna de los huevos ecológicos analizados | 210 |
| Tabla 63. | Valores de los parámetros de calidad nutricional de los huevos convencionales analizados | 217 |
| Tabla 64. | Valores de los parámetros de calidad nutricional de los huevos ecológicos analizados | 226 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Página |
|---|--------|
| Figura 1. Porcentaje de gallinas alojadas en los diferentes sistemas de producción en la UE en 2014 | 2 |
| Figura 2. Esquema de la estructuración de la avicultura de puesta | 8 |
| Figura 3. Gallinas criadas en jaula. Jaulas en baterías de 4 pisos (derecha) y detalle del comedero (izquierda) | 12 |
| Figura 4. Gallinas criadas en suelo | 13 |
| Figura 5. Gallinas camperas en la nave de interior | 13 |
| Figura 6. Instalaciones internas en naves de producción ecológica de huevos | 16 |
| Figura 7. Accesos al patio exterior en las granjas de producción de huevos ecológica | 16 |
| Figura 8. Clasificación de los parámetros de calidad del huevo | 23 |
| Figura 9. Huevos descartados por defectos en la cáscara | 26 |
| Figura 10. Características de la cáscara que afectan a su resistencia | 28 |
| Figura 11. Gallinas de las razas incluidas en el Programa de Conservación de Razas Españolas de Gallinas | 43 |
| Figura 12. Variables estudiadas en el huevo de producción ecológica y convencional, en función de los parámetros de calidad externa, interna y de calidad nutricional | 49 |
| Figura 13. Representación de la distribución de número de muestras, por tanda, en función de las determinaciones analíticas | 50 |
| Figura 14. Representación de la distribución de muestras congeladas a -18 °C, por tanda, en función de las determinaciones analíticas | 51 |
| Figura 15. Tamiz (1) y separador de clara y yema (2) | 54 |
| Figura 16. Balanza analítica de precisión ± 0.001 g | 55 |
| Figura 17. Mesa transparente para evaluación de calidad del huevo | 55 |
| Figura 18. Escala Roche para evaluar el color de la yema del huevo | 56 |
| Figura 19. Tornillo micrométrico de trípode | 56 |
| Figura 20. Equipo Soxhlet semiautomático para determinación de grasa | 57 |
| Figura 21. Cromatógrafo de gases para determinación del perfil lipídico de la grasa y detalle de las condiciones de lectura | 57 |
| Figura 22. Mediciones del colorímetro en la cáscara del huevo | 59 |
| Figura 23. Detalle de las fases en la extracción de los carotenoides del huevo | 65 |
| Figura 24. Peso promedio (g) del huevo entero y nivel de significación en función del sistema de producción | 71 |
| Figura 25. Peso promedio (g) del huevo entero y nivel de significación en gallinas <i>Hyline</i> e <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción. Letras diferentes, entre líneas de gallina, indican diferencias significativas al 95% de confianza | 73 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------|--|----|
| Figura 26. | Evolución del peso del huevo en función de la edad de la gallina convencional (semanas) | 74 |
| Figura 27. | Modelo de regresión lineal entre el peso del huevo y la edad de la gallina convencional | 74 |
| Figura 28. | Índice de forma del huevo entero y nivel de significación en función del sistema de producción | 75 |
| Figura 29. | Índice de forma óptimo (izquierda) e índice de forma alargado (derecha) | 77 |
| Figura 30. | Variabilidad en la tonalidad de marrones en el color de la cáscara del huevo | 78 |
| Figura 31. | Índice de color de cáscara del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción | 79 |
| Figura 32. | Modelo de regresión lineal entre el índice de color de la cáscara del huevo y la edad de la gallina convencional | 80 |
| Figura 33. | Índice de deposición de cáscara (izquierda) y porcentaje de cáscara del huevo (derecha) y nivel de significación en función del sistema de producción | 80 |
| Figura 34. | Unidades Haugh de la clara del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción | 85 |
| Figura 35. | Unidades Haugh de la clara del huevo y nivel de significación en función del tipo de gallina | 86 |
| Figura 36. | Unidades Haugh de la clara del huevo y nivel de significación en gallinas <i>Hylina</i> e <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción. Letras diferentes, entre líneas de gallina, indican diferencias significativas al 95% de confianza | 87 |
| Figura 37. | Modelo de regresión lineal entre las unidades Haugh del huevo y la edad de la gallina convencional | 88 |
| Figura 38. | Índice de albumen denso del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción | 88 |
| Figura 39. | Índice de albumen denso del huevo y nivel de significación en función del tipo de gallina | 89 |
| Figura 40. | Modelo de regresión lineal entre el índice de albumen denso del huevo y la edad de la gallina convencional | 90 |
| Figura 41. | Porcentaje de albumen denso del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción | 91 |
| Figura 42. | Porcentaje de albumen total del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción | 92 |
| Figura 43. | Índice de forma de la yema del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción | 95 |
| Figura 44. | Índice de forma de la yema del huevo y nivel de significación en función del tipo de gallina | 96 |
| Figura 45. | Modelo de regresión lineal entre el índice de forma de la yema del huevo y la edad de la gallina convencional | 97 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------|---|-----|
| Figura 46. | Índice de color de la yema (izquierda) y color de la yema según escala Roche (derecha) y nivel de significación en función del sistema de producción | 98 |
| Figura 47. | Color de la yema según escala Roche en función del tipo de gallina. Letras diferentes indican diferencias significativas al 95% de confianza | 99 |
| Figura 48. | Índice de color de la yema en función del tipo de gallina. Letras diferentes indican diferencias significativas al 95% de confianza | 99 |
| Figura 49. | Índice de color de yema en el huevo y nivel de significación en gallinas <i>Hyline</i> e <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción. Letras diferentes, entre líneas de gallina, indican diferencias significativas al 95% de confianza | 100 |
| Figura 50. | Porcentaje de yema total y nivel de significación en función del sistema de producción | 102 |
| Figura 51. | Porcentaje de yema (%) del huevo y nivel de significación en función del tipo de gallina | 102 |
| Figura 52. | Evolución del porcentaje de yema del huevo en función de la edad de la gallina convencional (semanas) | 104 |
| Figura 53. | Distribución porcentual de las fracciones mayoritarias del huevo en función del sistema productivo | 105 |
| Figura 54. | Distribución porcentual de las fracciones mayoritarias del huevo en función de la estirpe de gallina | 105 |
| Figura 55. | Humedad (%) de la fracción comestible del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción | 108 |
| Figura 56. | Minerales totales, expresados como cenizas (%) de la fracción comestible del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción | 110 |
| Figura 57. | Contenido en proteína (%) de la fracción comestible del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción | 112 |
| Figura 58. | Contenido en proteína (%) en la fracción comestible del huevo y nivel de significación en función del tipo de gallina | 113 |
| Figura 59. | Contenido en proteína (%) en el huevo y nivel de significación en gallinas <i>Hyline</i> e <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción. Letras diferentes, entre líneas de gallina, indican diferencias significativas al 95% de confianza | 114 |
| Figura 60. | Modelo de regresión lineal entre el contenido en proteína y la edad de la gallina convencional. | 115 |
| Figura 61. | Contenido en carotenoides ($\mu\text{g/g}$) de la yema del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción | 116 |
| Figura 62. | Contenido en carotenoides ($\mu\text{g/g}$) de la yema del huevo y nivel de significación en función del tipo de gallina | 117 |
| Figura 63. | Modelo de regresión lineal entre el contenido en carotenoides y la edad de la gallina convencional | 118 |
| Figura 64. | Contenido en grasa (%) de la fracción comestible del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción | 120 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------|--|-----|
| Figura 65. | Contenido en grasa (%) en la fracción comestible del huevo y nivel de significación en función del tipo de gallina | 121 |
| Figura 66. | Contenido en grasa (%) en el huevo y nivel de significación en gallinas <i>Hyline</i> e <i>ISABrown</i> en función del sistema de producción. Letras diferentes, entre líneas de gallina, indican diferencias significativas al 95% de confianza | 122 |
| Figura 67. | Contenido en ácidos grasos saturados (%) de la fracción grasa del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción | 123 |
| Figura 68. | Contenido en ácidos grasos saturados (%) de la fracción grasa del huevo y nivel de significación en función del tipo de gallina | 124 |
| Figura 69. | Contenido en ácidos grasos monoinsaturados (%) de la fracción grasa del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción | 124 |
| Figura 70. | Contenido en ácidos grasos monoinsaturados (%) de la fracción grasa del huevo y nivel de significación en función del tipo de gallina | 125 |
| Figura 71. | Contenido en ácidos grasos poliinsaturados (%) de la fracción grasa del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción | 125 |
| Figura 72. | Contenido en ácidos grasos poliinsaturados (%) de la fracción grasa del huevo y nivel de significación en función del tipo de gallina | 126 |
| Figura 73. | Distribución porcentual de las fracciones de los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados del huevo en función del sistema productivo | 127 |
| Figura 74. | Distribución porcentual de las fracciones de los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados del huevo en función de la estirpe de gallina | 128 |
| Figura 75. | Relaciones negativas entre el contenido en cenizas y la concentración en proteína, contenido en grasa y fracción de ácidos grasos monoinsaturados y positivas con la fracción de ácidos grasos poliinsaturados del huevo | 142 |
| Figura 76. | Relaciones entre el contenido en carotenoides y el peso del huevo en función del sistema productivo | 146 |
| Figura 77. | Relaciones entre el índice de color de yema y el color de la cáscara del huevo en función del sistema productivo | 147 |
| Figura 78. | Relaciones entre el contenido en cenizas y el color de la cáscara del huevo en función del sistema productivo | 148 |
| Figura 79. | Relaciones entre el contenido en proteína y unidades Haugh; y proteína e índice de albumen denso en función del sistema productivo | 150 |
| Figura 80. | Relaciones entre el contenido en carotenoides y el índice de color de la yema en función del sistema productivo | 151 |
| Figura 81. | Diagrama de dispersión en la clasificación de las tandas de huevos en función del sistema de producción de huevos (convencionales y ecológicos) con el total de las variables | 154 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------|--|-----|
| Figura 82. | Diagrama de dispersión en la clasificación de las tandas de huevos en función del sistema de producción de huevos (convencionales y ecológicos) con las variables de calidad nutricional | 155 |
| Figura 83. | Diagrama de dispersión en la clasificación de las tandas de huevos en función del sistema de producción de huevos (convencionales y ecológicos) con las variables mixtas de calidad | 157 |
| Figura 84. | Gráfico de dispersión de los pesos de los componentes principales de todos los parámetros de calidad del huevo | 158 |
| Figura 85. | Gráfico de dispersión de los pesos de los componentes principales de todos los parámetros de calidad externa del huevo | 159 |
| Figura 86. | Gráfico de dispersión de los pesos de los componentes principales de todos los parámetros de calidad interna del huevo | 160 |
| Figura 87. | Gráfico de dispersión de los pesos de los componentes principales de los parámetros de calidad nutricional del huevo | 160 |

1. INTRODUCCIÓN

1.1. EL SECTOR DEL HUEVO A NIVEL MUNDIAL, EUROPEO Y NACIONAL

A nivel mundial, la producción de huevos de gallina se concentra mayoritariamente en Asia (58.6%), América (20.4%) y Europa (16%), siendo la producción mundial en el año 2013 de 68 millones de toneladas de huevos, aproximadamente (<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QL/S>).

La producción y el consumo de huevo en cascarón aumenta cada año en la mayoría de países en todo el mundo, el comercio internacional es relativamente insignificante excepto en Europa, donde se producen importaciones y exportaciones dentro del espacio comunitario.

El 36% de los huevos se producen en China, alrededor del 70% de la producción mundial está concentrada en 10 países: China, EEUU, India, Japón, México, Rusia, Brasil, Indonesia, Francia y Turquía. Si se considera Europa como una única zona productora, concretamente la Europa de los 27, su producción estaría alrededor de 6.9 millones de toneladas de huevos, lo que la situaría entre China y EEUU. En el período de 2000 al 2009 se observa un importante crecimiento de la producción en países como India (66%), Indonesia (65%), Méjico (33%) y Brasil (32%). Los países que más aumentaron su producción fueron los dos países que ya contaban con altas producciones, China y EEUU, que aumentaron en 4 millones y 1 millón de toneladas, respectivamente, su producción.

En la UE, existen 363 millones de gallinas ponedoras censadas (European Commission, 2010; Eurostat, 2011), de las cuales el 56% están alojadas en jaulas, el 26% en sistemas de cría en suelo, el 14% en sistemas de tipo campero y el 4% se crían siguiendo los criterios establecidos por la producción ecológica (European egg processor association, 2015) (figura 1).

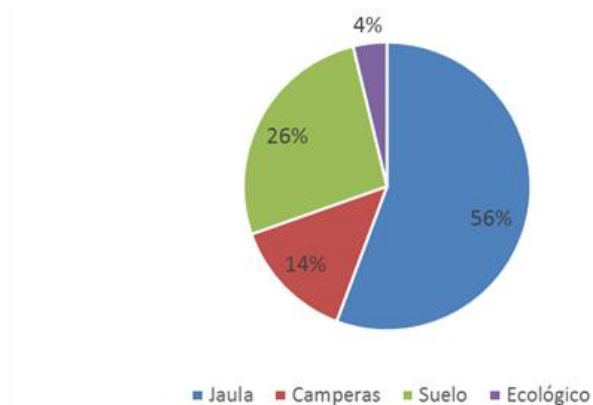


Figura 1. Porcentaje de gallinas alojadas en los diferentes sistemas de producción en la UE en 2014.

La proporción de gallinas ponedoras en los diferentes sistemas de alojamiento es muy diferente según el país que se considere, en Francia, España e Italia la mayoría de gallinas están alojadas en jaulas, en Reino Unido la proporción de gallinas camperas y en jaula es muy similar, entorno al 50% y en Países Bajos y Alemania, la mayoría de gallinas están alojadas en suelo. En orden decreciente, los países con mayor proporción de gallinas criadas en un sistema ecológico son Alemania, Francia, Países Bajos, Reino Unido, Italia y España (tabla 1). En los países de la Unión europea se observa un aumento de la producción de huevos ecológicos, siendo del 3.7% en 2012 y del 4% en 2014, así como de huevos camperos y huevos procedentes de gallinas criadas en jaula, mientras que la producción de huevos en jaulas ha disminuido en los últimos años pasando del 57.8% de 2012 al 56% en 2014 (European Egg processor association, 2015).

Tabla 1. Proporción de gallinas alojadas en los diferentes sistemas de producción de huevos según el país de la UE en 2009.

| | Jaula | Suelo | Campera | Ecológico |
|--------------|-------|-------|---------|-----------|
| Reino Unido | 42.9 | 4.1 | 50 | 2 |
| Francia | 77.7 | 3.9 | 13.4 | 5.1 |
| España | 97.6 | 1.0 | 1.3 | 0.1 |
| Italia | 71.2 | 25.8 | 0.8 | 2.1 |
| Alemania | 16.8 | 61.8 | 14.2 | 7.2 |
| Países Bajos | 10 | 67 | 18 | 5 |

En general, una parte de la producción de huevos se destina a la fabricación de ovoproductos, los principales productores de esta industria son Italia, que siendo el cuarto productor de huevos, destina el 40% a la industria alimentaria, fundamentalmente a la fabricación de pasta con huevo, Alemania industrializa el 38% de su producción, Francia el 36%, Países Bajos el 27% y Reino Unido el 23% (Magdeleine y Braine, 2010).

1.1.1. Importaciones y exportaciones en la comercialización de huevo

La importación y la exportación de huevos pueden estar condicionadas, entre otros factores, por los gustos de los consumidores, el precio del huevo en el mercado interior y en el extranjero, los costes de transporte de un país a otro.

En 2011, el país que más huevos importó fue Alemania, alrededor del 30% de las importaciones a nivel mundial las realiza este país, otros países con importantes importaciones son Irak (13%), Países Bajos (11%), China (8%), el resto de países tienen importaciones inferiores al 5%. Es importante destacar que siendo Alemania el mayor importador de huevos, este producto no se encuentra entre los 20 productos que más se importan en Alemania, se trata de un país que importa una gran variedad y cantidad de alimentos. El valor medio de las importaciones es 2150 dólares por cada tonelada de huevo, este valor varía dependiendo del país, por ejemplo, Rusia paga 5690 \$/tonelada, México 3820 \$/tonelada, mientras que países como Italia, República Checa, Bélgica y Alemania pagan entre 1500 y 2000 \$/tonelada (FAOSTAT, 2012a).

Paradójicamente, Alemania también es el país que más huevos exporta a nivel mundial, alrededor del 23% de los huevos que se exportan son huevos alemanes, otros países con alta tasa de exportación son Países Bajos (13%), la Federación Rusa (11%), China y Hong Kong (9%), Francia (9%), Singapur (6%), Bélgica (6%) e Irak (6%), el resto de países tienen exportaciones que representan menos del 5% de la exportación total de huevos en el mundo. El valor promedio de las exportaciones es 3084 \$/tonelada, aunque este valor varía dependiendo del país, por ejemplo, Emiratos Árabes exportan la tonelada de huevo a 17625 \$, Polonia a 6903 \$, Suiza a 5781 \$, Italia a 4777 \$, mientras que Francia exporta huevos por valor de 921 \$/tonelada y Austria por valor de 1634 \$/tonelada.

Es interesante comparar la relevancia de las importaciones y las exportaciones en los países más destacados, por ejemplo, en el caso de Alemania, pese a ser el mayor importador y exportador de huevos en el mundo, su balanza comercial es negativa porque importa más huevos de los que exporta.

1.1.2. Consumo de huevo a nivel mundial

El consumo de huevo varía dependiendo de la zona o el país, por ejemplo en Japón se consumen en promedio 300 huevos por persona y año, en EEUU y Europa se consumen anualmente entre 230 y 240 huevos, por persona y en la mayoría de países de Asia y África se consume por persona menos de 100 huevos al año (Magdelaine y

1. INTRODUCCIÓN

Braine, 2010). Los datos consultados acerca del consumo no incluyen la ingesta de huevos en forma de ovoproductos, cada día más presentes en bollería industrial y platos precocinados.

A nivel mundial los huevos son junto a la carne de ave y de cerdo, los alimentos que más han aumentado su contribución para cubrir las necesidades proteicas de la población en los últimos 20 años, ya que han aumentado en un 27.27%, 22.50% y 47.34%, respectivamente. El aporte proteico de la carne de vacuno ha disminuido un 10.86% y la leche ha aumentado un 5.28%. En la UE, se consumen alrededor de 12 kg de huevos al año por persona (Eurostat, 2011).

Los factores que influyen en el consumidor a la hora de comprar un huevo son el precio, el tamaño del huevo, la calidad y el sistema productivo (Cepero, 2007). En España, Alemania e Italia el 25% de los consumidores basan su compra en la calidad del huevo, mientras que en Reino Unido es el sistema productivo el criterio más importante a la hora de elegir unos huevos u otros.

1.1.3. El sector productivo del huevo en España

La producción de huevos en España supuso en 2014, 783.2 millones de euros lo que corresponde al 4.86% de la producción final ganadera en España. Del total producido en España en 2012 aproximadamente el 15% se destinó a la exportación mientras que el 85% restante se empleó en el consumo interior. De este 85%, el 73% se destinó al consumo dentro del hogar y el 27% restante en restauración (MAGRAMA, 2015a).

El sector productivo de huevos está organizado en cuatro tipos de explotaciones, las granjas de selección, de multiplicación, de cría o recria y de producción (FAOSTAT, 2012b). En España estas granjas se distribuyen de manera muy heterogénea. Las granjas de cría y las de producción suelen estar próximas geográficamente ya que se facilita el transporte de las ponedoras cuando tienen alrededor de 14 semanas. No todas las Comunidades Autónomas tienen granjas de selección, este tipo de explotación tiene por objetivo la selección genética de individuos para obtener la mejor línea de productoras posible. En España, en 2014, el número de granjas existentes es de; 10 granjas de selección, 57 granjas de multiplicación, 330 explotaciones de cría y 1172 granjas dedicadas a producción de huevos (MAGRAMA, 2015a).

De un total aproximado de 37 millones y medio de gallinas ponedoras censadas en 2012 en España, el 99.92% estaban alojadas en sistemas convencionales, en jaula el

1. INTRODUCCIÓN

93.45%, en suelo el 3.88% y bajo el sistema campero el 2.57% y el 0.08% en sistema ecológico (tabla 2). La producción ecológica de huevos es muy pequeña comparada con la producción de huevos convencionales, sin embargo, desde 2009 a 2011 el incremento de explotaciones fue del 20%, aunque en 2012 sufrió una disminución del 12.6% (MAGRAMA, 2012a).

Tabla 2. Evolución de los censos de gallinas alojadas en los diferentes sistemas productivos en España en el periodo 2009-2012.

| | Año | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|
| | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
| Censo de gallinas ponedoras en jaulas | 40162446 | 41351967 | 43043653 | 35075302 |
| Censo de gallinas ponedoras en suelo | 395209 | 260696 | 336810 | 1454418 |
| Censo de gallinas ponedoras camperas | 534184 | 661920 | 794038 | 965967 |
| Censo de gallinas ponedoras ecológicas | 27284 | 28269 | 34223 | 29896 |
| Censo total de gallinas ponedoras | 41119123 | 42302852 | 44208724 | 37525583 |

Los huevos pueden destinarse al consumo en fresco, pero también a la elaboración de ovoproductos que supone el 17% (Castelló *et al.*, 2010). Los huevos ecológicos no se suelen vender a la industria alimentaria porque el precio es menor al de la venta al consumidor y porque normalmente las explotaciones ecológicas no suelen tener excedentes, sí que se destinan a industria alimentaria aquellos rotos o fisurados que luego sufrirán un proceso térmico que evite el riesgo de contaminación.

En 2013 en España, las Comunidades Autónomas con mayor producción de huevos son Castilla-La Mancha, (26.2%), Castilla-León (17.2%), Aragón (11.8%) Cataluña (8.3%), Comunidad Valenciana (7.8%), Andalucía (7%) y Galicia (5%) (MAGRAMA 2015a).

Los datos más recientes respecto a la producción ecológica por Comunidad Autónoma corresponden a 2011 (tabla 3), se puede observar que el número de explotaciones no está relacionado con el censo de las gallinas, ni con la magnitud de la producción de huevos, por ejemplo Galicia en las 4 explotaciones censadas se produce aproximadamente el 42% de la producción total en España de huevos ecológicos mientras que en las 21 explotaciones de Andalucía se produce el 3% de la producción total española. En Baleares hay inscritas 57 explotaciones dedicadas a la producción de huevos, es decir el 39% de las explotaciones de este tipo en España, pero en ellas están

1. INTRODUCCIÓN

alojadas el 3% de las gallinas de puesta ecológicas que ponen el 6.9% de los huevos ecológicos producidos en España en 2011 (MAGRAMA, 2012b).

Tabla 3. Dimensiones de la ganadería de puesta ecológica en las principales Comunidades Autónomas productoras de huevo en 2011.

| | Número de explotaciones | Censo de gallinas | Producción anual de huevos (docenas) |
|--------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| Andalucía | 21 | 84880 | 23395 |
| Aragón | 1 | 6000 | No hay datos |
| Baleares | 57 | 3584 | 53470 |
| Castilla-La Mancha | 2 | 1705 | No hay datos |
| Castilla-León | 4 | 2215 | 3834 |
| Cataluña | 10 | 23246 | 107850 |
| C. Valenciana | 3 | 62067 | 3040 |
| Islas Canarias | 19 | 8914 | 4119 |
| Galicia | 4 | 24150 | 325898 |
| País vasco | 15 | 9491 | 9100 |
| Navarra | 1 | 5258 | No hay datos |
| Murcia | 1 | 1200 | 7000 |
| Total de España | 146 | 111458 | 772441 |

1.1.4. El consumo del huevo en España

El huevo es un alimento que en España se consume de forma muy habitual, siendo un componente básico de la dieta mediterránea. Entre los años 1950-1960 el consumidor percibía el huevo como un alimento que era fuente de proteínas animales y su consumo era valorado. Sin embargo, entre 1960-1970 el consumo decreció porque se creía que su consumo era un factor de riesgo a la hora de padecer enfermedades cardiovasculares.

La evolución en el consumo de huevos a partir de los años 80 se ha visto condicionada por los cambios de hábitos en la alimentación, por el precio del huevo y por la preocupación por seguir una dieta saludable. El consumo de huevos total ha disminuido un 1.3% de 2008 a 2013, en 2008 el consumo per cápita de huevos era de 8.86 kg de huevo, es decir, 140 huevos por persona y año. En 2013, en España el consumo de huevos fue de 8.67 kg per cápita lo que corresponde a 138.13 huevos por persona y año, de los cuáles 119 huevos fueron de tipo convencional, 15.51 huevos

1. INTRODUCCIÓN

fueron ecológicos y 3.25 huevos fueron de especies de aves diferentes a las gallinas. En este periodo de tiempo ha aumentado el consumo de huevos ecológicos, en 2008 el 2% del total de huevos consumidos per cápita en España eran ecológicos mientras que en 2013 este consumo supuso el 11% del total (MAGRAMA, 2013).

En un estudio realizado en el 2008, el 80% de los encuestados situaban al huevo como el tercer alimento más aceptado, después de las patatas y el pan, sin embargo en la dieta el consumo de huevo no superaba el 10% del total de alimentos (Díaz y Gómez, 2008).

Los criterios en los que se basa el consumidor español cuando compra huevos, son por orden de importancia, frescura, seguridad, alimentación animal, forma de cría, origen, información de la etiqueta, impacto ambiental, precio, tipo de envase y, en última posición, la imagen de marca, de hecho el 91% no compra una marca determinada. Alrededor del 20% de los consumidores encuentran aspectos negativos en el consumo de huevo, alrededor del 75% relacionados con aspectos nutricionales, alrededor del 5% relacionados con la posibilidad de infección por *Salmonella* y entorno al 10% lo relacionan con características sensoriales como gusto y olfato (Cepero, 2007; EFSA, 2010).

1.2. LA AVICULTURA DE PUESTA

La avicultura de puesta es uno de los sistemas de producción animal más estructurados en los países industrializados tal y como los define la FAO. Actualmente, existen seis empresas en todo el mundo que producen las gallinas selectas, es decir, los híbridos de estirpes de gallinas seleccionadas según los parámetros productivos que demandan los productores de huevos. Los países donde se encuentran estas empresas son EEUU, Holanda, Gran Bretaña, Canadá, Japón, Francia e Israel (Castelló *et al.*, 2010). Las empresas no dan a conocer con exactitud cómo han llegado a obtener su producto por cuestiones de competencia, de manera que no se sabe exactamente qué estirpes de gallinas se utilizan en los cruces. La selección puede realizarse mediante la reproducción de los individuos que muestran las características deseadas, por ejemplo, de un lote de gallinas se reproducen los individuos que muestran menor agresividad. Otra manera de seleccionar los individuos es mediante ingeniería genética, en ambos casos, la selección mediante cruces o mediante ingeniería requiere unos conocimientos muy importantes de la transmisión de caracteres genéticos.

1. INTRODUCCIÓN

Las empresas seleccionadoras venden gallinas con características determinadas a nivel productivo, por ejemplo, la tasa de mortalidad, la fertilidad, la incubabilidad, la resistencia a los agentes patógenos, la edad a la que alcanzan la madurez sexual, el pico de producción, la persistencia de puesta, la eficacia en el consumo de pienso, el peso corporal, el índice de transformación, los huevos puestos en el suelo, etc. La selección de la gallina también se puede llevar a cabo en función de la calidad del huevo que producirá su descendencia, así se venden estirpes híbridas que aseguran una determinada característica como el peso del huevo, el espesor cáscara, el color y uniformidad de la cáscara, la ausencia de anomalías de la cáscara, las unidades Haugh y la ausencia de manchas de sangre y carne.

Las empresas venden las gallinas resultantes de las granjas de selección a las granjas de reproducción cuando tienen un día de vida, se las denomina “abuelas de un día” (figura 2). En las granjas de multiplicación se reproducen las aves y se obtienen los padres de las gallinas ponedoras. Éstos se reproducen en las granjas de multiplicación colaboradora dando lugar a las pollitas de un día, que serán las productoras de huevo comercial.

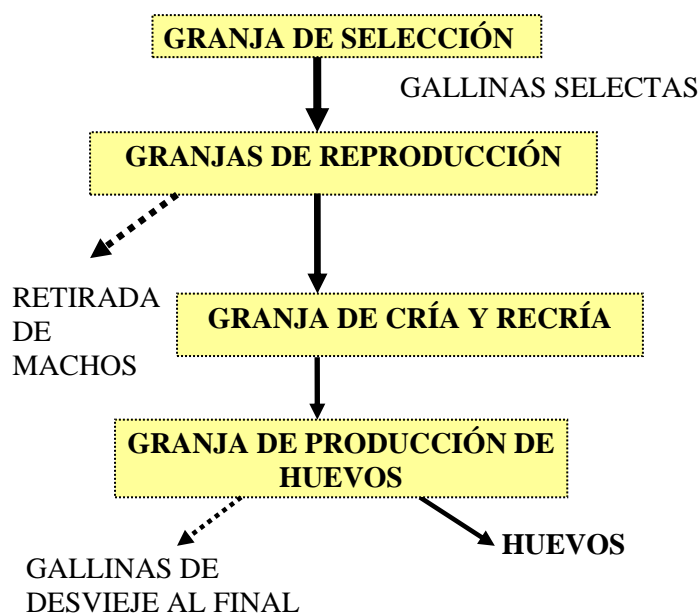


Figura 2. Esquema de la estructuración de la avicultura de puesta.

Las granjas de reproducción son diferentes a las granjas de selección porque el objetivo que persiguen es diferente, en una se seleccionan a los individuos y en la otra el objetivo es obtener individuos sanos que pasen a la fase productiva. Además, las granjas

1. INTRODUCCIÓN

de selección se encuentran en seis países, mientras que las granjas de multiplicación de abuelas se localizan en el país de origen de la estirpe o en país de destino y las granjas de multiplicación colaboradoras en el país de destino.

Las pollitas de un día pasan a la granja de cría y recría hasta que tienen 14-18 semanas, que es cuando empiezan a poner huevos y entonces se trasladan a las granjas de producción. Las granjas de cría y recría de gallinas ponedoras suelen localizarse en la misma región donde se encuentra la granja de producción de huevos. Dependiendo del tipo de huevo que se comercialice, variará las instalaciones y el manejo de las pollitas. En cualquier caso, cuando las gallinas finalizan su ciclo productivo, es decir, cuando producen huevos por debajo del límite que marca el productor, se las denomina gallinas de desvieje y se envían a matadero. En todos los tipos de producción de huevos, las aves se manejan siguiendo el sistema ‘todo dentro-todo fuera’, es decir, el lote de gallinas que inicia el ciclo productivo es el mismo lote que acabará en el matadero, entre dos lotes se realiza un vacío sanitario que permite la limpieza y la desinfección de las instalaciones, y se evita en la medida de lo posible, mezclar lotes de diferentes granjas.

Existen algunos parámetros que permiten evaluar el rendimiento del grupo de aves en la producción de huevos (Castelló *et al.*, 2010).

➤ La mortalidad durante toda la puesta suele estar entorno al 5% y 7%, lo que representa un 0.08% y 0.12% semanal. Normalmente la mortalidad es menor en la primera mitad del ciclo de puesta. Es importante retirar diariamente los cadáveres y realizar inspecciones periódicas del estado sanitario de las gallinas, para eliminar aquellas que presenten un aspecto enfermizo o no estén poniendo para que si se trata de un proceso infeccioso no afecte a las demás gallinas.

➤ La curva de puesta refleja el porcentaje de puesta por gallina y día, se calcula dividiendo el número de huevos producidos por lote, en una semana, por el número promedio de gallinas en la nave durante ese periodo. Para cada estirpe comercial existe una curva de puesta esperada que permite comparar los resultados de la granja (Buxadé *et al.*, 1995).

➤ El peso del huevo es un criterio económico fundamental para el productor de huevos, precisándose un equilibrio en el mismo. Los huevos pequeños disminuyen el rendimiento económico del grupo mientras que huevos excesivamente grandes aumentan el número de huevos rotos y fisurados.

1.3. LOS DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE HUEVOS EN ESPAÑA

En España, la avicultura sufrió un gran cambio a partir de 1950, pasando de una avicultura tradicional, basada en la cría de gallinas para producir huevos de autoconsumo, a una avicultura industrial, que emplea gallinas selectas, convirtiéndose en el sistema estructurado actual.

El parque de aves de autoconsumo no tiene una estructura definida, Castelló *et al.* (2010) las define como “*gallinas de cortijo, caserío o de payés, generalmente de razas autóctonas, aunque también podrían tener un buen patrimonio genético, pero en todo caso alojadas, alimentadas y manejadas en condiciones deficientes y correteando por el campo*”. Esta definición no es ajustada ya que se presupone que las condiciones son deficientes y no tiene por qué ser así, lo que sí es cierto es que no existe un tipo concreto de alojamiento y alimentación, normalmente se tienen en pequeños corrales y se les da de comer los restos vegetales de la propia producción de la finca, apoyadas por algo de granos. Los productores de huevos para autoconsumo también emplean estirpes híbridas, ya que su producción es mayor a las de las razas autóctonas, esto ha hecho que se hayan perdido algunas razas ya que los conservadores de las razas locales suelen ser los ganaderos de la zona que por diversas razones siguen criando esas gallinas. Muchos de los criadores de gallina en casa, también tienen gallos por lo que la producción deja de ser exclusivamente de huevos y también crían pollitos y pollitas. Es importante destacar que la producción de huevos para autoabastecimiento no debe confundirse con los huevos ecológicos, cuyo destino es comercial y cumplen con la normativa europea de producción ecológica.

Todos los productores de huevos deben tener unos registros (Reglamento (CE) 589/2008) respecto al sistema de cría de las gallinas, dónde debe figurar:

- la fecha de instalación, la edad en el momento de la instalación y el número de gallinas ponedoras,
- la fecha de sacrificio y el número de gallinas sacrificadas,
- la producción diaria de huevos,
- el número y/o el peso de los huevos vendidos diariamente o entregados diariamente por otros medios,
- los nombres y apellidos y las direcciones de los compradores.

1. INTRODUCCIÓN

Además, si en el etiquetado de los huevos el productor indica el sistema de alimentación debe registrar según cumplimiento del Reglamento (CE) 852/2004:

- la cantidad y el tipo de piensos suministrados o mezclados en la explotación,
- la fecha de la entrega del pienso de conformidad.

Chalimbaud (2003) evaluó los índices más importantes para estimar los costes de producción de las granjas de producción en función del sistema de cría, en Francia (tabla 4). Se observa que, bajo el modelo de producción en jaula, se alarga los días de puesta de las gallinas entre 26 y 28, elevando con ello el número de huevos producidos por ave alojada entre 34 a 38. El precio de la pollita de producción ecológica es el más alto, al igual que el del pienso para alimentar a las gallinas ecológicas, pero estas diferencias se ven compensadas con el precio de venta del huevo.

Tabla 4. Comparación del sistema productivo según el procedimiento de cría en Francia en 2003.

| Índices | Ecológico | Camperos | Suelo | Jaula |
|--------------------|-----------|----------|-------|-------|
| Días de puesta | 321 | 322 | 319 | 348 |
| Huevos/ave alojada | 257 | 259 | 260 | 294 |
| kg pienso/kg huevo | 2.69 | 2.42 | 2.48 | 2.12 |
| Precio pollita (€) | 4.15 | 3.29 | 3.45 | 3.14 |
| Precio pienso (€) | 0.38 | 0.21 | 0.20 | 0.18 |
| Precio huevo (€) | 1.87 | 0.97 | 0.87 | 0.75 |

1.3.1. Características de la producción convencional de huevos

Se entiende por sistema de producción convencional aquel que no es ecológico, y donde la intensidad de la luz, la temperatura y la ventilación están intervenidas. Este tipo de producción permite la muda forzada, el corte de picos en polluelos menores de 10 días, la vacunación y tratamientos antibióticos preventivos, el uso de pienso con productos modificados genéticamente, los suplementos vitamínicos y de minerales del pienso con el objetivo de maximizar la producción de huevos. En todos los modelos de producción convencional de huevos, debe haber como mínimo un nido por cada 7 gallinas, el aseladero debe ser de 15 cm/gallina y la superficie de la yacija supera los 250 cm² por gallina (Directiva 1999/74/CE).

Las gallinas ponen una media de 295-305 huevos al año, lo que supone una producción de 18.8 kg de huevo por gallina al año y un peso medio del huevo de 63.5 g. Durante las primeras 20 semanas de vida, las gallinas consumen alrededor de 7.5 kg de pienso total y cuando inician la producción consumen 120 g/día. Durante el periodo de puesta, a lo largo del ciclo productivo, las gallinas pasan de pesar 1.6 kg a pesar 2 kg.

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del sistema convencional se puede clasificar la producción de huevos según el tipo de alojamiento donde estén las gallinas:

➤ Gallinas criadas en jaula: En este sistema, las gallinas están alojadas en jaulas o baterías, de manera que se rentabiliza mucho el espacio, porque permite criar gallinas en vertical (figura 3). Este sistema ha sufrido modificaciones recientes, porque a partir de enero de 2012, todas las jaulas han debido ser sustituidas por jaulas denominadas enriquecidas que cumplen la Directiva 1999/74/CE, esta normativa nace de la preocupación de los consumidores europeos por el bienestar animal y aunque se publicó el 19 de julio de 1999 le fecha límite para que todas las explotaciones de gallinas criadas en jaulas instalasen las jaulas enriquecidas fue enero de 2012. En las jaulas enriquecidas las gallinas ponedoras deben disponer de al menos 550 cm² de superficie de la jaula por gallina, el comedero y bebedero deben estar a disposición sin restricciones, su longitud debe ser de al menos 10 cm, multiplicada por el número de gallinas en cada jaula. Las jaulas deben tener una altura de al menos 40 cm sobre un 65% de la superficie de la jaula y no menos de 35 cm en ningún punto y estar provistas de dispositivos de recorte de uñas adecuados. El suelo debe soportar de manera adecuada cada uno de los dedos anteriores de cada pata. Los huevos se recogen de forma continua mediante una cinta transportadora.



Figura 3. Gallinas criadas en jaula. Jaulas en baterías de 4 pisos (derecha) y detalle del comedero (izquierda).

➤ Gallinas criadas en suelo (figura 4): Las gallinas criadas en suelo son aquellas que están en una nave sin acceso al exterior, pero que no están alojadas en jaulas, la temperatura, la ventilación y la iluminación son artificiales. La densidad debe ser como máximo de 9 gallinas/m². Los huevos se recogen diariamente entrando a la nave y accediendo a los nidos.



Figura 4. Gallinas criadas en suelo.

- Gallinas camperas: Son aquellas gallinas criadas en explotaciones con nave interior (figura 5), pero que tienen acceso a un patio externo, éste debe tener una superficie apropiada con respecto a la densidad de gallinas que los ocupen y a la naturaleza del suelo y estar provisto de bebederos adecuados y de refugios contra la intemperie y los predadores. La densidad de las gallinas no debe superar las 9 gallinas/m².



Figura 5. Gallinas camperas en la nave de interior.

1.3.2. Características de la producción ecológica de huevos

La producción ecológica de gallinas ponedoras debe cumplir lo dispuesto en Reglamento (CE) 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y el Reglamento (CE) 889/2008 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del precedente.

La normativa que regula la producción ganadera ecológica exige:

- Un nivel elevado de bienestar animal que respete las necesidades fisiológicas y de comportamiento propias de cada especie.

1. INTRODUCCIÓN

- La alimentación debe basarse en ingredientes procedentes de agricultura ecológica y sustancias agrarias naturales. El objetivo de la alimentación debe ser garantizar la calidad de la producción y cubrir los requisitos de los animales.
- La sanidad de los animales se basa en la prevención, se centra en el buen manejo para evitar en la medida de lo posible la utilización de medicamentos alopáticos. Se da preferencia a la utilización de tratamientos homeopáticos y fitoterapéuticos.
- Las mutilaciones rutinarias están prohibidas, sólo podrán realizarse bajo autorización expresa de la autoridad competente y por motivos de salud, bienestar o higiene de los animales.
- La utilización preferentemente de razas o linajes autóctonos, se deben elegir aquellos animales que tengan mejor adaptación a las condiciones ambientales.

En el caso de las gallinas destinadas a la producción de huevos ecológicos se emplean las líneas híbridas como Isa Brown, Hosex brown, Shaver 579, Hy-Line Brown, Hubbard Golden Comet, Lohman o Hendrix Bovans. Este tipo de gallinas son el resultado de un proceso de selección y mejora genética, que tiene como objetivo maximizar la producción de huevos en jaulas, lo que puede dar algunos problemas. Por una parte, la eficiencia de la dieta es menor porque las dietas ecológicas son normalmente menos concentradas que los piensos convencionales y este tipo de gallinas están seleccionadas para recibir unos piensos con características muy concretas, por otra parte, estas aves suelen tener un instinto para anidar reducido, por lo que pueden tener problemas a la hora de poner los huevos en suelo y son más sensibles a cualquier cambio ambiental, lo que puede desencadenar picaje de plumas o episodios de canibalismo (Sørensen, 2001). Aunque puede parecer poco razonable el uso de las líneas híbridas en producción ecológica, en la actualidad se emplean porque las razas autóctonas tienen niveles de puesta menores, las razas híbridas en sistema ecológico producen, el primer año en promedio, unos 250 huevos por gallina y año. Además las razas autóctonas suelen tener un mayor índice de canibalismo, mayor tendencia a saltar los cercados, y mayor probabilidad de quedar cluecas (Pont, 2006). Actualmente lo más viable para el productor ecológico es el empleo de las líneas híbridas.

Para prevenir la aparición de enfermedades durante la producción, si las gallinas se compran con menos de 3 días se ha de recurrir al veterinario para que realice un plan de vacunación adecuado a las condiciones de la granja. Las pollitas ecológicas o convencionales que se compran con una edad comprendida entre 14 y 18 semanas ya están vacunadas.

1. INTRODUCCIÓN

El Reglamento (CE) 1804/1999 limita las dimensiones de cada gallinero a un máximo de 3000 ponedoras, pudiendo tener cada granja un número indefinido de gallineros. En la práctica se tiende a instalar gallineros menores, en la zona de Andalucía las granjas comerciales tienen gallineros con una capacidad de 1000 a 1500 gallinas, mientras que en Cataluña y Valencia la tendencia es a construir gallineros para aproximadamente 800 animales (Pont, 2006).

La tabla 5 muestra las limitaciones más importantes en relación a las dimensiones de la zona de cubierta, la percha, el nido y la zona al aire libre de obligado cumplimiento para las explotaciones de puesta ecológicas.

Tabla 5. Dimensiones mínimas del alojamiento de gallinas ponedoras ecológicas.

| Zona cubierta | Percha | Nido | Zona aire libre |
|---------------------------|---------------------|--|--------------------------|
| 6 animales/m ² | 18 cm percha/animal | 120 cm ² /ave o 7 gallinas/nido | 4 m ² /animal |

Otras limitaciones que deben cumplir las explotaciones de puesta ecológicas son:

- La luz natural puede complementarse con luz artificial hasta un máximo de 16 horas de luz, respetando las 8 horas de oscuridad ininterrumpidas.
- Es posible realizar la muda inducida.
- La rotación de los animales, ésta debe ser anual, 6 meses más 6 meses.
- El cobertizo o zona cubierta debe tener como mínimo un tercio de la superficie con cama de paja, virutas, arena o turba (figura 6).
- El acceso a la zona al aire libre debe estar siempre disponible, excepto si las condiciones climatológicas son adversas, por lo que el gallinero debe estar provisto de una entrada y salida como mínimo de 4 metros lineales por cada 100 m² de superficie del local (figura 7).
- La zona al aire libre debe estar cubierta de vegetación y dotada de instalaciones de protección, así como de bebederos y comederos de fácil acceso.
- Se debe ir rotando la zona al aire libre para garantizar el acceso a vegetación y también para evitar problemas sanitarios, sobre todo parasitarios.
- El estiércol producido no puede superar los 170 kg de nitrógeno por hectárea de superficie y año.
- Los locales deben limpiarse con los productos autorizados.



Figura 6. Instalaciones internas en naves de producción ecológica de huevos.



Figura 7. Accesos al patio exterior en las granjas de producción de huevos ecológica.

Existe una falta de granjas especializadas en la producción de gallinas para producir huevos ecológicos, esto hace que se compren gallinas criadas de forma convencional y se les empieza a proporcionar las condiciones ecológicas cuando se trasladan a la granja de ponedoras. Los huevos obtenidos no pueden venderse como ecológicos hasta que las gallinas no estén en el sistema ecológico y por tanto comiendo pienso ecológico un mínimo de 40 días. Esta cuarentena se exige para asegurar que las gallinas eliminen a través de los huevos las posibles trazas de antibiótico o resto de medicamentos previos que se les hubiera podido administrar en la granja de cría y recria. Este periodo de 40 días supone una pérdida económica para los productores ecológicos porque los huevos no se pueden vender como ecológicos, aunque sí que están autorizados a venderlos como camperos. Las necesidades de las pollitas y de las gallinas ponedoras son muy diferentes por lo que sería recomendable que hubiera granjas especializadas en la cría de pollitas para conseguir un ciclo productivo totalmente ecológico.

1. INTRODUCCIÓN

Las gallinas se reponen normalmente al año de comenzar la puesta, es decir, entorno a las 72 semanas de vida, ya que el nivel de puesta se reduce por debajo de los valores necesarios para la rentabilidad de la explotación. En algunas granjas se realiza la muda inducida para poder alargar la producción de las gallinas uno o dos años más.

1.4. LA ESTRUCTURA Y LA COMPOSICIÓN DEL HUEVO

En el huevo se distinguen tres partes, la cáscara, el albumen y la yema que representan el 11%, el 58% y el 31%, respectivamente del peso del huevo (Barroeta, 2002).

1.4.1. Estructura y composición de la cáscara

La proporción de cáscara en un huevo es muy similar independientemente del tipo de ave y se sitúa entono a un 10-11% (Nys *et al.*, 2010). La cáscara provee un perfecto envase para el huevo como alimento, y al igual que cuando está fecundado, evita la contaminación del contenido, de manera que el huevo llegue al consumidor libre de bacterias, virus y otros patógenos (Hunton, 2005).

La estructura de la cáscara ha ido evolucionando hasta convertirse en una protección óptima del contenido del huevo de ataques físicos y microbianos que permite el intercambio de agua y gas entre el embrión y el medio externo y a su vez es la fuente de calcio necesaria para la osificación del embrión (Nys *et al.*, 2010).

La cáscara tiene un grosor medio de 0.35 mm y está formada por 5 capas (Castelló *et al.*, 2010):

1) La parte más interna son dos membranas de fibras proteicas, las membranas testáceas, que actúan como filtros impidiendo la entrada de microorganismos del exterior y controlan la difusión del albumen y por tanto la evaporación rápida de fluidos internos del huevo. Cada fibra de las membranas testáceas posee un núcleo proteico, rodeado por una cubierta de hidratos de carbono, sobre las que se depositarán las sales de calcio provenientes del oviducto.

2) La parte mineral de la cáscara se ancla a la siguiente capa de la cáscara.

3) La membrana mamilar mediante los núcleos mamilares que son el origen de los conos invertidos.

4) La unión de estos conos o columnas poligonales forma la capa en empalizada, se trata de una capa compacta compuesta de cristales rombohédricos de calcita.

1. INTRODUCCIÓN

5) La capa más externa es la cutícula, cubre todas las estructuras, incluidas las aperturas de los poros, su función es evitar las pérdidas de agua y la contaminación bacteriana. Se compone principalmente de proteínas como la queratina, mucopolisacáridos, lípidos y pigmentos, en el caso de los huevos de color. La cutícula es secretada inmediatamente antes de la puesta y es la primera barrera de defensa que poseen los huevos (Howard *et al.*, 2011). Esta última capa confiere al huevo un aspecto brillante, pero se deteriora entre los 2 y 4 días después de la puesta y si se lava o se frota el huevo, la cutícula desaparece (Sastre *et al.*, 2002).

La cáscara del huevo está compuesta por 1.6% de agua, de 3.3 a 3.5% de materia orgánica y 95% de materia mineral. La parte mineral es en un 94% carbonato cálcico (del cual 37.5% es calcio y 58% carbonato), en el 6% restante se ha encontrado magnesio, fósforo y manganeso (Nys *et al.*, 2010), pero también se puede encontrar sodio, cinc, hierro, cobre y aluminio (Sastre *et al.*, 2002). Otros autores concluyen que la cáscara está formada por carbonato de calcio (94%), carbonato de magnesio (1%), fosfato de calcio (1%) y materia orgánica (4%) (Mine *et al.*, 2003).

La cáscara tiene numerosos poros, alrededor de 10000 (Nys *et al.*, 2010), entre 7000 y 15000 según Jacob *et al.* (2008) que forman túneles entre los cristales minerales y que le permiten cumplir un importante papel en el intercambio gaseoso y el equilibrio en humedad entre el interior y el medio externo (Hunton, 2005). Los poros son especialmente numerosos en la zona del polo ancho del huevo, donde aparece la cámara de aire. Los poros deben ser lo suficientemente grandes y numerosos para cumplir su función sin que esto comprometa la función defensiva de la cáscara contra infecciones externas. La cámara de aire es el espacio que queda entre las dos membranas testáceas, están muy unidas entre sí excepto en el polo grueso. La separación se produce por el peso del huevo y por la contracción del huevo que se lleva a cabo con el cambio de temperatura de dentro de la gallina (39 °C) y la temperatura externa. La membrana externa se pega a la cáscara mientras que la membrana interna se une a la albúmina (Jacob *et al.*, 2008).

El color de la cáscara tiene un origen genético, en Europa las razas tradicionales proceden de estirpes que ponen huevos con la cáscara blanca (Hunton, 1981). El origen de las gallinas que ponen huevos marrones es asiático y llegaron a Europa a través de las importaciones que se realizaron en el siglo XIX. En los huevos blancos, no hay prácticamente variabilidad en la coloración de la cáscara. En cambio, en la coloración

1. INTRODUCCIÓN

de los huevos marrones existe mayor variabilidad, se buscan huevos que sean oscuros, pero el rasgo que más se valora es que la pigmentación sea homogénea.

La coloración se debe principalmente a la presencia de los pigmentos protoporfirina-IX, pero también a la presencia del pigmento biliverdina-IX, que es también apreciable por el ojo humano (Kennedy y Vevers, 1973), la mayoría de estos pigmentos se localizan en la cutícula del huevo pero hasta un tercio puede localizarse en la superficie de la cáscara (Lang y Wells, 1987). El depósito de los pigmentos, comienza de forma débil al formarse la capa en empalizada y es muy importante al final de la calcificación. La porfirina, que se produce en las células uterinas por la transformación de la hemoglobina, se segrega en los conductos cíclicos del oviducto. Algunas razas tradicionales o autóctonas tienen coloraciones de la cáscara muy particulares que pueden ayudar a trazar el origen genético, como la raza Marans y la Villafranquina Roja, que tienen la cáscara de color rojizo o la Araucana o la de origen chino Dongxiang, que presentan una cáscara azulada. En el caso de la raza Araucana, el color verdoso o azulado de su cáscara se debe a la biliverdina, un compuesto derivado de la descomposición de la bilis (Rose, 1997). El proceso de obtención de los pigmentos se encuentra alterado por una mutación genética dominante localizada sobre el cromosoma 1 que también aumenta el espesor de la membrana de la cáscara y puede tener un efecto sobre la solidez de la misma. Se han realizado cruces con razas de huevos marrones, obteniéndose colores verdáceos por la superposición de pigmentos.

En la cáscara se han identificado elementos bioactivos que pueden ser utilizados por la industria nutracéutica ya que algunos de sus componentes pueden ser empleados para la elaboración de alimentos funcionales porque disminuyen el riesgo de padecer enfermedades o ayudan a conservar un buen estado de salud (Bain, 2005; Mine, 2008).

1.4.2. Estructura y composición del albumen

En el albumen del huevo se distinguen cuatro partes: 1) el albumen denso o clara densa externa que supone el 57% del albumen total, 2) el albumen fluido o clara fluida externa (23%) que está en contacto con las membranas testáceas de la cáscara, 3) las chalazas (3%) que son una estructuras filamentosas que anclan la yema en posición central y protegida cuando la gallina realiza el volteo durante la incubación, también se conocen como clara densa interna y 4) la clara fluida interna que supone el 17% (Barroeta, 2002).

1. INTRODUCCIÓN

El albumen tiene un contenido en agua del 88% y el 12% restante está compuesto por proteínas. Se han identificado más de 40 proteínas diferentes. La ovoalbúmina representa el 54% y tiene propiedades nutricionales y culinarias, junto a la ovomucina es responsable de la consistencia de la clara (Lewis *et al.*, 1950). También cabe destacar la lisozima porque tiene propiedades antibacterianas.

1.4.3. Estructura y composición de la yema

La yema es una estructura de capas concéntricas que se observan homogéneas salvo por el blastodermo o disco germinal, una estructura ovalada y blanquecina de 3 a 4 mm que se encuentra en la parte más externa y en el centro de la yema, este disco cuando el huevo está fecundado es el origen del embrión (Castelló *et al.*, 2010).

La yema se encuentra protegida por una membrana denominada vitelina constituida por cuatro capas, dos de origen ovárico y las dos más externas sintetizadas en el oviducto que tienden a desaparecer con el tiempo después de la puesta (Barroeta, 2002).

La yema constituye la parte lipídica del huevo (Alquati *et al.*, 2007). La yema contiene un 50% de agua y el resto son proteínas (16.7%) y lípidos (31.6%). En la yema también se encuentran los carotenoides y las vitaminas liposolubles del huevo, es decir, las vitaminas A, D, E y K.

1.5. LA CALIDAD AGROALIMENTARIA

1.5.1. Evolución del concepto de calidad de los alimentos en Europa

Al acabar la Segunda Guerra Mundial, la principal preocupación social fue abastecer a la población con alimentos, es decir, los gobiernos europeos y los productores de alimentos se centraron en obtener grandes cantidades de alimentos. Entre 1970 y 1980, los excedentes de producción comenzaron a plantear problemas, de manera que la Política Agraria Comunitaria (PAC) cesó el fomento de la agricultura cuantitativa para apoyar la producción de alimentos de calidad.

España entra a formar parte de la Comunidad Europea en 1986, dos años después de que se pusiera en marcha la primera PAC que limitó la producción. La PAC de los años noventa impuso un sistema de cuotas, por el que los productores se veían penalizados, teniendo que pagar multas si superaban los límites de producción marcados por la Comunidad Europea. La PAC se ha centrado en los últimos años en asegurar al consumidor que los productos que llegan a su mesa sean seguros y de calidad

1. INTRODUCCIÓN

(Reglamento (CE) 178/2002), para ello se han puesto en marcha mecanismos de control para asegurar que los distintivos de calidad como denominación de origen, indicación geográfica protegida, elaboración tradicional garantizada y producción ecológica no se basan en criterios subjetivos, sino en criterios objetivos basados en la normativa de producción (Reglamento (CE) 510/2006) y Reglamento (CE) 1151/2012).

La promoción de la calidad agroalimentaria está fuertemente unida al desarrollo rural ya que dentro del concepto de calidad de alimento, se incluye la revalorización del patrimonio cultural, tradicional y artesanal. Las indicaciones de calidad que marca la Unión Europea son útiles, por una parte para el productor, porque le permiten diferenciarse de los productos similares que existan en el mercado, pero que tengan una producción y una elaboración indefinida y por otro lado, son útiles para el consumidor, por la identificación de etiquetas que aseguran la zonificación en la producción, siguiendo unas determinadas prácticas de producción o de elaboración (Ubertazzi y Muñiz, 2009).

1.5.2. Definición de producto agroalimentario de calidad

Según Amat (2007) el producto agroalimentario de calidad es aquél que por estar socialmente aceptado como excelente, está ligado a un prestigio indudable que entronca a su vez con un riquísimo patrimonio cultural y gastronómico. El Libro Verde sobre calidad de los productos agrícolas (European Commission, 2008) matiza que la calidad está relacionada con la satisfacción de las expectativas de los consumidores, siendo una de ellas conocer las características de los productos, los métodos de producción y elaboración y los lugares de cultivo. Por otro lado, la Real Academia de la Lengua Española define la calidad como el conjunto de propiedades inherentes que permiten juzgar su valor.

La calidad de los alimentos es por tanto un concepto subjetivo, cada consumidor dependiendo de sus propias vivencias puede atribuir distintas características al concepto de calidad. Sin embargo, existen parámetros objetivos para cada tipo de alimento definidos por la legislación y por las instituciones para velar por la seguridad y la protección del consumidor. Desde este punto de vista generalista, un alimento es de calidad cuando reúne todas las características físico-químicas y organolépticas que se consideran corrientes en ese alimento.

1.6. LA CALIDAD DEL HUEVO

La calidad del huevo está definida por sus características externas, internas y por su composición nutricional. A través de encuestas de opinión el consumidor valora que los atributos de calidad en el huevo sean la frescura, que las yemas tengan una coloración anaranjada-rojiza, que la cáscara sea dura, gruesa y sin fisuras y que la clara sea densa (Hernández et al., 2000).

La normativa que establece los parámetros de calidad del huevo en España y en la Unión Europea es el Reglamento (CE) 589/2008 donde se especifica que el producto debe tener la calidad suficiente para satisfacer al consumidor y cumplir sus expectativas. En el artículo 2 se definen las características cualitativas de los huevos aptos para el consumo humano directo, es decir los huevos frescos o huevos de categoría A, indicando limitaciones en relación a la cámara de aire, la yema, la clara, el germen y la presencia de materias y olores extraños. La calidad del huevo es por tanto un requerimiento legal para la comercialización de los huevos, de hecho es obligación del productor poner un producto sano en el mercado ya que es el responsable de la salubridad de los alimentos que produce.

La calidad del huevo permite además, conocer las condiciones de producción de las gallinas, ya que está estrechamente relacionada con la salud de las mismas, su alimentación y su bienestar animal. Conocer los parámetros que afectan a la calidad del huevo es indispensable para producir huevos con buena calidad.

1.6.1. Parámetros de calidad del huevo

El productor de huevos selecciona su producción atendiendo a criterios de calidad como, el peso, la forma del huevo, la limpieza, el color y la integridad solidez de la cáscara. En la industria de ovoproductos, la calidad concierne, principalmente, a la composición porque lo que interesa son las propiedades funcionales como el poder emulsionante, ligante o anticristalizante.

La calidad del huevo desde el punto de vista del consumidor está muy relacionada con su calidad bacteriológica y con la frescura del huevo. El huevo tiene una fecha de consumo preferente de un mes desde la fecha de puesta. El huevo es un alimento que se degrada con el tiempo porque la cáscara es una estructura que aumenta su permeabilidad progresivamente, aumentando así la probabilidad de que los patógenos de la superficie del huevo penetren en el interior, las proteínas del albumen también se

pueden alterar provocando que la clara aparezca menos densa y la yema se aprecie con menos volumen o incluso no aparezca en posición central.

Para determinar la calidad del huevo deben conocerse los parámetros de calidad externa, los parámetros de calidad interna y los parámetros de calidad nutricional (figura 8).

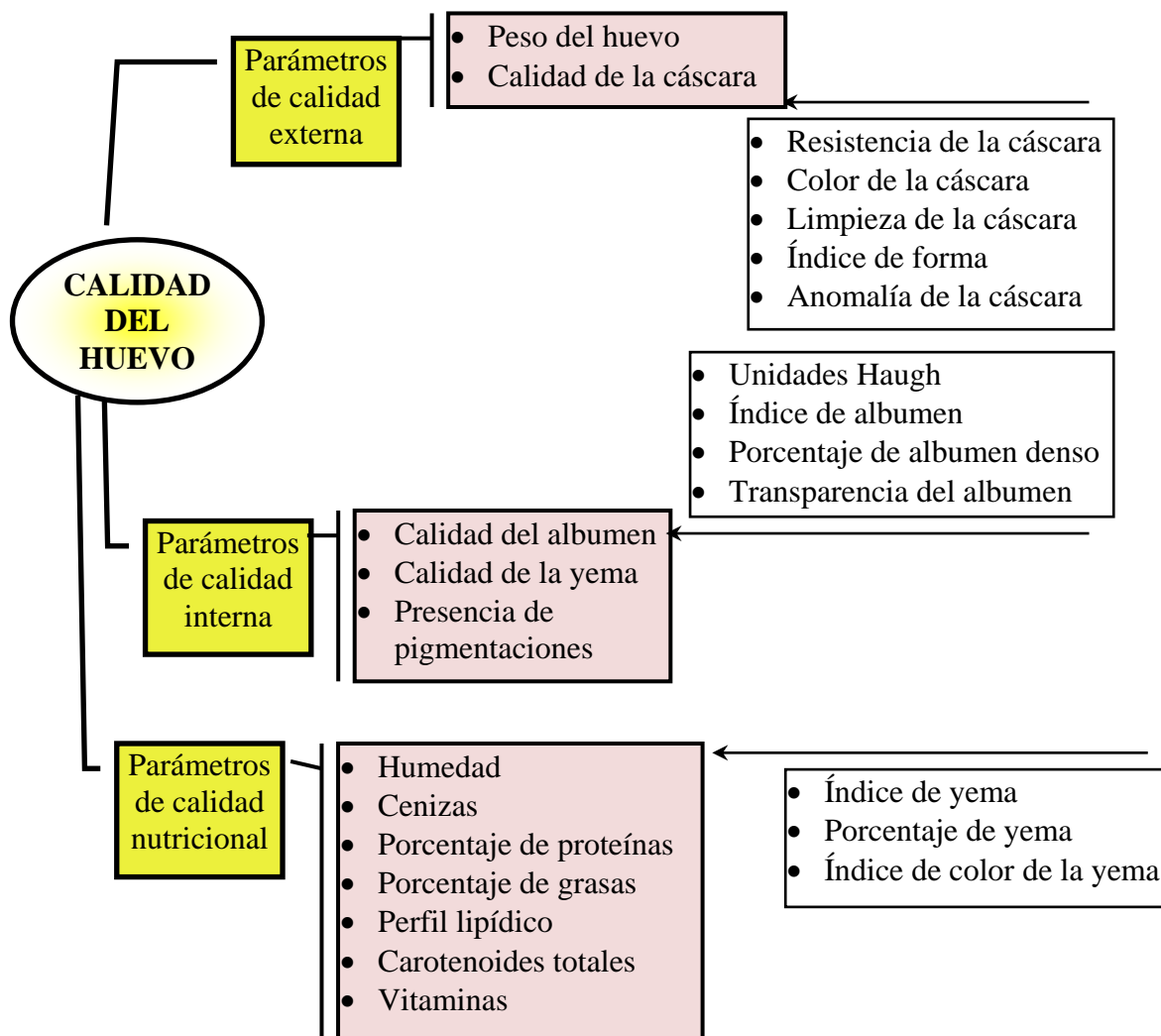


Figura 8. Clasificación de los parámetros de calidad del huevo.

1.6.2. Parámetros de calidad externa del huevo

En el grupo de parámetros de calidad externa se incluye el peso del huevo y la calidad de la cáscara.

Peso del huevo: Es el parámetro en el que se basa la legislación europea para catalogar los huevos para consumo directo humano, el consumidor conoce por el etiquetado el peso de los huevos. En España, el 50% de los huevos comercializados son L o XL (Cepero, 2007). Los huevos de categoría A se clasifican en cuatro categorías dependiendo de su peso:

- XL, muy grandes, con peso total ≥ 73 gramos.
- L, grandes, con peso ≥ 63 gramos y < 73 gramos.
- M, medianos, con peso ≥ 53 gramos y < 63 gramos.
- S, pequeños, con peso < 53 gramos.

Se admiten unos márgenes de tolerancia, con un 10% de huevos con categoría de peso inmediatamente superior a la indicada en el embalaje y un 5% de huevos de la categoría inmediatamente inferior. Los centros de embalaje deben disponer de los equipos adecuados para realizar estas determinaciones.

La clasificación por peso varía dependiendo del país, por ejemplo en Canadá y Estados Unidos, los huevos se clasifican en *small* (42.0-48.9 g), *medium* (49.0–55.9 g), *large* (56.0–63.9 g), *extra-large* (64.0–69.9 g) y *jumbo* (70.0 g o superior).

El peso del huevo depende de la edad productiva de la gallina, al principio de la puesta, el huevo es más pequeño que al final, pero el aumento no es lineal, ya que una gallina con 26 semanas pone huevos de 60 g, a partir de las 50 semanas los huevos pesan 50 g y cuando tiene 80 semanas los huevos pesan 68 g (Beaumont *et al.*, 2010). El aumento del peso del huevo conforme envejece la gallina es el resultado del aumento del tamaño de la yema (Castelló *et al.*, 2010). Los huevos con cáscara marrón tienen mayor peso que los de cáscara blanca independientemente del tipo de alojamiento (Jones *et al.*, 2010). Se trata de un carácter con una heredabilidad alta. Si se realiza la muda forzada al acabar el primer año de producción, los huevos tienen pesos elevados desde el principio de la puesta, superando en 4 o 5 g a los huevos de la primera puesta sin forzar la muda (Sauveur, 1988).

Las gallinas sometidas a temperaturas elevadas por ejemplo de 27 a 33 °C, durante períodos de tiempo de 20 semanas, disminuyen su ingesta, lo que provoca que pongan huevos con menores pesos (Balnave y Muheereza, 1997).

La alimentación que recibe la gallina afecta al peso del huevo (Bouvarel *et al.*, 2010), durante el periodo de cría ya que afecta a su madurez sexual, su peso y composición corporal, y durante el periodo de puesta o periodo productivo (Summers y Leeson, 1993). El aumento de la cantidad de energía en la dieta ejerce un efecto favorable sobre el peso del huevo (Peguri y Coon, 1991, Grobas *et al.*, 1999), sin embargo otros estudios concluyen que el nivel energético de la dieta no está relacionado con el peso medio del huevo, ni con su calidad (Valkonen *et al.*, 2008).

1. INTRODUCCIÓN

La cantidad de proteínas y la materia grasa consumidas afectan directamente al peso medio del huevo, Jensen y colaboradores en 1958 demostraron que el aceite de maíz contenía un factor necesario para maximizar el peso del huevo, que más tarde se identificó como el ácido linoleico. Estudios más recientes, han demostrado que a partir de un cierto nivel de ácido linoleico, el peso del huevo no se incrementa, por su presencia específica, sino porque se aumenta el nivel de grasa de la dieta (Buxadé *et al.*, 1995; Grobas *et al.*, 1999). El consumo de pienso con niveles de energía superiores a 2850 kcal/kg se traduce en un aumento del peso del huevo y del número de huevos (Perez-Bonilla *et al.*, 2012). El peso del huevo puede incrementarse si se aumenta el porcentaje de aminoácidos esenciales o metionina porque se incrementa el porcentaje de albumen y por tanto el peso final del huevo.

La repercusión del tipo de alojamiento sobre el peso del huevo no es concluyente. Los huevos de gallinas criadas en jaula tienen mayor peso, entre el 1 y 2% superiores, a los huevos de gallinas con acceso al exterior (Sauveur, 1991), este porcentaje puede elevarse hasta el 10% según las prácticas ganaderas. Pero, los estudios de Patterson y colaboradores en 2001 y de Jones y colaboradores en 2010, mostraron que los huevos de las gallinas no criadas en jaulas tienen pesos mayores. En estos estudios el tipo de alojamiento está relacionado con la comida, ya que las gallinas con acceso al exterior pueden comer plantas e insectos, además del pienso que se les proporciona. Valkonen y colaboradores en 2008 estudiaron, que no había diferencias en el peso del huevo en gallinas en jaulas enriquecidas y gallinas alojadas en jaulas convencionales.

El peso está relacionado con otros parámetros de calidad (Shi *et al.*, 2009), la relación es positiva con el grosor de la cáscara, el índice de forma, el porcentaje de albumen. Sin embargo, conforme aumenta el peso del huevo disminuye el peso de la cáscara y el porcentaje de yema.

Calidad de la cáscara: Este parámetro es fundamental para que el huevo llegue al consumidor en perfecto estado. El riesgo de contaminación aumenta si los poros son grandes o la integridad de la cáscara no es completa, además una mala calidad de la cáscara acelera las pérdidas de calidad por tiempo en almacenamiento ya que es más permeable. Las enfermedades, el estrés, una alimentación inadecuada y las densidades elevadas en las granjas pueden afectar al proceso de formación y deposición de la cáscara, dando lugar a cáscaras de baja calidad, sucias o con defectos estructurales, lo que comprometerá la integridad del huevo (Solomon, 1991) (figura 9).



Figura 9. Huevos descartados por defectos en la cáscara.

La alimentación correcta para que se produzca una adecuada formación de la cáscara debe contener niveles de calcio suficientes ya que la gallina tiene una capacidad de almacenamiento limitada (Ashida *et al.*, 1996), debe incluir niveles de fósforo inferiores al 0.5% porque por encima impiden la movilización ósea del calcio (Hadziosmanovic *et al.*, 1997), suficiente Vitamina D₃ y manganeso ya que participan directamente en la absorción de calcio, así el déficit en Vitamina D₃ provoca huevos en fáfara o con cáscaras demasiado finas (Keshavaraz, 1996), también se precisa de zinc porque participa en la metabolización del calcio de la dieta al calcio mineral que se depositará en la cáscara, el magnesio por que mejora el grosor de la cáscara (Pascual y Blas, 1997), niveles de cloro controlados, porque un exceso compromete la disponibilidad del bicarbonato cálcico para la formación de la cáscara, y niveles de sodio que lleven a una alcalosis y mejoren la calidad de la cáscara (Balnave, 1992).

Existen también factores ambientales que influyen en la calidad de la cáscara. La temperatura elevada a partir de 32 °C es el factor que afecta en mayor medida a la cantidad de huevos producida y a la calidad de la cáscara (Chen y Balnave, 2001), se debe a que las gallinas reducen su ingesta y por tanto sus niveles de calcio (Roberts y Ball, 1998) y a que el jadeo que realizan para tratar de perder calor provoca el aumento del pH sanguíneo, lo que impide la absorción y la movilización correcta de calcio (Buxadé, 2000). Las naves con altas concentraciones de amoníaco irritan las mucosas de las gallinas que pueden dar lugar a infecciones en el tracto reproductor, que provocan malformaciones en los huevos (Dantzer y Mormède, 1984). La iluminación excesiva de la nave, por ejemplo 18 horas de luz, aumenta la cantidad de huevos fisurados. Si se controla el fotoperiodo, de manera que las aves tengan luz cuando se produce la formación de la cáscara, se produce un aumento en el tiempo de calcificación y en el consumo de calcio que mejora la calidad de la cáscara (Dantzer y Mormède, 1984).

1. INTRODUCCIÓN

Para evaluar la calidad de la cáscara se emplean métodos que se basan en conocer la proporción de cáscara, por ejemplo, pesando la cáscara o determinando el peso específico del huevo, otros métodos determinan el grosor de la cáscara por medición con micrómetro o su resistencia a la rotura por compresión estática o la rotura por deformación no destructiva. También existen métodos que determinan la estructura de la cáscara como el microscopio electrónico de barrido, la dispersión de energía por rayos X y el explorador láser.

Resistencia de la cáscara: De este parámetro depende, en gran medida, que el índice de rotura de huevos, es decir, la cantidad de huevos rotos por la cantidad total de huevos producidos sea lo más pequeña posible ya que supone pérdidas en la explotación. En el caso de huevos fisurados, éstos se pueden destinar a industrias de ovoproductos o a otras industrias alimentarias que apliquen un tratamiento al producto que elimine cualquier peligro de infección. La resistencia mecánica de la cáscara depende del espesor de la cáscara y de su estructura y de la distribución de los cristales de calcita (Nys *et al.*, 2010).

Desde el punto de vista reproductivo, la calidad de la cáscara asegura la integridad del huevo y es también importante ya que supone el primer embalaje del huevo, su resistencia óptima permite que se comercialice con normalidad, y que su contenido llegue de forma segura al consumidor.

La calidad de la cáscara también depende de la genética, del estado sanitario y de la temperatura ambiente (Instituto de estudios del huevo, 2009). Las estirpes ligeras suelen tener un grosor de cáscara mayor que las estirpes semipesadas (Buxadé, 2000). La resistencia de la cáscara evaluada mediante el peso de la misma y el porcentaje de cáscara depositado disminuyen conforme avanza la edad de la gallina (Leeson *et al.*, 1997) ya que la gallina produce huevos más grandes, pero no es capaz de absorber ni de movilizar el calcio para depositar niveles de minerales proporcionales al aumento del tamaño.

La figura 10 muestra los factores, tanto estructurales, como materiales que más influyen en la resistencia de la cáscara.

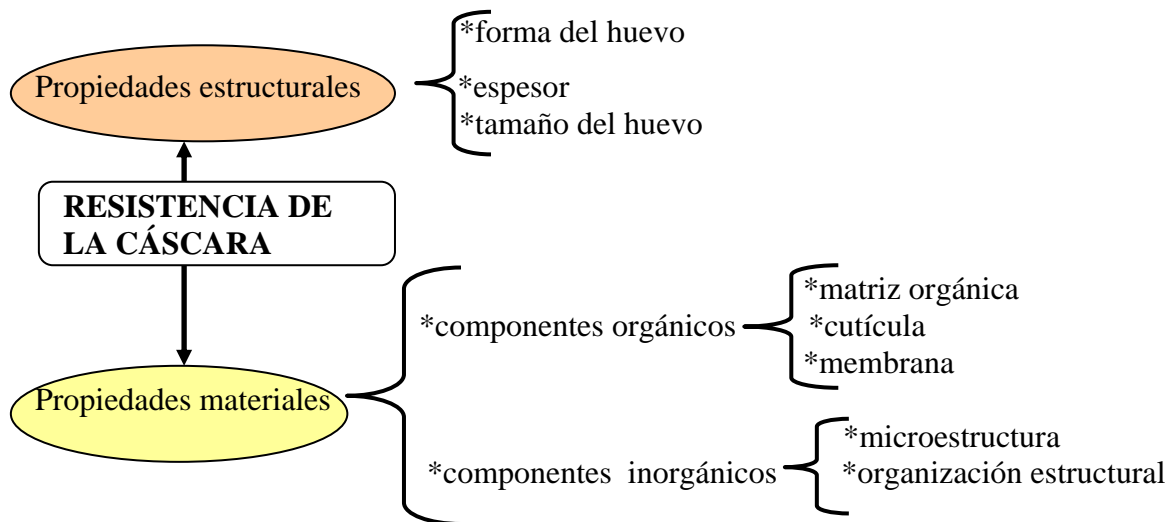


Figura 10. Características de la cáscara que afectan a su resistencia.

Color de la cáscara: A nivel legislativo, este parámetro no es una característica cualitativa de los huevos (Wei y Bitgood, 1989). Aunque la cáscara no es indicativa de la calidad interna del huevo, los consumidores de América latina, Sudeste Asiático, Nueva Zelanda, Australia y Europa, excepto en Alemania, prefieren los huevos marrones, mientras que en EEUU, excepto en la zona del Noreste, prefieren los huevos de cáscara blanca (Hunton, 1981; Odabasi *et al.*, 2007). A nivel mundial excluyendo a China, el 55% de los huevos comercializados son marrones y el 45% son blancos.

Algunos estudios como el realizado por Jones y colaboradores en 2010, muestran que existen algunas diferencias de calidad interna dependiendo del color de la cáscara, encontrando que los huevos blancos tienen mayor cantidad de sólidos totales, grasas y cenizas. En cambio, Odabasi *et al.* (2007) afirman que no existen diferencias cualitativas ni nutricionales en función del color de la cáscara del huevo.

La intensidad de color de la cáscara depende sobre todo de factores genéticos (Mertens *et al.*, 2010a) pudiendo ser un indicador de identificación genética (Beaumont *et al.*, 2010). Los cambios en la coloración pueden deberse a factores fisiológicos, así la intensidad del color disminuye con la edad de la gallina porque los depósitos de calcio y de pigmentos se producen en menor medida (Mills *et al.*, 1991; Odabasi *et al.*, 2007).

Este parámetro sirve como indicador del bienestar de la gallina (Mills *et al.*, 1991; Mertens *et al.*, 2010b) ya que el estrés, como el exceso de calor ambiental, da lugar a huevos más pálidos. Butcher y Miles (2003) observaron que el estrés es la causa principal de despigmentación sobre todo si se produce durante las 3 o 4 horas antes de la ovoposición, ya que en ese momento se produce el depósito de los pigmentos. Otras

1. INTRODUCCIÓN

causas de despigmentación puede ser el tratamiento con fármacos, como sulfonamidas o coccidostáticos, como la nicarbacina (Cannavan *et al.*, 2000) y las patologías que como la enfermedad de Newcastle o la bronquitis infecciosa, alteran la mucosa del tracto reproductivo y provocan una disminución de la producción, así como cáscaras más finas y pálidas.

Limpieza de la cáscara: La limpieza de los huevos para el consumo en fresco está prohibida en Europa porque cualquier procedimiento químico o físico que altere la cutícula o del huevo puede favorecer la entrada de patógenos al interior del mismo, lo que obligaría a una comercialización en frío.

La limpieza de la cáscara depende en gran medida de la consistencia de las heces de la gallina y del tipo de alojamiento. En los sistemas en suelo, camperas o ecológicas la limpieza del huevo depende en gran medida de la limpieza del suelo de la instalación, por ejemplo, si el suelo está húmedo los huevos tienen mayor tendencia a estar sucios.

Índice de forma: El índice de forma relaciona el diámetro en el ecuador con la longitud del huevo, un índice de forma óptimo asegura un menor porcentaje de rotura en las líneas de recogida, clasificación y embalaje, además de una mayor aceptación en el mercado. La forma del huevo está condicionada por el oviducto de la gallina, de manera que gallinas más grandes dan lugar a huevos más redondeados. El estrés al ser un factor que altera el proceso de formación de la cáscara puede dar lugar a formas de huevo anormales. El índice de forma aumenta con la edad de las gallinas (Romanoff y Romanoff, 1949). Al principio de la producción los huevos tienen una forma redondeada, que tiende a alargarse conforme avanza el año de puesta, debido a una disminución de la tonicidad muscular de la glándula calcárea en las gallinas de mayor edad (Travel *et al.*, 2010).

1.6.3. Parámetros de calidad interna del huevo

En el grupo de parámetros de calidad interna se incluyen los relacionados con la calidad del albumen (unidades Haugh, índice de albumen, nivel de albumen denso y transparencia del albumen), calidad de la yema (índice, porcentaje y color de la yema) y la presencia de pigmentaciones, o restos de carne, etc.

La calidad del albumen depende de la proporción de agua y proteínas que son las responsables de la consistencia. Los parámetros que se miden para valorar la calidad del albumen se basan en evaluar su consistencia.

1. INTRODUCCIÓN

La calidad de la yema está definida por su contenido en nutrientes, por su tamaño, su peso, su color y su consistencia (Agenko, 1980).

Unidades Haugh (UH) e índice de albumen: El albumen se degrada con el tiempo porque se modifican las interacciones entre la ovomucina y la lisozima (Fennema, 1992). Con el paso del tiempo se aumenta el intercambio gaseoso entre el interior del huevo y el ambiente. La temperatura elevada y la humedad relativa en el lugar de conservación aceleran la licuefacción del albumen porque aumenta la pérdida de agua. Las temperaturas altas también conllevan una pérdida de anhídrido carbónico que aumenta el pH de la clara que se traduce en una pérdida de altura por licuefacción (Kirunda y McKee, 2000).

El factor determinante en la calidad del albumen es la edad de la gallina, al inicio de la puesta los huevos tienen una calidad del albumen superior a las 95 UH, a las 45 semanas alrededor de 80 UH y a las 65 semanas 75 UH (Buxadé *et al.*, 1995), las gallinas de mayor edad producen albumen de peor calidad porque las proteínas que se depositan durante la formación del huevo son de peor calidad (Leeson *et al.*, 1997).

La edad de la gallina no da lugar a UH inferiores al límite de aceptación del consumidor que se sitúa alrededor a las 60 UH, la edad de la gallina debe por tanto combinarse con otros factores para que se supere dicho límite (Castelló *et al.*, 2010). Otros factores que afectan a la calidad inicial del albumen son:

- la estirpe de la gallina,
- el exceso de amoníaco ambiental que disminuye la calidad del albumen,
- las concentraciones de vanadio en la dieta de 30 mg/L disminuyen la calidad del albumen (Davis *et al.*, 2002),
- el cromo es necesario para mantener la estructura del albumen,
- el cloruro de amonio mejora la calidad del albumen, pero disminuye la calidad de la cáscara,
- el magnesio aumenta la estabilidad del albumen denso (Castelló *et al.*, 2010), pero puede provocar diarrea en la gallina y un descenso de la producción,
- el aporte de vitamina C mejora la calidad del albumen y la calidad del huevo en general, ya que contrarresta los efectos negativos del estrés,
- la realización de la muda forzada mejora la calidad del albumen porque se produce una regeneración del magnum (Tona *et al.*, 2002).

1. INTRODUCCIÓN

Porcentaje de albumen denso: Además de la consistencia del albumen, la calidad también está definida por la cantidad de albumen que depende de los aportes de proteína y aminoácidos esenciales a través de la dieta, sin embargo el consumo de agua no tiene efectos sobre la estructura del albumen (Castelló *et al.*, 2010). El porcentaje de albumen disminuye conforme aumenta la edad de la gallina, aunque el peso del huevo y el peso del albumen son mayores (Zita *et al.*, 2009).

Transparencia del albumen: La clara debe ser totalmente transparente, es un parámetro de calidad fácilmente apreciable por el consumidor. La coloración verdosa de la clara puede deberse a contaminaciones por *Pseudomonas* o a exceso de riboflavina en la dieta. La coloración blanquecina se produce por unas malas condiciones de almacenamiento como temperaturas entre 0-4 °C o abundancia de CO₂. Cuando la clara adopta un tono rosáceo es producto de la contaminación por gosispol, un polifenol derivado de la planta del algodón y si es un tono más oscuro puede deberse a hemorragias en el oviducto, a iluminación inadecuada o cambios bruscos de temperatura. Si el albumen aparece negruzco es que ha habido una contaminación del huevo por bacterias del género *Proteus* (Buxadé *et al.*, 1995). De forma excepcional, se han observado coloraciones amarillentas por migración de los pigmentos añadidos al pienso para colorear la yema (Castelló *et al.*, 2010).

Índice y porcentaje de yema: Las proteínas de la yema se degradan con el paso del tiempo, cuando se alteran las que forman la membrana vitelina se produce una migración de agua del albumen a la yema. Esta pérdida de consistencia se observa en un aplanamiento de la yema, que se traduce en una disminución del índice de yema y favorece que las yemas se rompan al abrir el huevo (Ahn *et al.*, 1999). Las chalazas mantienen la yema en posición central, cuando éstas se degradan, la yema se separa con más facilidad del albumen y puede aparecer en una posición excéntrica. El porcentaje de yema depende de la edad de la gallina, entre la semana 20 y 26 y la semana 54 y 60, la yema aumenta del 23.1% al 28.1% (Zita *et al.*, 2009). El peso de la yema aumenta con la edad de la gallina, las jóvenes tienen un peso medio de 12 g mientras que las gallinas viejas pueden tener yemas de 20-23 g (Buxadé *et al.*, 1995).

Índice de color de la yema: El color de la yema es un parámetro de calidad porque es una característica que condiciona la satisfacción del consumidor, pero no se considera un parámetro objetivo para evaluar la frescura o la calidad del huevo ya que la pigmentación de la yema depende exclusivamente del aporte de carotenos en las dietas de las gallinas, ya sean naturales o artificiales. La capacidad para movilizar los

1. INTRODUCCIÓN

carotenoides de la dieta a la yema depende de algunos factores como la estirpe de la gallina (Halaj *et al.*, 1998), las enfermedades como las coccidiosis o las infecciones respiratorias porque pueden afectar a la mucosa intestinal y por tanto dificultar la absorción de carotenoides, del contenido de grasas saturadas en la dieta de las gallinas, ya que colaboran en el transporte de carotenoides hasta la yema y del exceso de vitamina A y calcio, ya que puede provocar yemas más pálidas.

Además del color, el olor y el sabor de la yema no deben ser desagradables ni recordar a otros alimentos que no sean el huevo. Estas dos características organolépticas pueden verse alteradas si la gallina padece un defecto genético que afecta a la metabolización de las oxidasas o si en la dieta se incluyen en exceso, alimentos como la harina de pescado que puede conferir a la yema olor y sabor a pescado.

1.6.4. Parámetros de calidad nutricional del huevo

En el grupo de parámetros de calidad nutricional se incluyen el contenido en agua, minerales totales o cenizas, proteínas, grasas, carotenoides y vitaminas.

Humedad: La humedad o el contenido en agua del huevo depende de la humedad y de la temperatura relativa en el lugar de almacenaje.

Cenizas: El contenido en macroelementos en la parte comestible del huevo, como calcio, fósforo, sodio y potasio es invariable (Romanoff y Romanoff, 1949). La cantidad de oligoelementos como el yodo, y el selenio depende del aporte mineral del pienso mientras que la suplementación con hierro de la dieta no se traduce en mayores contenidos de hierro en el huevo (Naber, 1979).

Porcentaje de proteínas: Para que las gallinas depositen la cantidad de proteínas óptima en el huevo es necesario que la dieta aporte proteínas en cantidad suficiente. Cuando se reduce la cantidad de proteínas de la dieta de un 13% a un 16% se observa que se reduce la cantidad de albumen (Penz y Jensen, 1991), este efecto es mayor si la dieta más pobre en proteínas se proporciona cuando en el huevo se está formando el magnum ya que se reduce la biodisponibilidad de las proteínas.

Porcentaje de grasa: La cantidad de grasa en el huevo es proporcional al peso de la yema que depende principalmente de la edad de la gallina (Zita *et al.*, 2009).

Perfil lipídico: El contenido en ácidos grasos del huevo depende del perfil de ácidos grasos en la dieta de la gallina (Romanoff y Romanoff, 1949). La proporción entre ácidos grasos insaturados y ácidos grasos saturados es relativamente estable, mientras que la cantidad de esos ácidos grasos sí que puede alterarse dependiendo de la

1. INTRODUCCIÓN

composición de la dieta, se puede multiplicar de 5 a 10 veces la cantidad de ácido araquidónico y ácido docosahexanoico o ácido cervónico si se incluye en la dieta de la gallina pescados o aceites de pescado ricos en ácidos grasos ω -3 o aceites vegetales ricos en ω -6 como el de girasol o ricos en ω -3 como el de colza y lino (Nau *et al.*, 2010). Las cantidades de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados pueden ser controladas modificando la cantidad de este tipo de grasas en la dieta de las gallinas, la cantidad de grasas saturadas en el huevo es independiente del aporte dietético (Bouvarel *et al.*, 2010; Nys *et al.*, 2010).

Cantidad de carotenoides totales: La cantidad de carotenoides en el huevo depende del aporte de estos pigmentos en la dieta, ya sean naturales o artificiales, de la absorción intestinal, del transporte plasmático, y del metabolismo así como de la degradación de los pigmentos (Nys *et al.*, 2010).

Cantidad de vitaminas: La cantidad y la variedad de vitaminas liposolubles en la yema depende directamente del aporte alimentario (Nys *et al.*, 2010), por tanto es posible controlar la cantidad de estas vitaminas en el huevo si se modifica la proporción en la dieta.

1.6.5. Factores ambientales que afectan a la calidad del huevo después de la puesta

La calidad del huevo depende, entre otros factores, de las condiciones en las que se almacene el huevo después de la puesta. A medida que aumenta la temperatura de almacenaje el deterioro de la calidad del huevo es más rápido. Cuando la humedad relativa es baja durante el almacenaje se acelera la pérdida de agua del huevo porque depende del gradiente de presión del vapor entre el exterior y el interior del huevo. Cuando la humedad relativa externa es demasiado elevada, entorno al 80%, pueden aparecer infecciones fúngicas y bacterianas en la superficie de la cáscara. La temperatura de conservación de los huevos de categoría A no debe ser inferior a 5 °C, evitando los cambios de temperatura porque dan lugar a condensaciones en la superficie del huevo, que favorecen las contaminaciones microbianas. La temperatura de conservación de los huevos debe estar entre 18-20 °C hasta el momento de su venta (Castelló *et al.*, 2010). Cuando el consumidor almacena los huevos refrigerados a temperaturas entorno a los 5 °C está alargando la vida útil y las propiedades intrínsecas de calidad del huevo.

1. INTRODUCCIÓN

Los huevos almacenados en idénticas condiciones no tienen un albúmen con la misma calidad porque depende de la calidad inicial de dicho albúmen en el momento de la ovoposición (Krawczyk, 2009). Además, conforme avanza la edad de la gallina los huevos tienen menor capacidad para conservar la calidad durante su conservación, por ejemplo, la pérdida de anhídrido carbónico es mayor en los huevos puestos por gallinas de edad avanzada.

1.7. VALOR NUTRICIONAL DEL HUEVO

El huevo es un alimento adecuado para una correcta alimentación humana porque contiene una importante diversidad de nutrientes en cantidades equilibradas. Los componentes nutricionales se reparten de manera distinta entre la clara y la yema. La clara está formada principalmente por agua (88%) y proteínas (11%) mientras que los lípidos, una parte de las proteínas, los minerales y las vitaminas se encuentran en la yema. Se considera que una ración para una persona adulta equivale a dos huevos medianos, con un peso total de unos 100 g de parte comestible (sin la cáscara).

El valor nutricional del huevo frente a otros alimentos proteicos de origen animal destaca por aportar vitamina E, vitamina A, vitamina D y hierro.

La tabla 6 muestra el aporte de contenido nutricional del contenido en proteína, grasa, los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), y los niveles en vitaminas y minerales, expresados por cada 100 g de huevo y la densidad nutricional expresada por cada 1000 kcal, en diferentes alimentos de origen animal (Sastre *et al.*, 2002).

Tabla 6. Comparación del contenido y densidad nutricional de diferentes alimentos de origen animal.

| | Contenido | | | | Densidad | | | |
|--------------------------------|------------|-------------|-----------|-------------|----------|---------|--------|--------|
| | Huevo | Ternera | Cerdo | Pollo | Huevo | Ternera | Cerdo | Pollo |
| Proteína (g) | 12 | 21.3 | 22 | 22.2 | 78.9 | 250 | 250 | 278.2 |
| Grasa (g) | 10.9 | 7 | 1.9 | 9.6 | 71.7 | 82.2 | 21.6 | 120.3 |
| AGPI (g) | 1.3 | 0.8 | 0.14 | 1.44 | 8.6 | 9.4 | 1.6 | 18 |
| Vit E (mg) | 1.6 | 0.1 | 0.41 | 0.66 | 10.5 | 1.2 | 4.7 | 8.3 |
| Vit A (mg) | 480 | | | 39 | 3157.9 | | | 488.7 |
| Vit D (mg) | 1.7 | | | | 11.2 | | | |
| Vit B₉ (µg) | 23 | 11 | 2.5 | 12 | 151.1 | 129.1 | 28.4 | 150.4 |
| Vit B₁₂ (µg) | 0.88 | 1.3 | 2.04 | 0.4 | 5.8 | 15.3 | 23.2 | 5 |
| Vit B₆ (µg) | 119 | 500 | 565 | 500 | 782.9 | 5868.5 | 6420.5 | 6265.7 |
| Fe (mg) | 2 | 1.5 | 1.1 | 0.74 | 13.2 | 17.6 | 12.5 | 9.3 |
| Zn (mg) | 1.3 | 2.6 | 2 | 1 | 8.6 | 30.5 | 22.7 | 12.5 |
| P (mg) | 180 | 198 | 204 | 200 | 1184.2 | 2323.9 | 2318.2 | 2506.3 |
| Energía (kcal) | 152 | 85.2 | 88 | 79.8 | | | | |

1. INTRODUCCIÓN

Un huevo contiene de media 6 g de proteína, de los cuáles el 74% están en la clara y el 16% en la yema (Castelló *et al.*, 2010), lo que se traduce en 12 g de proteína, aproximadamente, por cada 100 g de huevo sin cáscara (Aparicio *et al.*, 2008). Las proteínas del huevo se consideran de alto valor biológico (94%) porque aportan un perfil de aminoácidos esenciales similar al que se considera ideal para el hombre.

La tabla 7 muestra la distribución de los aminoácidos esenciales en la fracción de clara, yema y en el total del huevo, así como la cantidad diaria recomendada (CDR) de cada uno de los aminoácidos esenciales (Martin, 2001). Las cantidades de aminoácidos en la clara, yema y huevo entero, están estimadas en huevo sin cáscara, correspondientes a las proporciones en peso de 30% para la clara y 60% para la yema. También se muestran los niveles de los aminoácidos esenciales, para 100 g de huevo entero.

Tabla 7. Cantidad de aminoácidos esenciales en el huevo (en mg) y cantidad diaria recomendada (CDR).

| Aminoácidos esenciales | Clara | Yema | Huevo | CDR | 100 g de huevo |
|-------------------------|-------|------|-------|------|----------------|
| Histidina | | | | | |
| Isoleucina | 240 | 410 | 290 | 840 | 34 |
| Leucina | 560 | 870 | 660 | 1400 | 47 |
| Lisina | 880 | 1390 | 1040 | 2400 | 44 |
| Metionina y cisteína | 660 | 1170 | 820 | 2450 | 33 |
| Fenilalanina y tirosina | 670 | 660 | 640 | 1400 | 45 |
| Treonina | 1020 | 1420 | 1150 | 2240 | 51 |
| Triptófano | 470 | 850 | 590 | 1120 | 52 |
| Valina | 170 | 240 | 190 | 280 | 68 |

Las proteínas del huevo son de fácil digestión siempre y cuando se cocine el huevo, ya que el calor desnaturaliza los inhibidores de las proteasas digestivas que se encuentran en la clara cruda. Sin embargo, las proteínas de las yemas se digieren mejor en crudo porque el calor reduce la digestión de las lipoproteínas (Nys y Saveur, 2004).

Las proteínas del huevo son mayoritariamente glicoproteínas como la ovoalbúmina (54%), la ovotransferrina (12%), el ovomucoide (11%), la ovomucina (1.5%), también se encuentran las globulinas (8%), la lisozima, la ovoflavoproteína y la avidina, las funciones de estas proteínas en el huevo se muestran en la tabla 8.

Las grasas del huevo aportan alrededor de 70 kcal y suponen la fuente de energía mayoritaria, ya que el huevo contiene 0.3 g de carbohidratos. Según Sastre *et al.* (2002) un huevo contiene alrededor de 4 g de grasa, de los cuales 1.8 g son ácidos grasos monoinsaturados (AGM), 1.4 g son ácidos grasos saturados (AGS) y 0.8 g son

1. INTRODUCCIÓN

poliinsaturados (AGPI). Por otro lado, Pontes y Castelló (1995) indican que un huevo de 60 g contiene alrededor de 5.5 g de grasa de la cual el 66% son triglicéridos, un 28% fosfolípidos y un 5% colesterol.

Tabla 8. Propiedades y proporción de las proteínas funcionales del huevo (porcentaje en materia seca del huevo).

| Proteínas del huevo | Tipo de proteína | Proporción | Función |
|--------------------------------|----------------------|------------|--|
| Ovoalbúmina | Glicoproteína ácida | 54 | Consistencia albumen |
| Ovotransferrina o Conoalbúmina | Glicoproteína básica | 13 | Fijación del hierro y ovoflavoproteínas. Antibacteriana |
| Ovomucina | Glicoproteína ácida | 1.5 | Consistencia del albumen |
| Ovomucoide | Glicoproteína ácida | 11 | Inhibición de la tripsina |
| Globulinas | Glicoproteína ácida | 8 | Capacidad espumante |
| Lisozima | Holoproteína básica | 3.5 | Antibacteriana. Estabilidad de la espuma. Consistencia del albumen |
| Ovoflavoproteína | Glicoproteína ácida | 0.8 | |
| Avidina | Glicoproteína básica | 0.05 | Fijación vitamina B ₈ |

El huevo es un alimento con una cantidad pequeña de ácidos grasos saturados. Para llevar una dieta saludable, se recomienda que la relación entre AGPI y los AGS sea como mínimo de 0.35, en el caso del huevo el cociente AGPI/AGS es de 0.57-0.73, lo que lo hace un alimento recomendable (Pontes y Castelló, 1995). La tabla 9 muestra la cantidad de ácidos grasos presentes en el huevo, tomando como referencia un huevo de 65 g de peso, que contiene en promedio, aproximadamente 7.8 g de lípidos (Nau *et al.*, 2010).

Tabla 9. Relación y contenido de los ácidos grasos presentes en el huevo.

| Tipo de ácido graso | Ácido graso | Cantidad en 100 g de huevo entero | Cantidad en 100 mg de grasa |
|-----------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Saturado | Palmítico | 2.5 | 20.83 |
| | Estearico | 0.86 | 7.16 |
| | Mirístico | - | - |
| | Aráquico | - | - |
| | Linolénico | - | - |
| | Behénico | - | - |
| | Lignocérico | - | - |
| Monoinsaturado | Palmitoleico | 0.4 | 3.33 |
| | Oleico | 4.1 | 34.16 |
| | Erúxico | | |
| Poliinsaturado | Linoleico | 1.25 | 10.41 |
| | α -linolénico | 0.04 | 0.33 |
| | Araquidónico | 0.2 | 1.67 |
| | Eicosapentanoico | - | - |
| | Docosaheptaenoico | 0.15 | 1.25 |

1. INTRODUCCIÓN

Los ácidos grasos poliinsaturados suponen entono al 13-22% de los lípidos de la yema, entre ellos se encuentran los ácidos grasos esenciales, aquellos que el organismo no es capaz de sintetizar, el ácido linoleico y el ácido α -linolénico. El primero forma parte de los ω -6, tiene un efecto beneficioso en la prevención de enfermedades cardiovasculares. El segundo, forma parte de los ω -3 y favorece la disminución del colesterol en sangre. El consumo de huevos enriquecidos en ω -3 y ω -6 aumenta la concentración plasmática de estos lípidos en sangre (Farrell, 1998; Lewis *et al.*, 2000).

Los estudios han demostrado que se puede modificar el perfil de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados a través de la dieta de las gallinas mientras que la proporción de grasas saturadas es independiente del tipo de dieta (Bouvarel *et al.*, 2010; Nys *et al.*, 2010).

Además, de los ácidos grasos esenciales, el ácido oleico también tiene propiedades beneficiosas ya que reduce el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares y hepáticas al actuar sobre los vasos sanguíneos.

Se considera que las grasas procedentes del huevo tienen un alto valor nutricional ya que los triglicéridos y los fosfolípidos tienen unas tasas de digestibilidad altas, entorno al 98% y al 90% respectivamente. El huevo es la principal fuente de fosfolípidos de la dieta, un huevo aporta entorno a 2 g de fosfolípidos (Castelló *et al.*, 2010). Entre los fosfolípidos, destaca la fosfatidilcolina o lecitina que es necesaria para el desarrollo normal del cerebro y es un precursor de la acetilcolina, implicada en el aprendizaje y el desarrollo de la memoria.

El conocimiento sobre el contenido en colesterol y sus efectos cardiovasculares ha sufrido una evolución importante desde que a mediados de los años 1970, la *American Heart Association* difundió que el consumo de huevo al contener 210 mg de colesterol aumentaba el riesgo de padecer problemas cardiovasculares. Por ello se recomendó limitar el consumo a 3 huevos a la semana y actualmente, la misma asociación ha rectificado y aconseja tomar un huevo al día. El cambio se debe a que estudios con pacientes han demostrado que el consumo de huevos no aumenta la frecuencia de aparición de enfermedades coronarias y la limitación del consumo no da lugar a pacientes con menos alteraciones cardíacas (Djoussé y Gaziano, 2008). Esto se debe a que el huevo contiene ovomicina en la clara que reduce la absorción de colesterol en el intestino delgado (Asato *et al.*, 1996; Nagaoka *et al.*, 2002) y que la cantidad de colesterol de la dieta no está relacionado directamente con los niveles de colesterol en

1. INTRODUCCIÓN

sangre, sino con la ingesta de las grasas saturadas que aumentan la colesterolemia (Sim *et al.*, 2000; Herron *et al.*, 2003) y el consumo de grasas poliinsaturadas que la reducen.

El aporte de vitaminas del huevo supone entre el 15 y el 20% de las necesidades diarias del ser humano (Castelló *et al.*, 2010). La tabla 10 muestra las cantidades promedio de las vitaminas, aportadas por el huevo, así como la fracción de la cantidad diaria recomendada, de estas vitaminas en la ración de huevo (Instituto de estudios del huevo, 2009).

Tabla 10. Cantidades de vitaminas que aporta una ración de huevo y la relación dentro de la CDR.

| Vitamina | Aporte por ración de huevo | CDR (%) |
|---|----------------------------|---------|
| Vitamina A | 227 µg | 28.4% |
| Vitamina D | 1.8 µg | 36% |
| Vitamina E | 1.9 mg | 15.8% |
| Vitamina B ₂ (riboflavina) | 0.37 mg | 26.4% |
| Vitamina B ₃ (niacina) | 3.3 mg | 20.6% |
| Vitamina B ₉ (ácido fólico) | 51.2 µg | 25.6% |
| Vitamina B ₁₂ | 2.1 µg | 84% |
| Biotina | 20 µg | 40% |
| Vitamina B ₅ (ácido pantoténico) | 1.8 mg | 30% |
| Vitamina K | 8.9 µg | 11.9% |
| Tiamina | 0.11 mg | 10% |
| Vitamina B ₆ | 0.12 mg | 8.6% |

El contenido en niacina difiere dependiendo de la fuente consultada según Martin (2001) y Nys y Saveur (2004), una ración de huevo aporta 79 µg de niacina, es decir, el 0.6% de la cantidad diaria recomendada frente a los 3.3 mg que aporta una ración de huevo según la publicación del Instituto de estudios del huevo (2009).

El huevo aporta además de la vitamina D, el metabolito 25-(OH)-colecalciferol que tiene mayor actividad biológica en cuanto a la mineralización ósea. El aporte de vitamina E del huevo puede incrementarse mediante el enriquecimiento de la dieta de la gallina en esta vitamina, se considera que es un micronutriente que le confiere propiedades funcionales al huevo, ya que tiene un poder antioxidante importante al neutralizar la acción degenerativa de los radicales libres y previene la oxidación celular. La biodisponibilidad de la biotina está condicionada al cocinado del huevo, ya que en este proceso se desnaturaliza la avidina, una proteína de la clara del huevo que bloquea su absorción.

La cantidad de vitaminas que aporta el huevo puede modificarse porque depende de la composición de la dieta (Huopalahti *et al.*, 2007; Nys *et al.*, 2010) pero los niveles

1. INTRODUCCIÓN

no son proporcionales ya que algunas vitaminas como la vitamina A, D, B₁ y B₁₂ requieren proteínas específicas para su transporte.

Asociada a las vitaminas del grupo B se encuentra la colina, que es necesaria para la integridad y las funciones de señalización de las membranas celulares y para la formación de la acetilcolina, un neurotransmisor que está involucrado en la memoria y el control del músculo. Una ración de huevo aporta entorno a 251 mg de colina (Zeisel *et al.*, 2003), es decir, el 50% de la cantidad diaria recomendada (AESAN, 2012).

La tabla 11 muestra las cantidades promedio de los minerales, aportados por el huevo, así como la fracción de la cantidad diaria recomendada, de estos minerales en la ración de 100 g huevo sin cáscara (Instituto de estudios del huevo, 2009).

Tabla 11. Cantidades de minerales que aportan 100 g de huevo y la relación dentro de la CDR.

| Minerales | Cantidad en 100 g de huevo | CDR (%) |
|-----------|----------------------------|---------|
| Calcio | 56.2 mg | 7.0% |
| Fósforo | 216 mg | 30.9% |
| Magnesio | 12.1 mg | 3.2% |
| Potasio | 147 mg | 7.4% |
| Hierro | 2.2 mg | 15.7% |
| Zinc | 2 mg | 20% |
| Yodo | 12.7 µg | 8.5% |
| Selenio | 55 µg | 18.2% |
| Cobre | 1 mg | 1.4% |
| Flúor | 3.5 mg | 3.1% |
| Manganeso | 2 mg | 3.6% |
| Cromo | 2.5 µg | 6.3% |
| Sodio | 144 mg | 6.0% |

Una ración de huevo aporta más de 15% de la cantidad recomendada de fósforo, hierro, zinc y selenio y de forma más general supone una fuente del 10% de los minerales necesarios diariamente en la dieta (Instituto de estudios del huevo, 2009).

En los últimos años se han realizado estudios para aislar compuestos activos en el huevo como la lisozima, la avidina y la lecitina con interés en el sector farmacéutico, en medicina y en cosmética (Réhault *et al.*, 2007). Se han descrito compuestos con actividades antimicrobianas, inmunomoduladores, antioxidantes, anticancerígenas y antihipertensivas (Castelló *et al.*, 2010). Entre los péptidos con actividad biológica se encuentra la ovoquinina, se extrae de la ovoalbúmina, la proteína mayoritaria en la clara de huevo, y tiene efecto hipotensor (Fujita *et al.*, 1995).

1. INTRODUCCIÓN

La luteína y zeaxantina forman parte de los carotenoides del huevo. Su interés radica en su poder antioxidante ocular sin ser precursores de la vitamina A. Ambos pigmentos protegen a la macula y al cristalino del ojo ya que evitan la formación de radicales libres y otras moléculas oxidativas que dañan las estructuras oculares. Otros estudios revelan que también tienen propiedades anticancerígenas, antiarteroescleróticas e inmunoestimuladoras (Mares-Perlman *et al.*, 2002). Los alimentos que contienen altas cantidades de luteína y zeaxantina son la yema de huevo y el maíz. La cantidad de estos compuestos en la yema de huevo no es de las más elevadas, pero su absorción es superior a la de otros alimentos (Chung *et al.*, 2004), porque la yema contiene lípidos que mejoran la absorción intestinal de la luteína. Los valores de carotenoides del huevo según Castelló *et al.* (2010) son de 1723 μg par la luteína y 1257 μg para la zeaxantina en 100 g de yema, a diferencia de los 331 μg de ambos pigmentos que indican Aparicio *et al.* (2008) y el Instituto de estudios del huevo (2009), aunque los niveles de luteína y zeaxantina en la yema del huevo dependen del aporte de estos carotenoides en la dieta de las gallinas ponedoras (Bouvarel *et al.*, 2010). En 2006 se realizaron estudios que demostraron que el consumo de un huevo al día aumenta la concentración en el suero de luteína y zeaxantina, sin alterar las concentraciones de lípidos en el suero (Goodrow *et al.*, 2006) y que el consumo de 6 huevos semanales durante 3 meses aumenta la densidad de estos carotenos en la macula ocular (Wenzel *et al.*, 2006).

Algunas proteínas del huevo también tienen propiedades funcionales, por ejemplo, la ovotransferrina aumenta la biodisponibilidad del hierro (Huopalahti *et al.*, 2007). La fosfovítina es una proteína del huevo que se localiza en la yema, es la proteína más fosforilada que se conoce, contiene un 10% de fósforo, lo que le confiere una carga eléctrica negativa que le permite fijar algunos cationes como el hierro (Lu y Baker, 1986) y el calcio (Choi *et al.*, 2005), por lo que puede servir como vector del calcio en la alimentación humana y por tanto prevenir la osteoporosis. Esta proteína tiene además actividad antioxidante porque evita la formación de radicales hidroxilos catalizados por el hierro, esta propiedad puede ser útil en la prevención del cáncer colorrectal ya que esta enfermedad está relacionada con el estrés oxidativo modulado por el hierro.

En resumen, el huevo es un alimento proteico que se incluye en el grupo de las proteínas de origen animal, es recomendable en todas las edades, y es muy adecuado en dietas con necesidades especiales como crecimiento, embarazo, lactancia y en la dieta de los mayores.

La *American Heart Association* recomienda el consumo de un huevo al día mientras que la Sociedad Española de Nutrición (1995) recomienda el consumo de 3-4 huevos a la semana como alternativa al consumo de carne o pescado. Una ración de huevo son dos huevos medianos, es decir, unos 100 g de huevo sin cáscara.

1.8. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y FISIOLÓGICAS DE LA GALLINA PONEDORA

1.8.1. Característica de la gallina ponedora

La gallina ponedora es aquella gallina de la especie *Gallus gallus* que ha alcanzado la madurez sexual para la puesta de huevos y que ha sido criada para la producción de huevos no destinados a la incubación (Real Decreto 3/2002). Es un ave de actividad diurna, omnívora y polígama. Los machos son más grandes y vistosos que las hembras y se caracterizan por tener espolones y cresta. En estado salvaje tienen de 2 a 3 ciclos de puesta al año, cada uno con 10 o 12 huevos y la hembra incuba todos los huevos. Sin embargo, la gallina doméstica pone huevos todo el año y pone desde 100 hasta 250 o 270 huevos al año.

1.8.2. Razas de gallinas ponedoras

Las razas de gallinas pueden clasificarse por su uso o por su origen geográfico, que se corresponde con el aspecto o tipo corporal (Orozco, 1989).

Dependiendo del origen geográfico, las razas se clasifican en tipo asiático, mediterráneo, atlántico y de pelea:

- Tipo Asiático: Son gallinas superpesadas, de gran volumen y con un plumaje muy llamativo. Ejemplo: Brahma.
- Tipo Mediterráneo: Son aves de tamaño mediano y de conformación corporal ligera, la orejilla es de color blanco. Ejemplo: Castellana negra.
- Tipo Atlántico: Son de conformación semipesada, la orejilla es de color rojo y son originarias de la zona noroccidental de Europa y EEUU. Ejemplo: Euskooiloa.
- Tipo Pelea: Son aves con conformaciones ligeras. Con un desarrollo marcado de la musculatura pectoral, se caracterizan por su agresividad. Ejemplo: Shamo.

Dependiendo del uso que se les dé, las razas de gallinas se pueden clasificar en, 1) razas ornamentales o de exposición, donde los ejemplares son seleccionados por sus características morfológicas y 2) razas comerciales antiguas, que son productoras de

1. INTRODUCCIÓN

huevos o de carne, que han sido sustituidas por los híbridos que tienen mayor productividad en el sistema industrial.

Los tipos étnicos, no son consideradas, propiamente como una raza, aunque sus características están definidas desde hace mucho tiempo, incluyen las denominadas razas antiguas, que son objeto de recuperación dentro del marco de la avicultura ecológica.

Los híbridos son el resultado del cruce entre razas, con el objetivo de mejorar la producción, se obtienen mediante la mejora genética clásica, es decir, la selección de los mejores individuos y su cruce basado en el conocimiento de la heredabilidad de ciertos caracteres.

Las razas actuales de gallinas tienen un mismo origen genético, descienden del gallo rojo de Tailandia, *Gallus gallus bankiva*, siendo la especie moderna, *Gallus gallus domesticus*. La domesticación tuvo lugar en el sudeste asiático hace 4000 a 6000 años y fue introducida en Europa gracias a las migraciones indoeuropeas. Los romanos extendieron el concepto de la avicultura productiva, pero fueron los musulmanes españoles quienes adquirieron grandes conocimientos y gran destreza en su práctica (Castelló *et al.*, 1989).

La expansión mundial de aquellas primeras aves domesticadas en el sudeste asiático, los efectos de la selección natural y la selección del hombre según su cultura ha dado lugar a la extensa variedad de colores, morfologías y tamaños de la especie *Gallus gallus domesticus* (Francesch, 2006). En Inglaterra se desarrollaron principalmente las razas Cornish y Sussex, en España la Castellana negra, la Prat catalana y la Andaluza, mientras que en Italia se consolidó la Livornesa, que cruzada con gallinas de la raza Andaluza dio lugar a la Legornesa. Este cruce se exportó a EEUU convirtiéndose en el origen de la actual raza Leghorn, en EEUU también se crearon las razas Rhode Island Plymouth rock y la Wyandotte.

La raza Leghorn es el origen de todas las actuales gallinas ligeras, con un peso corporal de 1.7 a 1.8 kg, mientras que las gallinas pesadas, que tienen pesos corporales de 2 a 2.1 kg proceden de Cornish. Las aves semipesadas de huevo marrón proceden de diversos cruzamientos entre estirpes de raza Rhode Island.

En EEUU en los años 1950 y poco después en Europa empezó la producción de huevos con gallinas de razas selectas y de razas mejoradas (Castelló *et al.*, 1989). En la actualidad, las explotaciones destinadas a la producción de huevos están constituidas en

1. INTRODUCCIÓN

su mayoría por estirpes de gallina de huevo blanco que proceden de cruzamientos de la raza Leghorn y las estirpes de gallinas de huevo marrón proceden de estirpes semipesadas obtenidas de cruces entre razas ligeras, muy productoras de huevos, y razas pesadas para obtener mayor peso corporal, mayor consumo de pienso y mejores tamaños de los huevos (Castelló *et al.*, 2010).

Hoy en día, también se están haciendo esfuerzos por mantener y recuperar razas autóctonas ya que su adaptación al medio y su rusticidad les confieren una mayor resistencia a las enfermedades de la zona y permite disminuir la dependencia de instalaciones (Martín *et al.*, 2006). Las razas autóctonas tienen la capacidad de subsistir con una alimentación de menor calidad que las razas selectas, lo cual también permite disminuir los costes de alimentación. En este sentido, el Programa de Conservación de Razas Españolas de Gallinas llevado a cabo entre 1975 y 2010, inició su actividad creando estirpes cerradas de las distintas razas de gallinas españolas, que estaban desapareciendo. Durante ese periodo se produjo una importancia creciente de la producción de calidad alternativa a la industrial, lo que encaminó el Programa a la recuperación de las razas autóctonas bien adaptadas a los sistemas de producción sobre yacija o al aire libre (Campo, 2010). Las razas productivas tradicionales incluidas en el programa son la Castellana negra, la Andaluza negra barrada, la Andaluza perdiz, la Prat leonada y la Prat blanca (figura 11).



Castellana Negra



Andaluza Negra barrada



Andaluza perdiz



Prat Leonada



Prat Blanca

Figura 11. Gallinas de las razas incluidas en el Programa de Conservación de Razas Españolas de Gallinas.

1.9. LA PUESTA DE HUEVOS

La puesta de huevos comprende tres procesos cíclicos: la ovulación, la formación del huevo y la ovoposición.

La ovulación o la dehiscencia folicular: Se produce cuando el folículo más grande madura produciendo progesterona y cuando se libera la hormona luteinizante en la hipófisis. Entre las hormonas progesterona y la hormona luteinizante existe un mecanismo de retroalimentación positiva (*feed-back*), es decir, la secreción de la hormona luteinizante estimula la liberación de progesterona y la secreción de progesterona estimula la liberación de la hormona luteinizante. Esta retroalimentación positiva continúa hasta la ruptura del folículo que permite que el óvulo salga del ovario y pase rápidamente al infundíbulo. El óvulo sale del ovario por el estigma, una zona no vascularizada por lo que no deben producirse hemorragias. La liberación de la yema desde el ovario se produce de 8 a 10 horas después del pico de la hormona luteinizante y la puesta del huevo totalmente formado se realiza unas 24 horas después. La siguiente ovulación se produce unos 30 minutos más tarde, de manera que las ovoposiciones se realizan de día (periodo de luz) y se van retrasando en el tiempo.

Una gallina es capaz de poner entre 20 y 40 huevos durante varios días consecutivos, lo que se denomina serie y termina con un parón de 1 o 2 días sin poner huevos (Barroeta, 2002). El número de huevos de la serie marca la tasa de producción de la gallina o del lote de gallinas y disminuye con la edad.

Las anomalías en la ovulación se producen por la presencia de dos yemas en el huevo, por una doble dehiscencia folicular debido a fallos en los mecanismos reguladores, por la reabsorción o ruptura del folículo, o por la presencia de manchas de sangre que se deben a hemorragias producidas durante la ovulación. Las manchas de sangre son pigmentaciones oscuras de pequeño tamaño en el albumen. Algunos componentes en la dieta también pueden favorecer su presencia como la deficiencia de Ca, P, Se y Cl, un déficit de vitamina K y A, por ejemplo por tratamiento con sulfamidas, el aumento de proteína y la soja cruda (Sutcliffe y Boorman, 1998; Barroeta, 2002).

La formación del huevo en el oviducto: El óvulo transita por el infundíbulo durante 15 minutos en los que las glándulas infundibulares secretan la membrana vitelina que es la última capa de la yema, y por tanto finaliza el proceso de formación de la yema.

1. INTRODUCCIÓN

En el magnum o magno se produce la secreción de las proteínas de la clara, las células caliciformes secretan la ovomucina y la avidina y las células tubulares secretan la ovoalbúmina y la lisozima que equivalen al 80% de los componentes de la clara. El 55% de las proteínas se producen durante las 23 horas de intervalo entre el paso de una yema y la siguiente, el 45% se produce durante las 3 horas que dura el tránsito de la yema por esta parte del oviducto. La síntesis proteica se efectúa de forma continuada, pero aumenta cuando la yema entra en el magno. La distensión tisular que produce la yema a su paso por el oviducto, provoca la liberación de las proteínas almacenadas en las células que se van depositando durante las 3 horas y 30 minutos que tarda este proceso (Barroeta, 2002).

En el siguiente tramo, el istmo, las glándulas tubulares forman las membranas testáceas o fáfarras que son permeables al agua y a algunos minerales. También se inicia la hidratación del albumen.

El útero complementariamente al magno, es responsable de las propiedades fisicoquímicas de la clara y de la situación de la yema, es decir su función es determinante en la calidad interna del huevo. El huevo transita durante 20-21 horas durante las cuales el albumen por hidratación duplica su volumen, se incorporan minerales como sodio, potasio y bicarbonato y se forman las chalazas como resultado de la torsión de las fibras de mucina que se produce cuando el huevo desciende, su función es mantener la yema centrada.

Las anomalías del huevo en la formación del albumen son diversas entre las que destaca, la formación de huevo sin yema por la presencia de un cuerpo extraño en el magno que desencadena el depósito del albumen, la formación de huevos con la clara fluida y la presencia de manchas de carne por inclusiones en el albumen de manchas de sangre o restos de tejido ovárico o epitelio del producto desprendido durante la formación del huevo. El principal factor responsable de su aparición es el origen genético, siendo menos frecuente en las estirpes de cáscara blanca. Puede deberse a una partenogénesis espontánea, es decir el desarrollo embrionario de un ovulo no fecundado y en otros casos no son orgánicos sino restos de calcita (Barroeta, 2002).

En el útero también se localizan las células calcíferas responsables de la secreción de bicarbonato necesario para la formación de la cáscara, el depósito de carbonato cálcico es constante (0.3 mg/hora) hasta 2-3 horas antes de la ovoposición. El carbonato cálcico se deposita sobre la membrana testácea, los conos mamilares actúan como

1. INTRODUCCIÓN

núcleos de osificación. Durante el periodo de puesta, se incrementan las tasas de absorción, depósito y almacenamiento de calcio porque se incrementa la transferencia de calcio desde la sangre a la superficie, donde precipita el ion carbonato y porque aumenta la apetencia específica por el calcio que se traduce en un mayor consumo diario.

El calcio de la cáscara proviene de la alimentación, la absorción intestinal de calcio de las gallinas es del 80%, pero también puede provenir del hueso medular ya que las gallinas pueden movilizar el calcio de los huesos para incorporarlo a la cáscara cuando el aporte en la dieta es insuficiente.

En el fluido uterino también se encuentran los precursores de las proteínas que constituyen la matriz orgánica de la cáscara. La parte orgánica representa un 2% del total de la cáscara y está constituida por una mezcla de proteínas y glucoproteínas (70%) con un 11% de polisacáridos. Esta matriz se integra en el crecimiento de las columnas de calcita, dando elasticidad y consistencia a la cáscara. Las últimas 2-3 horas que el huevo se encuentra en el útero se depositan los pigmentos y la cutícula.

Las anomalías en la formación de la cáscara dan lugar a huevos en fáfara (sin cáscara o con la cáscara muy fina) que se producen por fuertes contracciones uterinas que provocan la expulsión del huevo de forma prematura del oviducto. El estrés de las aves al principio de la formación de la cáscara aumenta la incidencia de estos problemas (Reynard y Savory, 1999). Huevos prefisurados *in vivo* (a los que se les ha roto la cáscara durante su formación debido a un cambio en el tono muscular del oviducto, incluso en la misma glándula cascarógena y que después ha sido reparada). Se suele dar en los lotes con densidad elevada de gallinas, en las gallinas sometidas a estrés durante la formación de la cáscara y en aquellas a las que se les controla el fotoperiodo por encima de 15 horas de luz. Huevos con cáscaras porosas, que carecen del aspecto liso y brillante normal, se observa un velado mate, blanuzco en las cáscaras de color, más claro de lo normal. Estas cáscaras no tienen cutícula orgánica y poseen una porosidad muy elevada por lo que son mucho más sensibles al ataque microbiano. Puede afectar a todo el huevo o solo a una pequeña superficie (Conso, 1998). Huevos con cáscaras rugosas, con asperezas o granos que aparecen debido a una formación incompleta de las fibras de las membranas de la cáscara. Las asperezas suelen aparecer en los polos y se deben al depósito de descamaciones u otros cuerpos extraños sobre la cáscara en formación y que luego se recubren de carbonato cálcico. Huevos con cáscaras

1. INTRODUCCIÓN

manchadas debidas a la presencia de agua procedente del interior del huevo por la alteración de la formación de la trama proteica sobre la que se construye la capa mamilar. Las pequeñas manchas marrones o de salpicaduras de calcio, se deben principalmente a una retención excesiva del huevo en la glándula de la cáscara y a la distribución irregular de los pigmentos que la colorean. Huevos diana, que responde a la presencia de un anillo de calcio (Solomon, 2000) que corresponde a la zona de contacto entre dos huevos en el oviducto, se produce por la retención de un huevo. Huevos con fisuras o con agujeros, producidos por impactos como pisadas de las ponedoras o por golpes producidos durante la recogida. Huevos con dos cáscaras que se producen por una situación de estrés grave en el momento en que se va a producir la ovoposición (Solomon, 2000), el huevo en vez de ser expulsado vuelve al oviducto y se crea una segunda cáscara.

La ovoposición: El útero está formado por fibras musculares ya que es la responsable de las contracciones que conducen el huevo ya formado a la vagina. El huevo sale rápidamente al exterior sin tocar la cloaca porque la vagina se prolapsa. Las gallinas aumentan alrededor de un grado su temperatura antes de puesta, se interrumpe la defecación y el consumo de pienso y agua. Normalmente buscan un nido donde poner el huevo. El 80% de las aves ponen sus huevos por la mañana, se cree que está regulado por las prostaglandinas E y F y por la progesterona (Buxadé *et al.*, 1995).

El huevo sale humedecido y a unos 41 °C, en el exterior al enfriarse, el contenido del huevo se retrae y se introduce aire externo. Las membranas testáceas se separan en el polo menor, dando lugar a la cámara de aire.

2. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO

2. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO

2.1. OBJETIVOS

El huevo es un alimento que se incluye en la compra de forma habitual, se considera un alimento básico y de alto valor biológico ya que aporta una cantidad significativa de proteína de fácil digestión y un perfil de aminoácidos esenciales similar al que se considera ideal para el ser humano. En la actualidad el consumidor puede comprar diferentes tipos de huevos en función del peso y del sistema de cría de las gallinas. El precio de los huevos varía entre un tipo de producción u otro, sin embargo el consumidor desconoce si la calidad del huevo se ve comprometida por el alojamiento de las gallinas o por el pienso que consumen. Las revisiones bibliográficas consultadas (Sauveur, 1991; Lund y Algers, 2003; Holt *et al.*, 2011) sobre el efecto del alojamiento y de la alimentación en la calidad del huevo concluyen que el número de estudios que evalúan es pequeño y que los resultados obtenidos no muestran diferencias claras.

Los parámetros de calidad del huevo están definidos por la industria del huevo desde un punto de vista más comercial e industrial que desde un punto de vista nutricional. Es necesario profundizar en la calidad del huevo en su aspecto más nutricional y establecer las relaciones entre los diferentes parámetros de calidad externa, interna y nutricional.

La mayoría de las investigaciones realizadas tienen como objetivo la comparación dentro de la avicultura convencional de los parámetros de calidad de los huevos de gallinas criadas en jaula, en suelo y camperas, algunos estudios engloban a las gallinas camperas dentro de los sistemas alternativos pudiendo confundirlas con gallinas ecológicas, es importante destacar que la alimentación de las aves camperas se basa en piensos con aditivos y con formulados a partir de maíz y soja transgénica, que están prohibidos en los piensos ecológicos, y la densidad permitida para las gallinas camperas es mayor que la permitida en el sistema ecológico. La única similitud con la producción orgánica es que tienen acceso al patio exterior, pero las dimensiones son menores.

El número de estudios que determinan la calidad del huevo es todavía menor si se evalúa la producción de huevo en un sistema ecológico, en parte por la gran variabilidad existente entre las granjas ecológicas. Por el contrario, las condiciones de producción de las granjas convencionales son homogéneas, existiendo pequeñas diferencias, en cuanto al manejo y en alimentación, pero en cualquier caso, más estables que las variaciones existentes entre las granjas ecológicas. Las granjas de este tipo, deben cumplir la normativa específica de producción orgánica o ecológica siendo la composición de la

2. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO

alimentación muy diversa ya que se permite alimentar a las gallinas, y de hecho es una recomendación, con los productos procedentes de la práctica agrícola también ecológica, que se realice en la propia explotación. Este hecho unido a que las gallinas pueden comer hierbas e insectos que se encuentren en el patio exterior hace que se produzca una gran variabilidad en la dieta de las gallinas de diferentes explotaciones avícolas ecológicas.

Con todo ello, teniendo en cuenta la variabilidad en cuanto a la alimentación de las gallinas en las explotaciones ecológicas, el principal objetivo de este trabajo es tipificar la calidad del huevo de gallina de producción ecológica y de producción convencional mediante la evaluación de los diferentes parámetros de calidad externa, interna y nutricional (figura 12).



Figura 12. Variables estudiadas en el huevo de producción ecológica y convencional, en función de los parámetros de calidad externa, interna y de calidad nutricional.

Teniendo en cuenta que las granjas que han facilitado las muestras de huevos para el estudio, cuentan con diferentes edades de gallinas, diferentes razas productivas, etc., los objetivos específicos del presente trabajo son:

Objetivo 1: Estudiar la influencia del sistema de producción en los parámetros de calidad externa, interna y de composición nutricional, de huevos procedentes de explotaciones ecológicas y convencionales en jaula.

2. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO

Objetivo 2: Estudiar el efecto del tipo de gallina en los parámetros de calidad del huevo en función del sistema productivo (gallinas ecológicas y gallinas convencionales en jaula).

Objetivo 3: Evaluar el efecto de la edad de las gallinas convencionales en jaula en los parámetros de calidad del huevo.

Objetivo 4: Analizar las relaciones entre los parámetros de calidad del huevo.

Objetivo 5: Tipificar el huevo en función de los parámetros discriminantes de calidad interna, externa y nutricional.

2.2. PLAN DE TRABAJO

Para llevar a cabo los objetivos planteados, se diseña un plan de trabajo que cuenta con una serie de granjas de puesta de producción ecológica y convencional distribuidas por Andalucía y la Comunidad Valenciana. Se analizan 20 tandas de huevos convencionales y 15 tandas de huevos ecológicos. Las muestras de huevos se reciben en el laboratorio, debidamente identificadas, transportadas sin refrigeración, pero en envases aislantes. Cada tanda recibida contiene entre 24 y 32 huevos, de los cuales se eliminan aquellos con la cáscara rota y de los restantes se seleccionan 18 al azar que se identifican con un número y sobre los que se llevarán a cabo las diferentes analíticas. Así sobre los 18 huevos de cada tanda se determinan los parámetros de calidad externa y los parámetros de calidad interna, y sobre 12 huevos se realizan parámetros de calidad nutricional (figura 13).

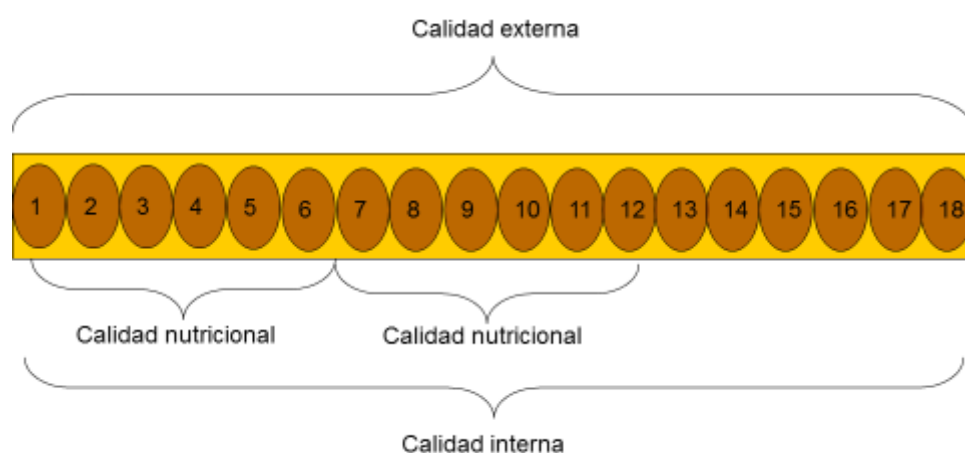


Figura 13. Representación de la distribución de número de muestras, por tanda, en función de las determinaciones analíticas.

La distribución temporal de los análisis se realiza teniendo en cuenta que algunos parámetros pueden variar con el tiempo. Así, el mismo día de la recepción de las muestras se analiza la calidad externa para todas las muestras individuales de cada

2. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO

tanda. En este día también se inicia la determinación de la humedad de 12 huevos y la determinación del contenido en minerales totales o cenizas de 6 huevos de cada tanda. Para la determinación de la proteína y grasa se homogeneizan la clara y la yema, de cada huevo individual, mediante batido manual, y se congelan en 2 recipientes para determinar más adelante, el contenido en nitrógeno, el contenido en grasa y el perfil lipídico. Por último, de otros 6 huevos de la misma tanda se congela la yema en un recipiente para determinar el contenido en carotenoides (figura 14). El proceso de congelación no afecta a la cuantificación de estos parámetros y permite una mejor distribución del trabajo (Wagner y Añon, 1985).

Para la determinación de la cantidad de carotenoides, se recurre a concentrar el análisis de un número elevado de muestras, a partir de las yemas congeladas, ya que requiere un patrón específico. Analizar el mayor número de muestras por tanda de carotenoides, de forma conjunta, optimiza los resultados.

Los análisis relacionados con la calidad interna, en función de la calidad del albumen y la calidad de la yema se realizan en los días siguientes a la recepción de las muestras, con un máximo de 4 días desde su recepción.

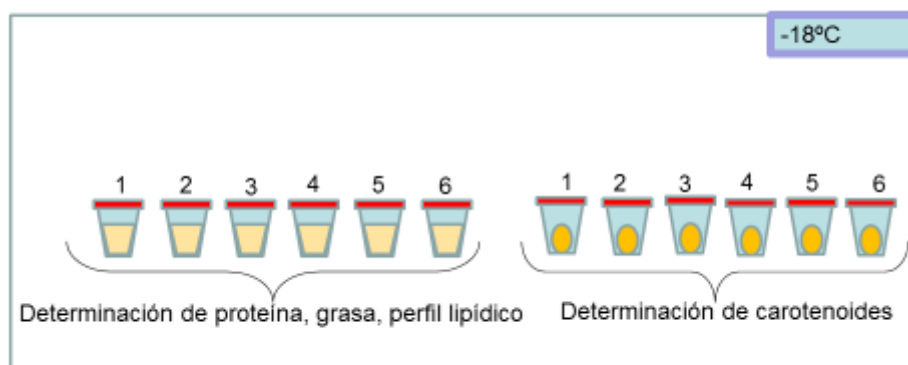


Figura 14. Representación de la distribución de muestras congeladas a -18°C , por tanda, en función de las determinaciones analíticas.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. MUESTRAS Y MATERIALES

3.1.1. Procedencia de las muestras de huevo

Las muestras de huevos del estudio llegaban directamente al laboratorio, pero se recogían *in situ* en las diferentes granjas y se clasificaban en origen, de manera que todas las tandas de huevos analizados pertenecen a la categoría A, es decir, están destinados al consumo humano directo, excepto una tanda cuyo destino es la fabricación de ovoproductos.

Todas las granjas que proporcionan las muestras de huevos ecológicos a estudiar, están dentro del territorio español, en concreto, 7 granjas ubicadas en Andalucía y una en la Comunitat Valenciana. En todos los casos, las explotaciones están certificadas por el organismo autorizado de Agricultura Ecológica de cada Comunidad Autónoma. Los análisis de las 15 tandas de huevos ecológicos de Andalucía se realizan desde junio de 2007 hasta julio de 2008 y la tanda de huevos ecológicos de la provincia de Valencia se analiza en octubre de 2013.

Los huevos de producción convencional proceden de granjas de gallinas de puesta alojadas en jaulas, ubicadas en la Comunitat Valenciana y pertenecientes a cuatro productores diferentes. Se analizan 20 tandas convencionales de diciembre de 2012 a noviembre de 2013.

Cada tanda de huevos consta de entre 18 y 30 huevos. Cada tanda incluye toda la información disponible y requerida para la trazabilidad de las muestras, como la fecha de puesta de los huevos, la raza de la gallina, la edad de la gallina, tipo de alimentación, etc. La tabla 12 muestra un resumen de los datos descriptivos de la procedencia de las muestras.

En el caso de las granjas convencionales se conoce la edad exacta de las gallinas en el momento de la puesta y la composición del pienso. No se puede determinar con exactitud la dieta de las gallinas ecológicas ya que tienen acceso a los patios exteriores y son alimentadas de forma preferente con productos cultivados en la misma explotación.

Los tipos de gallina de las cuales proceden los huevos estudiados son *Hyline Brown*, *Lohmann Brown*, *ISABrown*, *Bovans Brown*, Castellana Negra y Andaluza Azul. Las cuatro primeras se consideran líneas comerciales de gallinas y las dos últimas razas de gallinas. La FAO define raza como el grupo específico de animales domésticos con características externas definidas e identificables que le permiten, por apreciación visual,

3. MATERIAL Y MÉTODOS

ser diferenciado de otros grupos de animales de la misma especie. El catálogo oficial de razas de ganado de España incluye a la raza aviar Andaluza Azul y la Castellana Negra en el grupo de razas autóctonas en peligro de extinción (MAGRAMA, 2015b). Actualmente, la gallina Andaluza Azul está desvinculada de la producción a gran escala, siendo su uso más extendido el de exposición y el de pequeños productores locales, los huevos obtenidos de estas gallinas presentan un peso medio de 70-80 g. La gallina Castellana Negra tiene como aptitud principal la producción de huevos que se caracterizan por la dureza de la cáscara y por un tamaño elevado. Se trata de una raza muy rústica y resistente a enfermedades.

Tabla 12. Resumen de la procedencia, el tipo de explotación y el número de las muestras.

| Tipo de producción | Tipo de gallina | Localización (provincia) | Número de tandas | Número de huevos/tanda |
|--------------------|------------------------------|--------------------------|------------------|------------------------|
| Ecológica | <i>ISABrown x Castellana</i> | Córdoba | 2 | 20 |
| Ecológica | <i>ISABrown</i> | Málaga | 3 | 30 |
| Ecológica | <i>Andaluza Azul</i> | Huelva | 1 | 30 |
| Ecológica | <i>ISABrown</i> | Córdoba | 2 | 30 |
| Ecológica | <i>ISABrown</i> | Jaén | 4 | 18 |
| Ecológica | <i>Andaluza azul</i> | Huelva | 1 | 22 |
| Ecológica | <i>Hyline</i> | Granada | 1 | 22 |
| Ecológica | <i>ISABrown</i> | Valencia | 1 | 18 |
| Convencional | <i>Hyline</i> | Castellón | 5 | 18 |
| Convencional | <i>ISABrown</i> | Valencia | 1 | 18 |
| Convencional | <i>Lohmann</i> | Valencia | 7 | 18 |
| Convencional | <i>Hyline</i> | Valencia | 3 | 18 |
| Convencional | <i>ISABrown</i> | Valencia | 1 | 18 |
| Convencional | <i>Bovans brown</i> | Valencia | 1 | 18 |
| Convencional | <i>Lohmann</i> | Valencia | 1 | 18 |
| Convencional | <i>Lohmann</i> | Valencia | 1 | 18 |

Entre el término raza y línea, las gallinas también se pueden clasificar por estirpe y por variedad, la diferencia básica es el número de animales de los que se ha partido para obtener un conjunto de animales con unas características uniformes que se transmiten a la descendencia.

Las gallinas que se emplean para la producción de huevos son de la estirpe semipesada que ponen el huevo moreno y de la estirpe ligera que ponen el huevo blanco. Las estirpes denominadas pesadas se emplean para la producción de carne. Una estirpe puede definirse como el conjunto de animales que pertenecen a la misma raza y variedad y se caracterizan por la uniformidad en los aspectos productivos y morfológicos.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

La tabla 13 incluye información sobre la clasificación zootécnica, origen de la estirpe, peso medio que alcanza la gallina al final de la producción y el color de la cáscara del huevo, parámetros todos ellos que tipifican a este factor productivo.

Tabla 13. Características de los tipos de gallina empleadas en los diferentes sistemas productivos.

| Tipo de gallina | Clasificación zootécnica | Estirpe de origen | Peso medio de la gallina al final de la producción (kg) | Color del huevo |
|----------------------|--------------------------|-------------------|---|-----------------|
| <i>Hylina Brown</i> | línea | semipesada | 2 | Marrón |
| <i>Lohmann Brown</i> | línea | ligera | 1.9-2.1 | Marrón |
| <i>ISABrown</i> | línea | ligera | 1.975 | Marrón |
| <i>Bovans brown</i> | línea | ligera | 1.975 | Marrón |
| Castellana Negra | raza | semipesada | 2-2.5 | Blanco |
| Andaluza Azul | raza | semipesada | 2.5 | Blanco |

3.1.2. Equipos analíticos

Para el procesado general de las muestras y de forma general en las determinaciones realizadas, se han empleado además del material volumétrico de vidrio usual del laboratorio, un separador de clara y yema y un tamiz o colador, con una luz de aproximadamente 2 mm (figura 15).

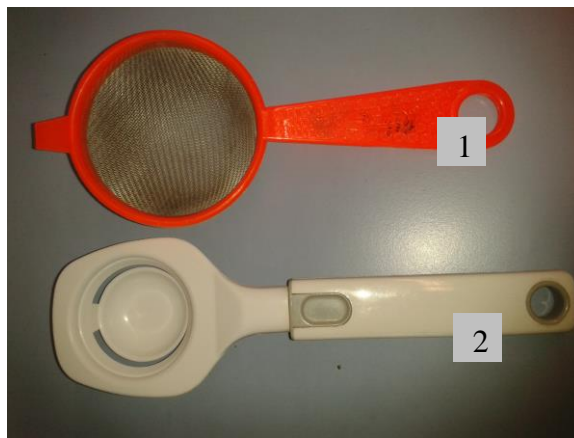


Figura 15. Tamiz (1) y separador de clara y yema (2).

Los equipos específicos necesarios para realizar las diferentes determinaciones son:

- Balanza analítica monoplato (Cobos) con una precisión de ± 0.001 g, empleada para las determinaciones gravimétricas (figura 16).
- Mesa de calidad (figura 17), empleada para depositar el contenido del huevo después de romper la cáscara. Debe ser transparente para poder observar todo el contenido, y debe estar adecuadamente equilibrada para que las valoraciones del albumen sean correctas.

3. MATERIAL Y MÉTODOS



Figura 16. Balanza analítica de precisión ± 0.001 g.



Figura 17. Mesa transparente para evaluación de calidad del huevo.

- Mufla (Carbolite), con rango de temperaturas de 600 °C, empleada para la mineralización de las muestras.
- Estufa con aire forzado (P- selecta Digitronic).
- Colorímetro (Konica Minolta Photo Imaging Inc., Mahwah, NJ, EEUU) para superficies alimentarias, permite determinar el color mediante la obtención de tres valores dentro de la escala CIELAB. Los tres parámetros en el modelo representan la luminosidad de color (L^* , $L^*=0$ rendimientos negro y $L^*=100$ indica blanco), su posición entre rojo y verde (a^* , valores negativos indican verde mientras valores positivos indican rojo) y su posición entre amarillo y azul (b^* , valores negativos indican azul y valores positivos indican amarillo).
- Escala de color Roche (figura 18) clasifica la intensidad de color de la yema. Se trata de un abanico con una gama de colores progresiva, desde el amarillo hasta el rojo.



Figura 18. Escala Roche para evaluar el color de la yema del huevo.

- Tornillo micrométrico de trípode (figura 19). Consistente en un tornillo graduado, especial para realizar mediciones sobre la vertical, se emplea para medir la altura del albumen denso y la altura de la yema.



Figura 19. Tornillo micrométrico de trípode.

- Pie de Rey digital (Comecta) con lectura digital, tiene una precisión de ± 0.01 . Se emplea para medir anchura y longitud el huevo entero, espesor de la cáscara, diámetro del albumen denso y de la yema.
- Equipo Kjeldhal Foss Tecator 2006 (Foss, Hilleroed, Denmark) de determinación semiautomática de nitrógeno, consta de una batería de digestión de seis posiciones *2006 digstor foss tecator* y de un equipo de destilación *2100 kejltec distillation unit foss tecator*.
- Placa calefactora (Hotplate SB 500 Stuart) se emplea para mantener la temperatura durante la hidrólisis ácida en la cuantificación de la grasa.
- Equipo Soxhlet semiautomático (Foss 2050 Soxtectm) empleado para la extracción automática de la grasa (figura 20).

3. MATERIAL Y MÉTODOS

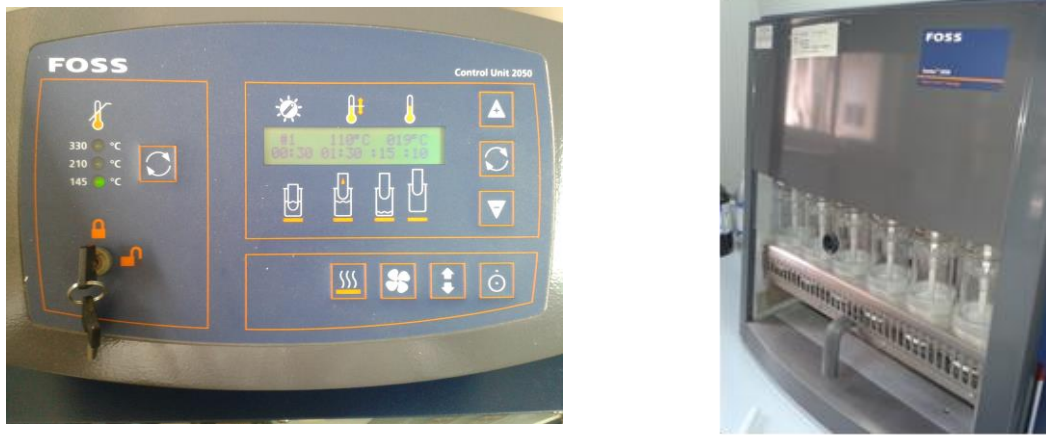


Figura 20. Equipo Soxhlet semiautomático para determinación de grasa.

- Cromatógrafo de gases (Varian Star 3400cx) empleado para la determinación del perfil lipídico. Consta de inyector automático Combipal CTC y detector FID (detector de llama). La columna es el modelo RTX 2330 Restek (10% cianopropilfenil polioxilano) y se programa a una temperatura inicial de 70 °C que se mantiene por 3 minutos y luego se hace aumentar hasta 260 °C (10 °C/min). El gas de arrastre es helio, la temperatura del inyector son 230 °C y la temperatura del detector 260 °C (figura 21).



Figura 21. Cromatógrafo de gases para determinación del perfil lipídico de la grasa y detalle de las condiciones de lectura.

- Espectrofotómetro UV/Vis (Jenway 6305) empleado en la determinación del contenido en carotenoides totales en la yema de huevo.
- Centrífuga (Jouan) utilizada en la separación de las diferentes fases en la determinación de carotenoides y en la preparación de la muestra para conocer el perfil lipídico.

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. Parámetros de calidad externa del huevo

- Calibre o peso del huevo. La determinación del calibre del huevo se realiza mediante la pesada individual de cada uno en la balanza analítica.
- Índice de forma del huevo (IF). Este índice relaciona el diámetro en el ecuador con la longitud del huevo (Narushin y Romanov, 2002; Khalafalla y Bessei, 1995) y permite clasificar a los huevos como alargado, si el índice es inferior a 73, óptimo si el valor se encuentra entre 73 y 76 o redondeado si el índice es superior a 76. Para la determinación de la longitud del huevo y del diámetro ecuatorial se emplea un pie de Rey con una precisión de ± 0.01 mm. Para obtener el índice de forma se emplea la expresión:

$$IF = \frac{\text{Diámetro ecuatorial}}{\text{Longitud}} \times 100$$

- Índice de color de la cáscara (ICC). El primer paso en la determinación es medir el patrón, un referente en blanco. Una vez calibrado el colorímetro se procede a las determinaciones de las muestras (figura 22). Para ello se realizan dos medidas por huevo en diferentes partes de la cáscara. La diferencia de color expresada como $dL^*da^*db^*$ aparece en la pantalla del equipo.

Los valores de $dL^*da^*db^*$ obtenidos se transforman en el índice de color de la cáscara (ICC) mediante la fórmula (Vignoni *et al.*, 2006):

$$ICC = \frac{\frac{a_1 + a_2}{2}}{\frac{(L_1 + 100) + (L_2 + 100)}{2} \times \left(\frac{b_1 + b_2}{2}\right)}$$

Donde a_1 , a_2 , L_1 , L_2 , b_1 y b_2 son los valores obtenidos en las dos medidas realizadas con el colorímetro.

Cuando el valor del ICC está entre -2 a +2, representa el amarillo verdoso. Si el ICC está entre +2 a +20, se relaciona con los colores que van desde el amarillo pálido al naranja intenso, si está entre +20 a +40, se relaciona con los colores que van desde el naranja intenso al rojo profundo.

3. MATERIAL Y MÉTODOS



Figura 22. Mediciones del colorímetro en la cáscara del huevo.

- Índice de deposición de la cáscara (IDC). La resistencia de la cáscara puede evaluarse mediante métodos directos como la resistencia a la deformación, al aplastamiento, a la punción o al impacto y también mediante métodos indirectos como el IDC. Los métodos directos se emplean para evaluar las propiedades mecánicas de la cáscara y los métodos indirectos evalúan las propiedades físicas. En cualquier de los dos casos, se evalúan las propiedades estructurales.

El IDC se calcula en función del peso total del huevo, cuánto mayor sea el índice de deposición mayor será la resistencia de la cáscara.

En la determinación, la cáscara con las membranas testáceas se lava cuidadosamente con agua destilada. A continuación se deja escurrir sobre papel secante y se introduce en la estufa hasta peso constante, aproximadamente 24 h a 100 °C. Se deja enfriar en un desecador y posteriormente se pesa con una precisión de ± 0.001 g.

Para calcular el IDC según el peso de la cáscara por unidad de superficie total se aplican las siguientes expresiones (Rabie *et al.*, 1997; Carter, 1975):

$$IDC = \frac{C}{S} \times 100$$

Donde:

C es el peso de la cáscara en g

S es la superficie de la cáscara en cm^2 , siendo $S = 3.978 \times P^{0.7056}$

P es el peso del huevo entero en g

- Espesor de la cáscara (EC). Una vez lavada y desecada la cáscara, se mide el espesor del polo mayor (E_1), del polo menor (E_2) y del ecuador (E_3) con el pie de Rey digital, siendo el EC el valor promedio de las tres medidas, expresado en mm:

$$EC = \frac{E_1 + E_2 + E_3}{3}$$

- Porcentaje de cáscara. Una vez lavada y secada la cáscara se pesa la cáscara del huevo y se expresa en porcentaje frente al peso total del huevo:

$$\text{Cáscara (\%)} = \frac{C}{P} \times 100$$

Donde:

C es el peso de la cáscara en g

P es el peso del huevo entero

3.2.2. Parámetros de calidad interna del huevo

- Unidades Haugh. Raymond Haugh definió un índice para determinar la calidad del huevo, que se conoce como unidades Haugh (Haugh, 1937), y que es el resultado de la expresión logarítmica entre el peso y la altura del albumen. Para calcularla, se mide la altura del albumen en dos puntos diferentes con el tornillo micrométrico de trípode y se aplica la media aritmética. La medida debe realizarse antes de que transcurra un minuto desde que se abre el huevo, ya que con el tiempo se pierde altura. La expresión de las unidades Haugh es:

$$UH = 100 \times \log[(AA - 1.7 \times P^{0.37}) + 7.57]$$

Donde:

UH son las unidades Haugh

AA es la altura media del albumen

P es el peso del huevo con cáscara

- Índice del albumen denso (IAD). Este parámetro se determina midiendo el diámetro mayor y menor del albumen (b_1 y b_2 respectivamente) y el diámetro mayor y menor de la yema (a_1 y a_2 respectivamente) (Overfield, 1996). El índice se establece mediante la expresión:

$$IAD = \frac{H}{A} \qquad A = \frac{b_1 + b_2 - a_1 - a_2}{4}$$

Donde:

H es la altura del albumen denso

A es la anchura media del albumen denso

3. MATERIAL Y MÉTODOS

- Porcentaje de albumen denso (PAD). En la determinación del porcentaje de albumen denso, se separa el albumen de la yema, con un separador de yema, y el albumen se deposita sobre un tamiz de 2 mm durante 3 minutos. El albumen fluido pasa por el tamiz y se queda retenido el albumen denso. Se pesan ambos tipos de albúmenes y el valor del albumen denso se expresa mediante la expresión:

$$PAD = \frac{\text{Peso del albumen denso (g)}}{\text{Peso del albumen total (g)}} \times 100$$

- Porcentaje de albumen total (AT). Una vez separada la yema del albumen, se pesa el albumen individualmente, y el valor porcentual del albumen se determina como:

$$\text{Albumen (\%)} = \frac{PA}{P} \times 100$$

Donde:

PA es el peso del albumen en g

P es el peso del huevo entero en g

- Índice de forma de la yema (IFY). Para calcular el índice de forma de la yema es necesario conocer la altura de la yema (AY), que se mide con el tornillo micrométrico y los diámetros menor a_1 y mayor a_2 de la yema que se miden con el pie de Rey. Su valor se determina mediante la expresión:

$$IFY = \frac{AY}{DMY} \times 100 \qquad DMY = \frac{a_1 + a_2}{2}$$

Dónde

DMY es el diámetro medio de la yema

- Color de la yema. El color de la yema se mide mediante dos métodos, empleando el colorímetro y mediante la escala Roche.

Para las mediciones colorimétricas, se sitúa el colorímetro sobre la yema, en contacto pero con cuidado para no romperla y se registran las coordenadas “a”, “b” y “L”, con estos tres datos se calcula el índice de color de la yema (ICY). Se puede identificar, de forma precisa, cada color mediante los valores “a” y “b” y su brillo (“L”). Los tres parámetros del modelo representan la luminancia del color. Cuánto más elevado es “b” más amarilla es la yema y cuánto más elevado es “a” más roja es la yema, por lo que valores elevados de índice de color de la yema corresponden a yemas más

3. MATERIAL Y MÉTODOS

rojas y valores bajos a yemas más amarillas. El índice de color de la yema puede calcularse con la fórmula (Vignoni *et al.*, 2006):

$$ICY = \frac{a \times 1000}{L + 100} \times b$$

La escala Roche es un abanico de colores, desde el amarillo hasta el rojo numerada del 1 al 15, se emplea en la industria del huevo para determinar la intensidad del color de la yema. Cada color está identificado con un número, por comparación visual en el análisis. Se selecciona aquel color y por tanto el número que más se parezca en color a la yema objeto de evaluación.

- Porcentaje de yema. Una vez separada la yema del albumen, se pesa la yema individualmente, y el valor porcentual de la yema se determina como:

$$Yema(\%) = \frac{PY}{P} \times 100$$

Donde:

PY es el peso de la yema en g

P es el peso del huevo entero en g

3.2.3. Parámetros de calidad nutricional del huevo

- Contenido de humedad. La humedad o contenido en agua del huevo se calcula por método gravimétrico, para ello se pesan 4 g de huevo batido con 1.5 g de arena de mar lavada y secada. Se introducen en estufa a 100 °C durante 24 h o hasta peso constante. El contenido en humedad expresado en porcentaje se calcula mediante:

$$Humedad (\%) = \frac{\text{peso total inicial (g)} - \text{peso total final (g)}}{\text{peso de la muestra húmeda (g)}} \times 100$$

Donde:

peso total inicial = peso (g) de la cápsula de porcelana + peso (g) de la arena + peso (g) de varilla + peso (g) de la muestra húmeda

peso total final = peso (g) de la cápsula de porcelana + peso (g) de la arena + peso (g) de varilla + peso (g) de la muestra desecada

- Contenido mineral total expresado en cenizas. Se determina por método gravimétrico, para ello se pesan 2 g de huevo batido y se pre-desecan durante 30 minutos a 100 °C, antes de introducirlos en la mufla donde la temperatura aumenta 20 °C por minuto hasta alcanzar los 500 °C, temperatura a la que se mantienen durante 5

3. MATERIAL Y MÉTODOS

horas. El contenido mineral total, expresado en porcentaje de cenizas se calcula mediante:

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{\text{peso inicial (g)} - \text{peso final (g)}}{\text{peso de la muestra húmeda (g)}} \times 100$$

Donde:

peso inicial=peso (g) de la cápsula de porcelana+peso (g) de la muestra húmeda

peso final=peso (g) de la cápsula de porcelana+peso (g) la muestra incinerada

- Contenido de proteína bruta. El contenido en proteína de los huevos se obtiene a partir del contenido total en nitrógeno. Para determinar el contenido en nitrógeno se pesa 0.5 g de huevo batido, y se introducen en un tubo de digestión, se añade 4 g de mezcla de catalizadores (K_2SO_4 , $CuSO_4$ y Se en las proporciones 100:10:1, en peso) y 10 mL de mezcla de ácidos (H_3PO_4 y H_2SO_4 , en proporción 95/5). Las muestras se colocan en el digestor durante 45 minutos, una vez transcurrido ese tiempo, se deja enfriar alrededor 10 minutos y se añade 50 mL de agua destilada cuidadosamente. Esta etapa se realiza en tandas de 6 muestras. Durante la digestión se produce una reacción entre el nitrógeno y el ácido sulfúrico, dando lugar al sulfato de amonio que no es volátil. El nitrógeno de las proteínas se transforma en iones amonio, el ácido sulfúrico oxida la materia orgánica y se combina con el amonio formado. Los elementos carbono e hidrógeno se combinan para dar dióxido de carbono y agua.

La segunda parte de la determinación del nitrógeno consiste en una destilación, donde el amoniaco formado se destila y pasa a una disolución de ácido bórico que contiene los indicadores azul de metileno y rojo de metilo.

La última fase de la determinación consiste en una valoración. El anión borato formado es proporcional a la cantidad de nitrógeno formado y se determina volumétricamente frente a ácido sulfúrico valorado (Matissek *et al.*, 1992; Nielsen, 2003).

Es necesario realizar un blanco para sustraer a los resultados el nitrógeno que puede arrastrarse en todo el proceso, con los reactivos. El valor del nitrógeno se obtiene de la expresión:

$$N_{Total}(\%) = \frac{(V_m - V_b) \times f \times N \times 100}{\text{peso de la muestra}} \times 14$$

Donde:

3. MATERIAL Y MÉTODOS

V_m = Volumen de H_2SO_4 (mL) gastados en la muestra.

V_b = Volumen de H_2SO_4 (mL) gastados en el blanco.

f = Factor del H_2SO_4 .

N = Normalidad del H_2SO_4 .

Peso de la muestra húmeda (mg).

El porcentaje de nitrógeno se transforma en el porcentaje de proteína bruta aplicando el factor de corrección correspondiente, dependiendo del tipo de alimento, en el caso del huevo es 6.25, esto significa que de media, las proteínas del huevo contienen un 16% de nitrógeno.

- Determinación de carotenoides totales en la yema del huevo. Los carotenoides totales de la yema del huevo se miden como equivalentes del pigmento β -caroteno. La determinación se realiza con el método adaptado de *Association of Official Agricultural Chemists* (AOAC, 2000). Para la extracción de los pigmentos de la yema se pesa 0.2 g de la yema descongelada en un tubo de centrifuga y se añade 0.7 mL de NaCl al 5% y 1 mL de etanol. Se debe agitar en el vortex durante 30 segundos. Posteriormente se añade 2 mL de n-hexano y se agita otros 2 minutos en el vortex, la separación de las fases se observa tras la centrifugación a 3000 revoluciones por minuto durante 10 min. Se recoge la fase orgánica en un tubo y se reserva en un lugar oscuro mientras se repite la extracción desde la adición del n-hexano (Karadas *et al.*, 2006).

Para relacionar la lectura del espectrofotómetro con la cantidad de carotenos totales, es necesario llevar a cabo una curva patrón de β -caroteno en n-hexano, para ello se realizan cinco puntos de 0.8 $\mu\text{g/mL}$, 1.6 $\mu\text{g/mL}$, 3.2 $\mu\text{g/mL}$, 4.8 $\mu\text{g/mL}$ y 6.4 $\mu\text{g/mL}$ de la disolución. Las dos fracciones orgánicas recogidas (figura 23) y las muestras de la curva patrón, se miden en el espectrofotómetro UV/Vis a la longitud de onda de 445 nm. Para cada muestra se realizan tres mediciones. La concentración de carotenoides del extracto ($\mu\text{g/mL}$) se determina mediante la ecuación obtenida por medio de la curva estándar empleando como resultado la media de las tres mediciones realizadas.



Figura 23. Detalle de las fases en la extracción de los carotenoides del huevo.

- Contenido de grasa. Para extraer la grasa del huevo batido, se debe realizar previamente una hidrólisis ácida para romper las uniones de los lípidos enlazados tanto covalente como iónicamente a proteínas e hidratos de carbono (Nielsen, 2003). Para ello, se pesa de 10 a 20 g de huevo batido, se añade 70 mL de HCl 4 N y se lleva a ebullición suave durante una hora. Es necesario añadir unas bolitas de vidrio y tapar el Erlenmeyer con un vidrio de reloj para que la ebullición sea catalizada y controlada.

Una vez acabada la hidrólisis se filtra la muestra y se lava con agua templada hasta que el filtrado no dé una reacción ácida con el papel de tornasol. Los filtros que contienen la muestra se secan durante 12 h a temperatura ambiente y se introducen en la estufa a 100 °C durante una hora.

La segunda parte del método consiste en la extracción de la grasa, que se realiza con un equipo Soxhlet semiautomático que permite procesar seis muestras simultáneamente. Para ello, los pocillos del equipo se secan previamente en estufa con unas bolitas de vidrio, se enfrían en desecador y se pesan. Los filtros que contienen la muestra se introducen dentro de otro filtro con 0.5 g de sulfato sódico anhidro y se introducen en los cartuchos. En cada pocillo se vierten alrededor de 60 mL de éter de petróleo, se introducen los cartuchos en el equipo y se activa el programa que consiste en sumergir durante 30 minutos los cartuchos en el éter de petróleo, 1 hora y media de goteo por gravedad de la parte soluble, 8 minutos de evaporación y 3 minutos de secado. Al acabar la extracción se introducen los pocillos en la estufa durante una hora para completar la evaporación del éter de petróleo, se enfrían en el desecador y se pesan. La determinación de la grasa, expresada en porcentaje, se calcula mediante:

$$\text{Grasa (\%)} = \frac{\text{peso final pocillo (g)} - \text{peso inicial pocillo (g)}}{\text{peso de la muestra (g)}} \times 100$$

Donde:

peso final pocillo = peso (g) del pocillo + peso (g) la grasa extraída

3. MATERIAL Y MÉTODOS

- Cuantificación del perfil lipídico. La determinación cuantitativa y cualitativa de los ésteres metílicos de los ácidos grasos se realiza mediante cromatografía de gases siguiendo el método oficial del reglamento CEE n° 2568/91. La cromatografía de gases es un método apto para muestras de analitos que sean apolares y termoestables como es el caso de los lípidos.

Para obtener los ésteres metílicos de los ácidos grasos del huevo se pesan 100 mg de la grasa extraída del huevo en un tubo de metilación, se añade 2 mL de heptano y se agita ligeramente. Acto seguido, se añade 0.2 mL de hidróxido potásico 2 N y se agita enérgicamente durante 30 segundos. Para facilitar una separación correcta, se centrifuga durante 10 minutos a 400 rpm y se deja reposar 24 horas en refrigeración a 4 °C, para que la fase superior que corresponde al heptano con los ésteres metílicos, quede lo más clara posible.

Dicha fracción se transfiere a viales de cromatografía quedando lista para ser inyectada en el cromatógrafo de gases. El patrón interno utilizado es una mezcla de ésteres metílicos de ácidos grasos “*Custom fame mix*” (Restek, ref. 553985). El cromatógrafo tiene un límite de detección de 0.02% o 0.02 ppm, es decir, aquellos analitos cuya cuantificación es inferior a este valor no se deben tener en cuenta ya que el método está validado a partir del límite de cuantificación.

El método se basa en la separación física de los ingredientes de la grasa mediante la utilización de la columna cromatográfica específica. En la columna, mantenida a la temperatura elevada, se inyecta una porción de la muestra a analizar y se hace pasar a través del tubo un flujo de helio, que finalmente alcanza el detector. El gas arrastra los ingredientes de la muestra de grasa del huevo a través del tubo. Cuando una sustancia alcanza el detector, colocado al final de la columna, éste activa el registrador. El registrador representa la altura en función del tiempo, dando lugar a una gráfica que muestra un pico correspondiente al intervalo de tiempo (tiempo de retención) en que está saliendo una sustancia de la columna; el área incluida en el pico es proporcional a la cantidad de esa sustancia en la alícuota inyectada.

Los metil ésteres de los ácidos grasos se identifican por comparación con los tiempos de retención de los estándares. El contenido de los ácidos grasos (AG), expresado en mg de ácido graso/g de huevo se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$AG = \frac{\text{área del pico del ácido graso}}{\text{concentración estándar del patrón interno}}$$

3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el tratamiento de los datos se ha trabajado con el programa estadístico Statgraphics Plus versión 5.1. El estudio estadístico de los resultados de los parámetros analizados se ha dividido en cuatro partes:

- Realización de un estudio univariante. Este apartado tiene como objetivo estudiar individualmente cada uno de las variables analizadas en los diferentes parámetros de calidad interna, externa y nutricional del huevo, en función de las variables dependientes (sistema productivo, edad, tipo de gallina, etc.), para concretar la información que sobre ellos se posee, así como la interacción entre los factores. Como sistema de comparación múltiple en estos análisis de varianza se ha empleado el método LSD con un nivel de significación del 5%.

- Realización de un estudio de relaciones lineales entre los diferentes parámetros de calidad. Este apartado tiene como objetivo analizar las posibles correlaciones entre los parámetros de calidad del huevo, empleando el test Durbin-Watson para determinar si existe alguna correlación significativa con un nivel de confianza del 95.0% y al 99%. Se han sometido a estudio, las relaciones que han obtenido mayor grado de correlación y cuyos resultados son estadísticamente significativos.

- Realización de un análisis discriminante como método multivariante de análisis. Este apartado tiene como objetivo describir en qué medida las variables estudiadas contribuyen, en conjunto e individualmente, a la separación o diferenciación entre tipos de los sistemas productivos de huevo.

- Análisis de componentes principales. Se trata de una técnica multivariante que utiliza un procedimiento que permite descomponer una matriz de correlaciones en unos pocos factores que son combinación lineal de los parámetros de calidad del huevo y que explican las correlaciones entre dichos parámetros.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones de producción en las granjas convencionales se consideran homogéneas, pese a que existen diferencias de manejo y alimentación, en cualquier caso, estas diferencias son muy pequeñas comparadas con la variabilidad existente en las granjas ecológicas. Las granjas de este tipo, deben cumplir la normativa específica de producción orgánica, pero la composición de la alimentación puede ser muy diversa ya que se permite alimentar a las gallinas, y de hecho es una recomendación, con los productos obtenidos de la práctica agrícola también ecológica que se realice en la propia explotación. Ello, unido a que las gallinas pueden comer hierbas e insectos que se encuentren en el patio exterior, hace que exista una gran variabilidad en la dieta de las gallinas de diferentes explotaciones avícolas ecológicas sometidas a estudio y por tanto influencia en los resultados. La alimentación condiciona enormemente la calidad de los huevos, es por tanto difícil tipificar la calidad del huevo ecológico, ya que existen demasiadas diferencias nutricionales entre las explotaciones que repercuten en la calidad el huevo.

En el presente trabajo se ha comparado la producción de huevos ecológicos con la producción de huevos en jaula, este tipo de alojamiento ha sido objeto de críticas en cuanto al bienestar de las gallinas. Las denominadas “jaulas convencionales” son aquellas jaulas que se utilizaban antes de la entrada en vigor del Reglamento 99/74 y las jaulas acondicionadas o enriquecidas son las que se utilizan hoy en día en la UE, donde la densidad es menor y las gallinas disponen de yacija donde picotear y escarbar.

El estudio comparativo de los tipos de gallina, es decir, la influencia de la línea comercial o la raza en los resultados obtenidos de calidad puede llevar a error si no se tiene en cuenta que los datos de las líneas *Bovans* y *Lohmann* proceden en su totalidad de gallinas criadas en jaula y que los datos de las raza autóctona Andaluza Azul y el cruce de *ISAbrown* con la raza autóctona Negra Castellana corresponden a gallinas ecológicas. Los datos de la línea *Bovans* proceden de un lote de gallinas de una explotación concreta, por lo que los resultados pueden depender más de la dieta que se procuraba a las gallinas, de las características de manejo en la explotación o de las características concretas de ese lote que del tipo de gallina.

Los resultados clasificados en función de la edad de la gallina por semanas corresponden a gallinas criadas en jaula, no se pudo obtener el mismo dato de las gallinas ecológicas, por lo que al estudiar cómo afecta la edad de las gallinas en los

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

resultados de calidad del huevo, siempre se hará referencia a huevos convencionales sin poder hacer una comparación con los huevos biológicos.

Una de las tandas de huevos analizadas corresponde a huevos destinados a la elaboración de ovoproductos. Son huevos que proceden de gallinas criadas en jaula, pero que se destinan a la industria alimentaria y no a la venta directa al consumidor por lo que los objetivos de calidad son diferentes: se prioriza el peso del huevo frente al tamaño del huevo, ya que se venden por peso, se tienen más en cuenta el porcentaje de albumen y yema, y la característica más destacable es que el color de la yema no es un parámetro de calidad, por lo que no se añaden carotenoides artificiales en el pienso. Por ello, los datos obtenidos relativos al color de la yema de dicha tanda no se han incluido en el análisis estadístico.

Dado que el estado sanitario de la gallina afecta a la calidad del huevo, en la presente tesis, todos los huevos analizados proceden de lotes de gallinas que no presentan ninguna patología aviar.

4.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LA CALIDAD DEL HUEVO

En primer lugar se describen y se discuten los resultados obtenidos del estudio de los parámetros de calidad externa, en segundo lugar los resultados relacionados con la calidad interna y por último lugar los resultados de los parámetros de calidad nutricional. El anexo muestra los valores individuales de los resultados obtenidos en cada caso.

Los datos relativos a la calidad de los huevos se han analizado en función de los factores principales: tipo de producción (ecológica vs convencional), raza o tipo de gallina y edad de la gallina mediante un análisis de varianza multifactorial. Para profundizar en la influencia del tipo de producción y la raza o tipo de gallina, se realiza un análisis multifactorial, exclusivamente para dos tipos de gallinas *IsaBrown* y *Hyline*, por disponibilidad de datos, para el caso de *IsaBrown* el estudio se ha realizado para la totalidad de los parámetros y para el caso de *Hyline* se ha realizado para los parámetros de peso del huevo, índice de color de la yema, contenido en proteína, contenido en humedad, contenido en cenizas y contenido en grasa. Por otro lado, en los casos donde existe un nivel de significación alto, se analiza la influencia de la edad de las gallinas, exclusivamente de producción convencional, sobre los parámetros de calidad del huevo, mediante un estudio de regresión simple.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1. Resultados de calidad externa

La tabla 14 muestra los resultados del análisis multifactorial para los parámetros de calidad externa del huevo, peso en gramos del huevo entero, índice de forma (IF), índice de color de la cáscara (ICC), índice de deposición de la cáscara (IDC), espesor de la cáscara en milímetros (EC) y porcentaje de cáscara respecto al peso total del huevo (PC), en función del tipo de producción, tipo de gallina y edad de la misma. Además se muestra el error estándar para cada uno de los resultados. En negrita aparecen los valores que presentan diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza.

Tabla 14. Resultados promedio y error estándar de los parámetros de calidad externa en función del sistema productivo, tipo y edad de la gallina.

| Factores | Variables | Peso (g) | IF | ICC | IDC (g/cm ²) | EC (mm) | PC (%) |
|-----------------|---------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|
| Producción | Convencional | 65.19±0.38 | 77.55±0.21 | 8.65±0.14 | 8.06±0.04 | 0.32±0.004 | 9.39±0.05 |
| | Ecológico | 62.30±0.37 | 76.01±0.25 | 8.39±0.19 | 8.16±0.05 | 0.34±0.005 | 10.6±0.07 |
| Tipo de gallina | <i>Hyline</i> | 62.51±0.55 | 77.31±0.34 | 8.88±0.22 | 7.98±0.06 | 0.34±0.005 | 9.34±0.08 |
| | <i>Lohmann</i> | 64.96±0.56 | 77.42±0.32 | 8.73±0.21 | 7.98±0.06 | 0.28±0.005 | 9.32±0.08 |
| | <i>ISABrown</i> | 63.81±0.41 | 76.39±0.27 | 8.28±0.17 | 8.35±0.05 | 0.33±0.005 | 10.55±0.08 |
| | <i>Bovans</i> | 65.89±1.68 | 76.39±0.97 | 8.65±0.63 | 8.21±0.17 | 0.29±0.016 | 9.51±0.24 |
| | <i>ISABrown x</i> Negra Castellana | 65.45±1.12 | 76.48±0.64 | 4.94±0.41 | 7.91±0.13 | 0.33±0.010 | 10.57±0.19 |
| | Andaluza Azul | 66.93±0.99 | 76.26±0.75 | 3.77±0.49 | 7.09±0.17 | 0.37±0.016 | 8.94±0.24 |
| | Edad | 21 semanas | 55.13±1.21 | 80.18±1.04 | 7.09±0.36 | 7.69±0.16 | 0.31±0.010 |
| | 23 semanas | 56.01±1.21 | 79.54±1.04 | 10.58±0.36 | 7.74±0.16 | 0.25±0.010 | 9.50±0.20 |
| | 24 semanas | 57.75±1.21 | 75.21±1.04 | 10.05±0.36 | 8.08±0.16 | 0.29±0.010 | 9.80±0.02 |
| | 26 semanas | 58.70±0.84 | 78.95±0.72 | 9.73±0.25 | 7.80±0.11 | 0.30±0.007 | 9.40±0.14 |
| | 30 semanas | 63.53±0.84 | 78.04±0.73 | 8.11±0.25 | 7.83±0.11 | 0.32±0.007 | 9.19±0.15 |
| | 40 semanas | 67.81±1.21 | 79.67±1.04 | 7.79±0.36 | 8.56±0.16 | 0.32±0.010 | 9.80±0.20 |
| | 44 semanas | 64.82±1.21 | 78.49±1.04 | 7.89±0.36 | 8.51±0.16 | 0.45±0.010 | 9.93±0.20 |
| | 48 semanas | 63.63±1.17 | 76.69±1.01 | 7.88±0.35 | 7.75±0.16 | 0.35±0.009 | 9.00±0.19 |
| | 58 semanas | 69.15±1.21 | 76.48±1.04 | 9.84±0.36 | 8.02±0.16 | 0.29±0.010 | 9.16±0.20 |
| | 63 semanas | 68.05±1.17 | 75.21±1.01 | 9.57±0.35 | 8.64±0.16 | 0.37±0.009 | 9.92±0.19 |
| | 65 semanas | 67.63±1.17 | 75.70±1.01 | 9.90±0.35 | 7.70±0.16 | 0.31±0.009 | 8.86±0.19 |
| | 70 semanas | 65.90±1.21 | 76.39±1.04 | 8.66±0.36 | 8.21±0.16 | 0.29±0.010 | 9.51±0.20 |
| | 71 semanas | 69.26±0.84 | 77.10±0.73 | 8.02±0.25 | 7.82±0.11 | 0.25±0.007 | 8.93±0.14 |
| | 75 semanas | 68.93±1.17 | 77.62±1.01 | 8.06±0.35 | 7.73±0.16 | 0.33±0.009 | 8.87±0.20 |
| | 77 semanas | 70.42±1.21 | 74.50±1.04 | 7.20±0.36 | 8.48±0.16 | 0.26±0.010 | 9.62±0.20 |
| | 79 semanas | 67.81±1.17 | 77.37±1.01 | 9.32±0.35 | 8.11±0.16 | 0.34±0.009 | 9.32±0.19 |
| | 101 semanas | 70.15±1.17 | 78.67±1.01 | 7.60±0.35 | 8.18±0.16 | 0.30±0.009 | 9.29±0.19 |
| | 107 semanas | 68.04±1.24 | 75.80±1.07 | 6.35±0.37 | 8.04±0.16 | 0.28±0.010 | 9.23±0.20 |

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Atendiendo al valor del **peso promedio del huevo entero** se observa que los de procedencia convencional presentan un peso de 65.19 g, mientras que los de producción ecológica son significativamente más ligeros (62.30 g) (figura 24). Como el peso del huevo es un parámetro que permite clasificar por categorías, los de producción convencional están dentro de la categoría comercial L (63-73 g) y los ecológicos en la categoría M (53-63 g). Estos resultados coinciden con los publicados por Sauveur en 1991 y están en desacuerdo con los publicados por Patterson *et al.* (2001) y por Jones *et al.* (2010).

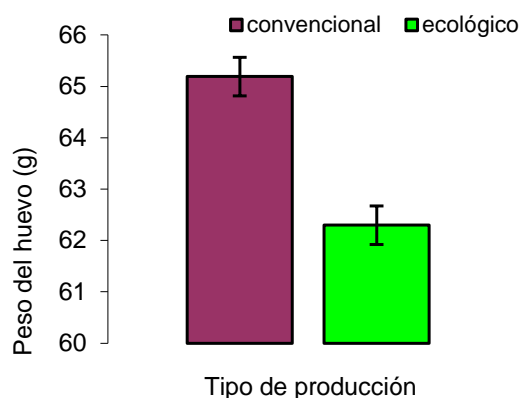


Figura 24. Peso promedio (g) del huevo entero y nivel de significación en función del sistema de producción.

El tipo de producción afecta fundamentalmente al peso del huevo porque la alimentación que se procura a la gallina es diferente y ésta afecta significativamente en la deposición del huevo (Summers y Leeson, 1993; Bouvarel *et al.*, 2010). El pienso de las gallinas convencionales tiene una mayor cantidad de energía ejerciendo un efecto favorable sobre el peso del huevo (Peguri y Coon, 1991, Grobas *et al.*, 1999, Perez-Bonilla *et al.*, 2012). En el presente estudio, la diferencia en el modelo productivo y por tanto alimentario, implica que las gallinas de producción convencional generan huevos con un 4.43% más de peso, valor que permite su clasificación dentro de la categoría L, que tiene mayor valor comercial. En el caso del calibre del huevo ecológico, si bien es ligeramente más pequeño, comercialmente no tiene repercusión, ya que su valor comercial no depende del peso.

El tipo de gallina influye significativamente en el peso del huevo. Las gallinas que producen los huevos de mayor calibre son las del tipo Andaluza Azul (66.93 g), seguidas de *Bovans* (con valores promedio de 65.89 g), el cruce de *ISABrown* con Negra Castellana (65.45 g), *Lohmann* (64.96 g), *ISABrown* (63.81 g) y por último, las gallinas tipo *Hyline* que producen huevos con pesos promedio de 62.51 g. Las estirpes ligeras,

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

como las razas autóctonas Andaluza Azul y la Negra Castellana, se caracterizan por una mayor producción de huevos, por ciclo de puesta, y de color blanco, pero de menor calibre, en comparación a los huevos marrones producidos por las gallinas de las estirpes semipesadas, independientemente del tipo de alojamiento (Jones *et al.*, 2010).

En el presente trabajo, se observa que las estirpes ligeras han generado los mayores calibres. Estas gallinas están bajo sistemas de producción ecológica, lo que indica una mejor adaptación de las estirpes autóctonas a las condiciones de producción orgánica, en relación al peso del huevo. Los resultados obtenidos indican que las gallinas de la estirpe Andaluza Azul, que además sólo están en producción ecológica, son capaces de generar huevos con pesos un 6.6% superiores a los que se producen con las gallinas *Hyline*.

Para estudiar el efecto del sistema productivo sobre el mismo tipo de gallina, la tabla 15 muestra el resultado individual del estudio comparativo del peso del huevo obtenido de gallinas *Hyline* e *ISABrown* en producción ecológica y convencional. Se observa el número de casos global, individual en función del sistema productivo, el valor promedio y el error estándar para cada caso, así como el valor del estadístico P, observándose que en todos los casos los resultados son estadísticamente significativos.

Tabla 15. Resultados del peso del huevo en gallinas *Hyline* e *ISABrown* en función del sistema de producción.

| Peso del huevo (g) | | Número de casos | Valor promedio y error estándar | Valor P |
|--------------------|--------------|-----------------|---------------------------------|---------|
| <i>Hyline</i> | Media global | 170 | 56.96 | 0.00 |
| | Convencional | 148 | 64.45±0.52 | |
| | Ecológica | 22 | 49.48±1.36 | |
| <i>ISABrown</i> | Media global | 292 | 66.04 | 0.00 |
| | Convencional | 37 | 69.01±1.06 | |
| | Ecológica | 255 | 63.06±0.40 | |

En general, la gallina *ISABrown* produce huevos de mayor calibre que los de la gallina *Hyline*. Para ambos tipos de gallina, el peso promedio del huevo es significativamente superior cuando las gallinas proceden de sistemas convencionales. Al evaluar el calibre del peso global, es decir el resultante como promedio de todos los registros evaluados en el estudio (56.96 g) del huevo de la gallina *Hyline*, se observa que éste puede incrementarse en un 11.62% cuando se produce bajo sistemas

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

convencionales. Para el caso de las gallinas *ISABrown*, el sistema convencional es capaz de incrementar el calibre del huevo en un 4.3% respecto del valor global, alcanzando pesos de 66.04 g (figura 25). Estos resultados concluyen que el sistema productivo convencional en las líneas comerciales es más efectivo a la hora de producir huevos de mayor calibre, debido principalmente a la selección y mejora genética realizada bajo estas condiciones productivas (Abrahamsson y Tauson, 1995), lo que justifica su inclusión en los modelos ecológicos, avalado también por la pirámide reproductiva existente en el sector. Aunque las razas autóctonas son capaces de producir huevos de mayor calibre en ecológico, el número total de huevos producidos, por ciclo de puesta, es menor.

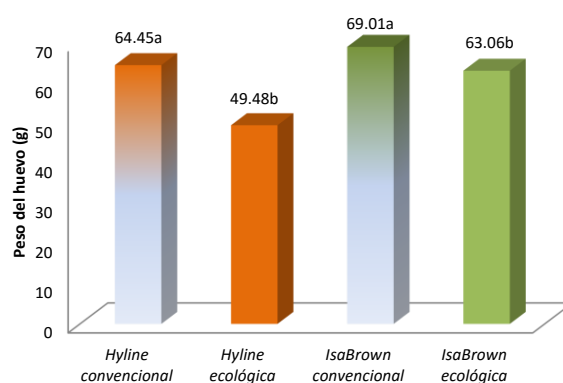


Figura 25. Peso promedio (g) del huevo entero y nivel de significación en gallinas *Hyline* e *ISABrown* en función del sistema de producción. Letras diferentes, entre líneas de gallina, indican diferencias significativas al 95% de confianza.

Respecto al estudio del peso del huevo en relación a la edad de la gallina, se observa que aumenta conforme avanza la edad de la gallina. El estudio muestra que desde la semana 21 hasta la semana 107 de vida, las gallinas convencionales pueden incrementar en promedio un 18.97% el peso del huevo.

La figura 26 muestra la tendencia logarítmica encontrada para el peso del huevo en función de la edad de la gallina de producción convencional. Se observa que cuando la edad de la gallina está entre las 21 y las 40 semanas de vida el incremento en el peso es de un 18.7%. Desde la semana 40 hasta la semana 107 de vida de la gallina, el incremento del peso del huevo es menor del 1%, con ligeras fluctuaciones, en función del rango de vida. Estos resultados ponen de manifiesto que el incremento no es lineal, existiendo una línea asintótica a partir de la semana 40 de vida de las gallinas, resultados que coinciden con los publicados por Beamont *et al.* (2010).

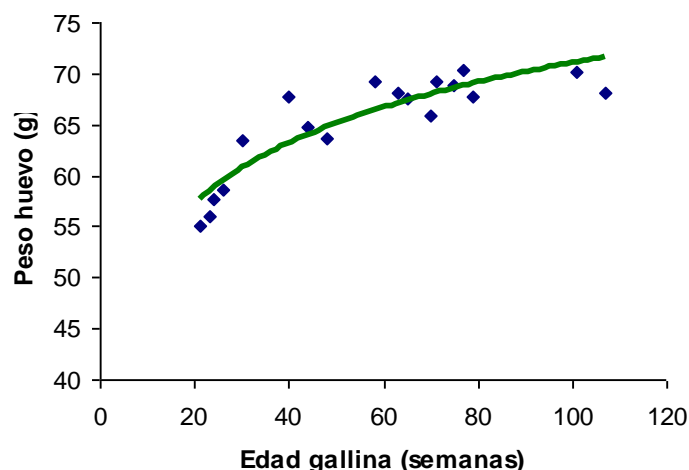


Figura 26. Evolución del peso del huevo en función de la edad de la gallina convencional (semanas).

Para estudiar la influencia de edad sobre el peso del huevo se realiza un estudio de regresión simple (figura 27), obteniendo una función lineal significativa al 95% de confianza, con un coeficiente de correlación del 0.57:

$$\text{peso del huevo (g)} = 56.47 + 0.16 * \text{edad de la gallina}$$

Donde la edad de la gallina es capaz de explicar el 32.7% de la variabilidad del peso del huevo. Se corrobora que el peso promedio del huevo incrementa a medida que lo hace la edad de las aves. Hy-Line Internacional (2009) estima que el peso del huevo se encuentra en un rango de 46.2-61.3 g a las 18-31 semanas de edad de la gallina, valores que en promedio coinciden con los obtenidos en el presente trabajo.

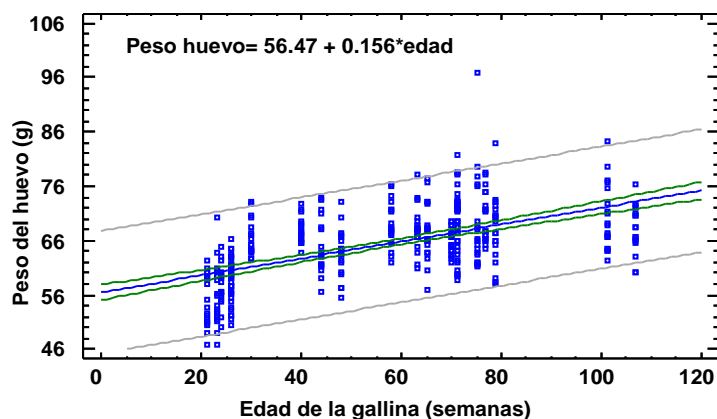


Figura 27. Modelo de regresión lineal entre el peso del huevo y la edad de la gallina convencional.

El **índice de forma del huevo (IF)** óptimo corresponde a valores entre 73 y 76, los huevos redondos tienen un valor de IF superior a 76 y los huevos alargados tienen valores de IF inferiores a 73. El índice de forma es un parámetro importante desde el punto de vista de la comercialización porque el consumidor rechaza los huevos que no tienen la forma ovalada esperada y porque los huevos excesivamente alargados o

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

redondos tienen más probabilidad de romperse, siendo un parámetro que permite evaluar la resistencia mecánica de la cáscara (Elibol y Brake, 2008). El índice de forma es un parámetro que depende de la tonicidad muscular del oviducto de la gallina, que a su vez está condicionado por la edad de la misma. De manera que, al principio de la entrada en producción de las gallinas, los huevos tienden a presentar una forma redondeada, y a medida que avanzan en producción, la forma es más alargada (Travel *et al.*, 2010), lo que corresponde a una disminución del valor del IF. Aunque otros autores afirman que el IF aumenta con la edad de las gallinas (Romanoff y Romanoff, 1949), por lo que la tendencia sería a producir huevos redondos a medida que aumenta la edad de las gallinas.

En el presente estudio y en relación al sistema productivo, se observan diferencias estadísticamente significativas respecto al valor del índice de forma (figura 28). Así, los huevos de producción ecológica tienen un valor promedio de IF de 76.01, estadísticamente inferior a los de producción convencional (77.55). Esto significa que los huevos de producción convencional, en promedio, dan formas más redondeadas, algo que no es del todo deseado en el mercado, mientras que los de producción ecológica se ajustan a las formas más adecuadas comercialmente, dando unas proporciones entre el largo y ancho del huevo adecuadas a la forma y al registro que el consumidor asume a la forma del huevo. En cualquier caso, los índices obtenidos están dentro de los rangos óptimos para este parámetro (Gendron y Blentz, 1970).

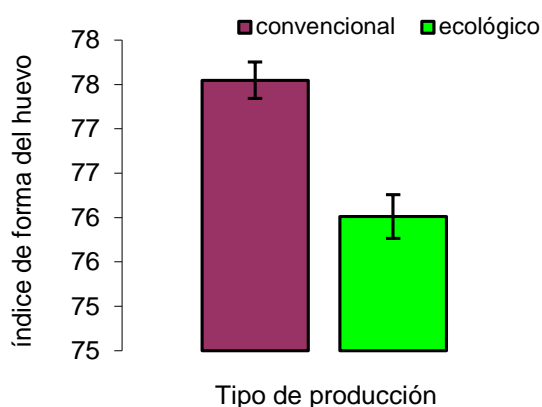


Figura 28. Índice de forma del huevo entero y nivel de significación en función del sistema de producción.

El tipo de gallina no influye estadísticamente en el índice de forma del huevo. Aunque las gallinas de tipo *Hyline* y *Lohmann* producen huevos más redondeados que

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

el resto, pero estas diferencias no llegan a ser significativas entre las diferentes estirpes estudiadas.

Para estudiar el efecto del sistema productivo sobre el mismo tipo de gallina, la tabla 16 muestra el resultado individual del estudio comparativo del índice de forma del huevo obtenido de gallinas *ISABrown* de producción ecológica y convencional. Se observa el número de casos global, individual en función del sistema productivo, el valor promedio y el error estándar, para cada caso, así como el valor del estadístico P, observándose que el índice de forma es estadísticamente significativo.

Tabla 16. Resultados del índice de forma del huevo en gallinas *ISABrown* en función del sistema de producción.

| Índice de forma | | Número de casos | Valor promedio y error estándar | Valor P |
|-----------------|--------------|-----------------|---------------------------------|---------|
| | Media global | 292 | 77.52 | |
| <i>ISABrown</i> | Convencional | 37 | 79.15±0.80 | 0.00 |
| | Ecológica | 255 | 75.88±1.40 | |

Se observa que las gallinas *ISABrown* criadas en jaulas convencionales, ponen huevos más redondos (IF=79.15), mientras que las ecológicas ponen huevos, que se ajustan más a la forma óptima (IF=75.88). Los atributos de percepción sensorial, como la forma del huevo, pueden presentar aceptación variable en el tiempo por parte del consumidor, en función de diferentes factores. Las diferencias encontradas no afectan y entran dentro del rango de variabilidad que los consumidores aceptan para este parámetro.

La edad de las gallinas influye significativamente en el índice de forma de los huevos, aunque en el presente trabajo no se ha encontrado una tendencia definida en cuanto a la variación del índice de forma con la edad de la gallina. Así las gallinas de 77 semanas son las que producen huevos con menor índice de forma, aunque dentro del rango aceptado para este parámetro, y excepto en los casos de las edades de gallinas de 63, 65 y 77 semanas, donde el índice de forma sería el apropiado, en el resto de las edades de las gallinas, el huevo presenta forma redondeadas, algo más incidente en el caso de las gallinas de edades desde 21 a 44 semanas.

La figura 29 muestra la diferencia visual entre un huevo alargado (IF<73) y un huevo con un índice de forma óptimo (73<IF<76).



Figura 29. Índice de forma óptimo (izquierda) e índice de forma alargado (derecha).

El estudio de regresión simple entre el índice de forma del huevo y la edad de la gallina es estadísticamente significativo al 95% de confianza (valor de $p=0.0003$), mostrando una tendencia negativa, de manera que al aumentar la edad de la gallina, el índice de forma del huevo tiende ligeramente a disminuir, aunque el modelo encontrado muestra una relación débil entre las variables ($r^2=-0.186141$):

$$\text{Índice de forma del huevo} = 79.417 - 0.342 * \text{edad de la gallina}$$

Donde la edad de la gallina es sólo capaz de explicar el 3.46% de la variabilidad del índice de forma del huevo.

El estudio del **índice de color de la cáscara (ICC)** de los huevos en función del sistema productivo se ha realizado eliminando los datos obtenidos de los huevos procedentes de las gallinas cruce de *ISABrown* con la raza autóctona Negra Castellana y de las gallinas Andaluza Azul porque ambos tipos de gallina ponen huevos de color blanco proporcionando valores de ICC entre el 4 y 5. Estos valores afectarían a los niveles de significación, en comparación con el resto de colores de tonalidades marrones (figura 30). Por lo que se han analizado exclusivamente las diferencias entre las tonalidades de los huevos marrones.

El color de la cáscara, no es un parámetro intrínseco de calidad, y depende sobre todo de la estirpe de la gallina y en este sentido, la intensidad del color obedece principalmente a factores genéticos (Mertens *et al.*, 2010a).



Figura 30. Variabilidad en la tonalidad de marrones en el color de la cáscara del huevo.

Respecto al sistema de producción, se observa que no existen diferencias significativas en el índice de color de la cáscara de los huevos marrones, lo que pone de manifiesto que en ambos sistemas productivos las líneas de gallinas empleadas para la producción de huevos son de huevos marrones, que son las que presentan mayor aceptación en el mercado. Catelló (2010) indica que el color de la cáscara del huevo depende exclusivamente de la genética del ave, y que el huevo marrón supone una cuota de mercado del 90-95% en España, Reino Unido, Italia, Francia, entre otros países, hasta el punto de que los consumidores están dispuestos a pagar más por un huevo marrón que por uno blanco.

Las gallinas de producción ecológica, en promedio, ponen huevos con un 3% menos de índice de color de cáscara (figura 31), aunque estas diferencias no son significativas y no presentan discriminación (positiva o negativa) en la comercialización del huevo. Soria *et al.* (2013) en un estudio realizado con muestras procedentes de supermercado en Argentina, con el objetivo de evaluar los parámetros de calidad del huevo, en función del color de la cáscara, encontraron diferencias significativas en algunos parámetros de calidad del huevo. Aunque estos autores indican que la variabilidad de los resultados podría ser debida a la heterogeneidad de las muestras, ya que proceden de diferentes ciudades y por tanto de diferentes líneas genéticas y edades de gallinas.

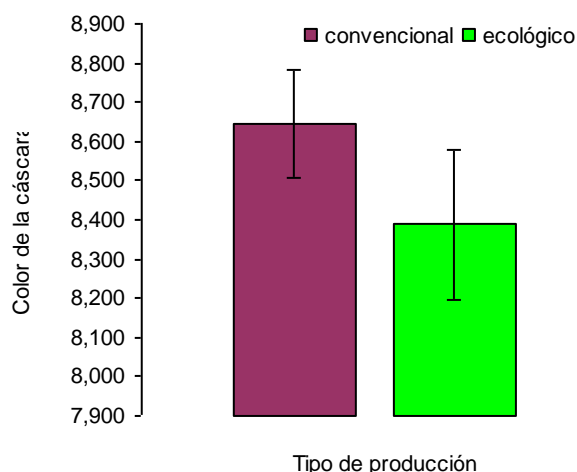


Figura 31. Índice de color de cáscara del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción.

Para el estudio de la influencia del tipo de gallina sobre el color de la cáscara del huevo, se observa que las diferencias encontradas son estadísticamente significativas. Diferenciándose significativamente los colores blancos de la cáscara del huevo de las gallinas *ISABrown* x Negra Castellana (ICC promedio=4.94) y Andaluza Azul (ICC promedio=3.77) de los colores marrones de los huevos de las gallinas *Hyline*, *Lohman*, *ISABrown* y *Bovans*, que tienen valores de color de cáscara superiores a 8.

Para estudiar el efecto del sistema productivo en el color de la cáscara sobre el mismo tipo de gallina, la tabla 17 muestra el resultado individual del estudio comparativo obtenido de gallinas *ISABrown* de producción ecológica y convencional. Se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p=0.279$) en los valores de este parámetro, corroborando lo encontrado para el estudio global y evidenciando que el color de la cáscara del huevo en una cuestión de tipo genético y que cuando se trata del mismo tipo de gallina no se encuentran diferencias significativas en el valor del color de las cáscaras del huevo.

Tabla 17. Resultados del índice de color de la cáscara del huevo en gallinas *ISABrown* en función del sistema de producción.

| Índice de color de la cáscara | | Número de casos | Valor promedio y error estándar | Valor P |
|-------------------------------|--------------|-----------------|---------------------------------|---------|
| | Media global | 235 | 8.04 | |
| <i>ISABrown</i> | Convencional | 37 | 7.69±0.59 | 0.279 |
| | Ecológica | 198 | 8.39±0.26 | |

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el estudio del índice de color de la cáscara en función de la edad de la gallina procedente del sistema convencional, se observan diferencias estadísticas entre los valores. En este caso todas las estirpes de gallinas incluidas en este estudio parcial ponen huevos marrones, observándose (figura 32) una disminución significativa en la intensidad del color de la cáscara con la edad de la gallina (valor de $p=0.000$). El modelo obtenido ($ICC=10.0368-0.024158*\text{edad de la gallina}$) es capaz de explicar el 11.36% de la variabilidad del color de la cáscara de huevo y presenta un coeficiente de correlación medio ($r^2=-0.337$). Esta tendencia se produce principalmente porque los depósitos del calcio y de los pigmentos asociados a la cáscara, se producen en menor medida conforme avanza la edad de la gallina (Mills *et al.*, 1991; Odabasi *et al.*, 2007).

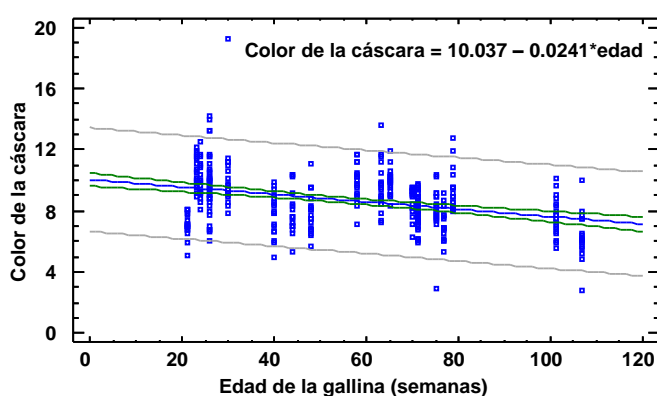


Figura 32. Modelo de regresión lineal entre el índice de color de la cáscara del huevo y la edad de la gallina convencional.

La **calidad de la cáscara** del huevo se evalúa mediante la interpretación de tres parámetros principales; índice de deposición de la cáscara (IDC), espesor de la cáscara (EC), y porcentaje de peso de la cáscara en relación al huevo entero (PC). El sistema de producción afecta significativamente al valor de IDC y del PC, de forma que mediante las técnicas de producción ecológica se obtienen mayores valores de estos parámetros (figura 33).

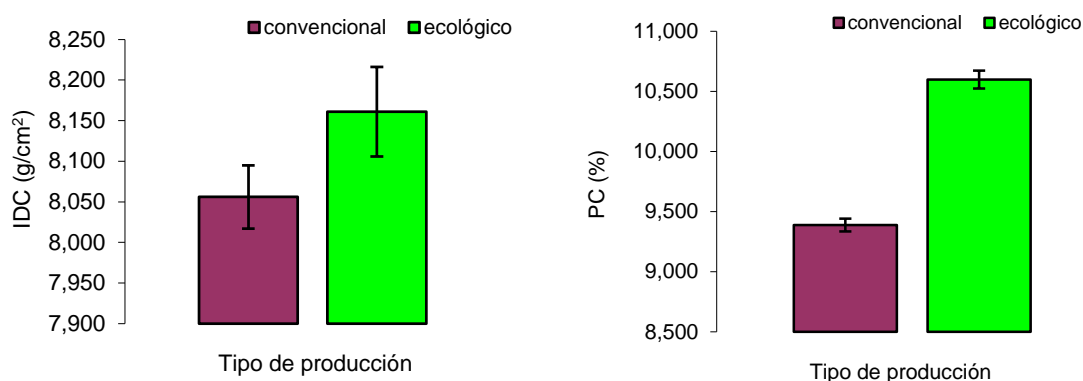


Figura 33. Índice de deposición de cáscara (izquierda) y porcentaje de cáscara del huevo (derecha) y nivel de significación en función del sistema de producción.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general con un sistema de producción ecológica se alcanzan porcentajes de cáscara significativamente superiores, 10.6% frente al 9.4% de los huevos de sistemas convencionales, lo que equivale a un 11.3% más de cáscara por peso total del huevo, para los de producción ecológica. Todos los resultados de las gallinas convencionales tienen un porcentaje de cáscara menor al 10% independientemente de la edad.

La proporción de cáscara en un huevo es muy similar independientemente del tipo de ave, situándose alrededor de un 10-11% (Nys *et al.*, 2010). Los resultados del valor porcentual de cáscara obtenidos en el presente trabajo son ligeramente inferiores a los referidos en la bibliografía, excepto en el caso del valor obtenido en los huevos de gallinas *ISABrown* cruzadas con Negra Castellana, donde se alcanzan porcentajes de cáscara superiores al 10%. Los valores inferiores al 10% pueden deberse a una dieta inadecuada o a una edad avanzada de las gallinas (Leeson *et al.*, 1997).

El espesor de la cáscara, aunque es mayor en los huevos de gallinas de producción ecológica, no presenta diferencias significativas, respecto al sistema de producción, resultados que coinciden con los de Clerici *et al.* (2006). De Boer y Cornelissen (2002) en un estudio donde evalúa indicadores de sostenibilidad de los huevos obtenidos de sistemas de producción convencionales frente a otros respetuosos con criterios de bienestar animal (sin especificar ecológico) concluyen que los huevos producidos en sistemas de jaulas presentan cáscaras menos resistentes, debido al desarrollo de un metabolismo mineral deficiente en las gallinas, que se traduce en un mayor número de huevos fisurados.

Para estudiar el efecto del sistema productivo en el índice de deposición de la cáscara en función del peso (ICP) sobre la misma estirpe, la tabla 18 muestra el resultado individual del estudio comparativo obtenido de huevos de gallinas *ISABrown* de producción ecológica y convencional. Se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p=0.8990$) en los valores de este parámetro, en sentido contrario a lo encontrado para el estudio global, posiblemente debido a la asimetría en el número de datos entre una población y la otra.

En cambio, el sistema de producción influye significativamente ($p=0.0000$) en los valores del porcentaje de cáscara obtenidos exclusivamente para los huevos de gallinas *ISABrown*, siendo los huevos producidos en condiciones ecológicas los que tienen porcentajes de cáscara superiores (10.81%) a los de las gallinas criadas en jaulas de forma convencional (9.55%) (tabla 19).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 18. Resultados del índice de deposición de la cáscara del huevo de las gallinas *ISABrown* en función del sistema de producción.

| IDC | | Número de casos | Valor promedio y error estándar | Valor P |
|-----------------|--------------|-----------------|---------------------------------|---------|
| <i>ISABrown</i> | Media global | 181 | 8.36 | |
| | Convencional | 37 | 8.36±0.12 | 0.899 |
| | Ecológica | 144 | 8.35±0.06 | |

Tabla 19. Resultados del porcentaje de cáscara del huevo de las gallinas *ISABrown* en función del sistema de producción.

| Porcentaje de cáscara (%) | | Número de casos | Valor promedio y error estándar | Valor P |
|---------------------------|--------------|-----------------|---------------------------------|---------|
| <i>ISABrown</i> | Media global | 181 | 10.18 | |
| | Convencional | 37 | 9.55±0.19 | 0.000 |
| | Ecológica | 141 | 10.81±0.09 | |

Los valores del espesor de la cáscara analizados exclusivamente para los huevos de las gallinas de la línea *ISABrown*, en función del sistema productivo (tabla 20) muestran la existencia de diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza (valor de $p=0.0275$). Los huevos de producción ecológica presentan, aproximadamente, un 9% más de espesor de la cáscara.

Tabla 20. Resultados de espesor de la cáscara del huevo de las gallinas *ISABrown* en función del sistema de producción.

| Espesor de la cáscara (mm) | | Número de casos | Valor promedio y error estándar | Valor P |
|----------------------------|--------------|-----------------|---------------------------------|---------|
| <i>ISABrown</i> | Media global | 181 | 0.324 | |
| | Convencional | 37 | 0.309±0.012 | 0.0275 |
| | Ecológica | 141 | 0.339±0.006 | |

Buxadé *et al.* (2000) indica que las estirpes ligeras suelen tener un grosor de cáscara mayor que las estirpes semipesadas, sin embargo en el presente estudio, los resultados han sido diferentes ya que las estirpes ligeras como *Lohmann Brown* han generado huevos con espesores de cáscara promedios de 0.28 mm, las gallinas *ISABrown* en promedio producen huevos con espesores de cáscara de 0.33 mm y las gallinas tipo *Bovans*, con color de cáscara marrón, presentan espesores de cáscara de 0.29 mm. En los tres casos son valores de espesor de la cáscara inferiores a los que se

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

producen con de las gallinas semipesadas *Hyline Brown* (0.34 mm) y el cruce con Castellana Negra (0.33 mm), así como en las gallinas de la raza Andaluza Azul (0.37 mm).

En el presente estudio, la edad de la gallina no muestra tendencias fuertes en relación a los parámetros relacionados con la calidad de la cáscara. Se observa una relación significativa entre la edad y el porcentaje de cáscara (valor de $p=0.01$), también con el espesor de la cáscara (valor de $p=0.004$), pero en ambos casos el coeficiente de relación es inferior a 0.2 y el modelo de regresión obtenido explica menos del 3% de la variabilidad de los resultados de calidad de la cáscara en función de la edad. Estos resultados concuerdan con los de Leeson *et al.* (1997) que encontraron que el porcentaje de cáscara depositado disminuye conforme avanza la edad de la gallina, ya que las gallinas de mayor edad no son capaces de absorber ni de movilizar el calcio para depositar niveles de minerales proporcionales al aumento del tamaño del huevo. Por su parte, la relación entre el índice de deposición de cáscara y la edad de las gallinas no es significativa (al 95% de confianza).

4.1.2. Resultados de calidad interna

La tabla 21 muestra los resultados del análisis multifactorial para los parámetros de calidad interna relacionados con el albumen del huevo, unidades Haugh (UH), índice de albumen denso (IAD), porcentaje de albumen denso (PAD) y porcentaje de albumen total (AT). Todos los parámetros aparecen en función del tipo de producción, tipo de gallina y edad de la misma. Además se muestra el error estándar para cada uno de los resultados. En negrita aparecen los valores que presentan diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza.

La calidad del albumen se evalúa a través de tres parámetros de calidad interna, como son las **unidades Haugh (UH)**, el **índice de albumen denso (IAD)** y el **porcentaje de albumen denso (PAD)**, teniendo en cuenta la relación con el contenido en humedad y el porcentaje de proteínas, ya que la composición del albumen determina su consistencia y su forma. Además se tiene en cuenta el porcentaje de albumen total (AT) que es el obtenido mediante la diferencia del peso total y la resta del peso de la cáscara y de la yema. En todos los huevos analizados la clara es transparente y no se aprecian olores extraños en la misma.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 21. Resultados promedio y error estándar de los parámetros de calidad interna externa relacionados con el albumen del huevo en función del sistema productivo, tipo y edad de la gallina.

| Factores | Variabales | Unidades Haugh | Índice de albumen denso | Albumen denso (%) | Albumen total (%) |
|-----------------|---------------------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|
| Producción | Convencional | 84.04±0.61 | 0.35±0.01 | 59.90±0.25 | 66.58±0.23 |
| | Ecológico | 82.03±0.67 | 0.34±0.01 | 59.44±0.36 | 65.38±0.33 |
| Tipo de gallina | <i>Hyline</i> | 86.51±0.87 | 0.35±0.01 | 60.29±0.40 | 66.24±0.38 |
| | <i>Lohmann</i> | 85.99±0.88 | 0.37±0.01 | 60.36±0.38 | 67.33±0.36 |
| | <i>ISABrown</i> | 78.03±0.73 | 0.29±0.01 | 59.10±0.36 | 65.49±0.34 |
| | <i>Bovans</i> | 75.96±2.64 | 0.26±0.04 | 60.40±1.13 | 65.47±1.08 |
| | <i>ISABrown x</i> Negra Castellana | 87.32±2.05 | 0.41±0.03 | 59.92±0.88 | 64.44±0.83 |
| | Andaluza Azul | 82.38±1.80 | 0.34±0.03 | 57.72±1.16 | 67.05±1.11 |
| | Edad | 21 semanas | 96.56±2.03 | 0.49±0.02 | 65.2±1.14 |
| 23 semanas | | 93.85±2.03 | 0.48±0.02 | 61.21±1.14 | 68.72±1.02 |
| 24 semanas | | 97.13±2.03 | 0.57±0.02 | 61.44±1.14 | 68.73±1.02 |
| 26 semanas | | 83.54±1.42 | 0.30±0.02 | 63.43±0.79 | 67.95±0.71 |
| 30 semanas | | 89.68±1.44 | 0.42±0.02 | 58.80±0.80 | 66.53±0.73 |
| 40 semanas | | 63.14±2.04 | 0.17±0.03 | 57.66±1.14 | 64.53±1.02 |
| 44 semanas | | 88.62±2.03 | 0.43±0.03 | 57.19±1.14 | 65.09±1.02 |
| 48 semanas | | 78.13±2.03 | 0.26±0.03 | 58.30±1.14 | 65.49±1.02 |
| 58 semanas | | 88.52±2.03 | 0.41±0.03 | 59.95±1.14 | 65.92±1.02 |
| 63 semanas | | 75.96±2.03 | 0.30±0.03 | 59.76±1.14 | 62.08±1.02 |
| 65 semanas | | 88.34±2.03 | 0.39±0.03 | 57.60±1.14 | 65.89±1.02 |
| 70 semanas | | 75.96±2.03 | 0.26±0.03 | 60.41±1.14 | 65.47±1.02 |
| 71 semanas | | 80.52±1.46 | 0.31±0.02 | 57.88±0.81 | 65.74±0.73 |
| 75 semanas | | 81.53±1.98 | 0.30±0.03 | 58.34±1.14 | 66.32±1.02 |
| 77 semanas | | 79.58±2.03 | 0.29±0.03 | 60.81±1.14 | 66.35±1.02 |
| 79 semanas | 82.94±2.03 | 0.29±0.03 | 60.30±1.14 | 66.01±1.02 | |
| 101 semanas | 74.19±1.98 | 0.25±0.03 | 57.04±1.14 | 67.23±0.99 | |
| 107 semanas | 85.03±2.15 | 0.37±0.03 | 60.51±1.20 | 67.86±1.08 | |

La calidad de la clara de los huevos estudiados medida a través de las UH es muy buena ya que los valores se encuentran entre 80 y 90, lo que pone de manifiesto que los huevos no han sufrido problemas con cambios térmicos y evidencia el poco tiempo transcurrido desde la puesta hasta el análisis. Existen diferencias significativas en los valores de las unidades Haugh en función del sistema de producción (valor de $p=0.0262$) siendo los valores de las unidades Haugh superiores en el sistema

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

convencional (84) frente a los obtenidos en ecológico (82) (figura 34). Este resultado es opuesto al encontrado por Minelli *et al.* (2007) y Raigón *et al.* (2002), posiblemente debido a que los modelos de jaulas empleadas en avicultura convencional en los años de ambos estudios podían influir en una mayor concentración de amoníaco, lo suficientemente alta como para afectar a la estructura del albumen (Sauveur, 1988), cabe recordar que el diseño de las jaulas en el momento actual debe ajustarse a la nueva normativa, y por tanto pueden diferir de los resultados contrastados en la bibliografía publicada con fecha anterior a la entrada en vigor de la nueva normativa de Bienestar Animal.

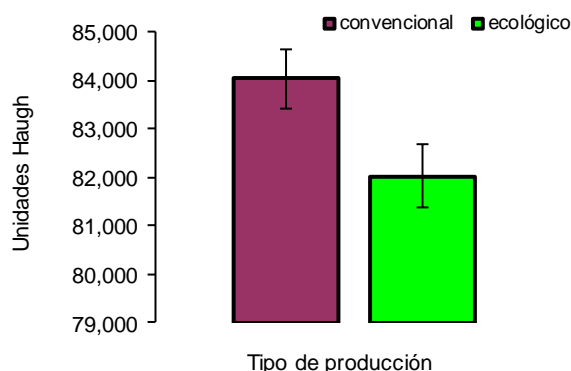


Figura 34. Unidades Haugh de la clara del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción.

En el estudio de Rizzi *et al.* (2006) las UH de los huevos de gallinas en jaulas de producción convencional son superiores incluso si se alimenta a las gallinas con pienso ecológico, por lo que parece que existe una relación más vinculante entre el alojamiento y este índice de calidad del albumen, que por el tipo de alimentación de las gallinas. Hidalgo *et al.* (2008) en un trabajo realizado en EEUU encontró que los huevos producidos en gallinas en jaulas tenían UH estadísticamente superiores ($p < 0.01$) (69.2) respecto a los huevos de producción ecológica (61), siendo la causa más probable de estos resultados, el tiempo transcurrido en la distribución de los huevos ecológicos, de manera que los huevos no estaban tan frescos.

En el presente trabajo, todos los huevos presentan el mismo tiempo de distribución y frescura, ya que antes de los cuatro días desde la puesta en origen, los huevos fueron analizados, por lo que el grado de frescura puede considerarse muy alto y homogéneo. De hecho, el análisis rápido después de la puesta puede explicar los altos valores y que los valores de las UH sean claramente superiores a los obtenidos por Hidalgo *et al.* (2008).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En lo que respecta al valor de las UH en función del tipo de gallina, se observan diferencias significativas (figura 35), pese a que las fuentes consultadas indican que este parámetro está más relacionado con el tamaño de los huevos y la calidad de la cáscara que con el tipo de gallina (Castelló *et al.*, 2010). Se observan claramente tres grupos de gallinas atendiendo al valor de las UH. En un primer grupo están los huevos de las gallinas *Hyline*, *Lohmann* e *IsaBrown* x Negra Castellana, que presentan los valores más altos de UH (86-87) y que no difieren entre sí, pero son estadísticamente diferentes a los valores de UH del resto. El segundo grupo está formado por los huevos de las gallinas del tipo Andaluza azul, que presenta valores intermedios (82) y estadísticamente diferentes del resto y el tercer grupo está formado por los huevos de las gallinas *ISABrown* y *Bovans*, que presentan los valores más bajos de UH (76-78) y que no difieren entre ellas, pero sí frente al resto de tipos de gallinas.

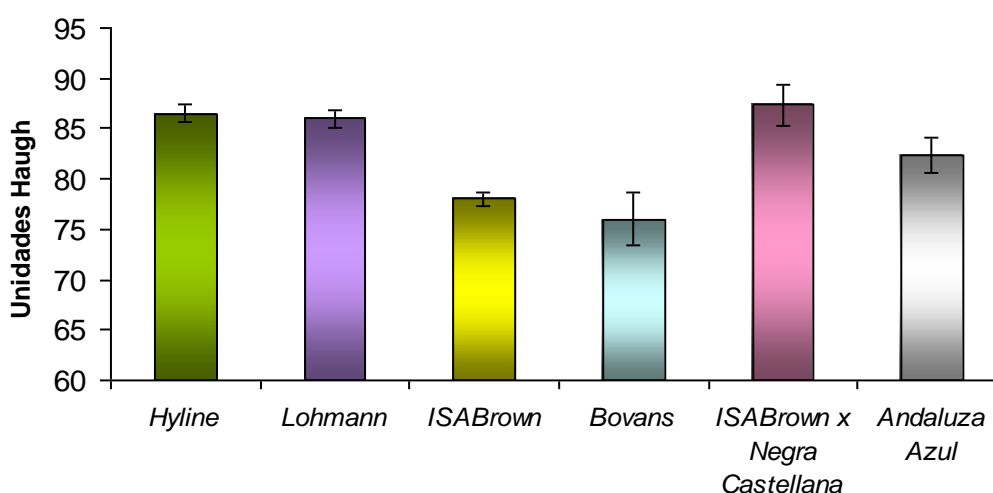


Figura 35. Unidades Haugh de la clara del huevo y nivel de significación en función del tipo de gallina.

Para estudiar el efecto del sistema productivo sobre el mismo tipo de gallina, respecto a las UH, la tabla 22 muestra el resultado individual del estudio comparativo del valor de las Unidades Haugh obtenido de gallinas *Hyline* e *ISABrown* de producción ecológica y convencional. Se observa el número de casos global, individual en función del sistema productivo, el valor promedio y el error estándar, para cada caso, así como el valor del estadístico P, observándose que en este caso individualizado, las gallinas de producción ecológica producen huevos con claras de mayor UH, siendo las diferencias frente a los convencionales, estadísticamente significativas para el caso de las gallinas *ISABrown*.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 22. Resultados de unidades Haugh del huevo en gallinas *Hyline* e *ISABrown* en función del sistema de producción.

| Unidades Haugh | | Número de casos | Valor promedio y error estándar | Valor P |
|-----------------|--------------|-----------------|---------------------------------|---------|
| <i>Hyline</i> | Media global | 166 | 87.36 | 0.293 |
| | Convencional | 144 | 86.20±0.80 | |
| | Ecológica | 22 | 88.52±2.04 | |
| <i>ISABrown</i> | Media global | 236 | 74.28 | 0.000 |
| | Convencional | 37 | 68.82±2.05 | |
| | Ecológica | 199 | 79.74±0.89 | |

En general, la gallina *Hyline* produce huevos con valor de UH superiores a los de la gallina *ISABrown*, independientemente del sistema productivo. Tomando como referencia el valor promedio global de las UH del presente estudio (UH=87.36) para los huevos de la gallina *Hyline*, los sistemas de producción ecológica generan claras con valores de UH un 1.32% superiores a las de referencia. Para el caso de las gallinas *ISABrown*, el sistema ecológico es capaz de incrementar los valores de UH en un 7.3% respecto del valor global (figura 36). Estos resultados concluyen que las líneas genéticas de gallinas comerciales en los sistemas productivos ecológicos, son más eficientes en la síntesis de albumen de alta calidad generando valores más altos de UH.

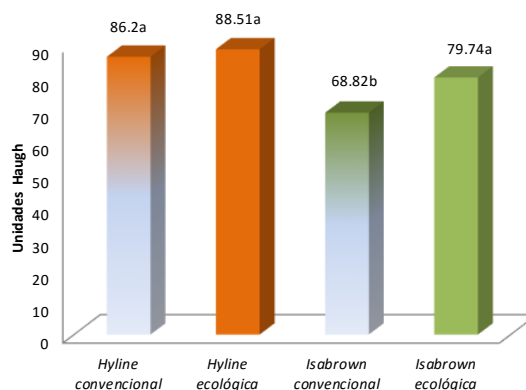


Figura 36. Unidades Haugh de la clara del huevo y nivel de significación en gallinas *Hyline* e *ISABrown* en función del sistema de producción. Letras diferentes, entre líneas de gallina, indican diferencias significativas al 95% de confianza.

Respecto al estudio de las unidades Haugh del huevo en relación a la edad de la gallina, se concluye que los valores de UH disminuyen conforme avanza la edad de la gallina. La figura 37 muestra la relación estadística encontrada entre la edad de las gallinas y las UH. El modelo obtenido ($UH=91.746-0.142*\text{edad de la gallina}$) es

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

significativo (valor de $p=0.00$), con un coeficiente de relación medianamente fuerte $r^2=0.314$, donde la edad de las gallinas es capaz de explicar el 9.87% de la variabilidad en los valores de UH. Buxadé *et al.* (1995) indican que la calidad del albumen disminuye conforme aumenta la edad en las gallinas convencionales, ya que en las gallinas de mayor edad durante la formación del huevo la deposición de las proteínas es de peor calidad (Leeson *et al.*, 1997).

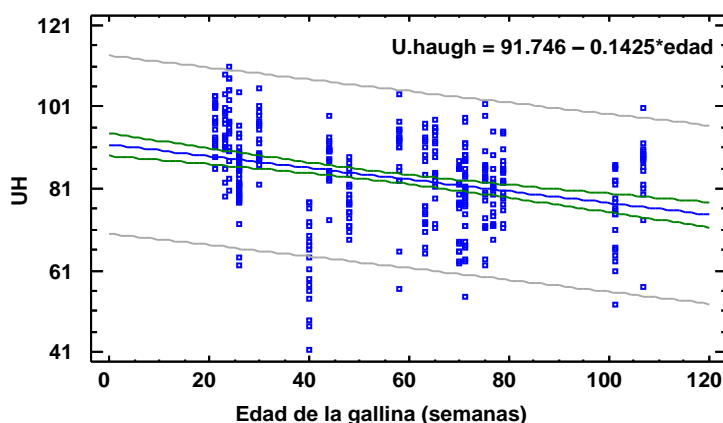


Figura 37. Modelo de regresión lineal entre las unidades Haugh del huevo y la edad de la gallina convencional.

El **índice de albumen denso** (IAD) es un índice de forma relacionado con la consistencia del albumen denso, cuanto mayor es el valor de este índice mayor es el resultado de la relación entre la altura y el diámetro del albumen. No se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los valores de albumen denso de los huevos procedentes de los dos tipos de producción (figura 38), de forma que las relaciones geométricas en los huevos procedentes de ambos sistemas productivos son similares.

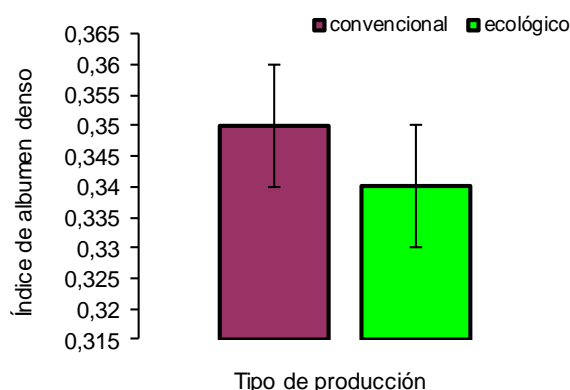


Figura 38. Índice de albumen denso del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tipo de gallina influye estadísticamente en el índice de albumen del huevo (figura 39). El orden de mayor a menor valor en el índice de albumen denso es muy similar al obtenido con las UH, ya que estos dos parámetros miden la forma del albumen, las UH tienen en cuenta la altura y el IAD el diámetro, están por tanto relacionados, así una disminución de la altura del albumen denso está acompañada de un aumento del diámetro del albumen.

Aunque el orden distribución sea similar al de las UH, los niveles de significación son diferentes. Se observan tres grupos de gallinas atendiendo al valor del IAD. En un primer grupo está los huevos de las gallinas *IsaBrown* x Negra Castellana, que son los que presentan valores significativamente más altos de IAD (0.41). El segundo grupo está formado por los huevos de las gallinas del tipo Andaluza Azul y *Hyline*, *Lohmann*, que presentan valores de IAD similares entre sí y diferentes del resto. Por último, al igual que ocurría con los valores de UH, el tercer grupo está formado por los huevos de las gallinas *ISABrown* y *Bovans*, que presentan los valores más bajos de IAD y que no difieren entre ellas, pero sí frente al resto de tipos de gallinas.

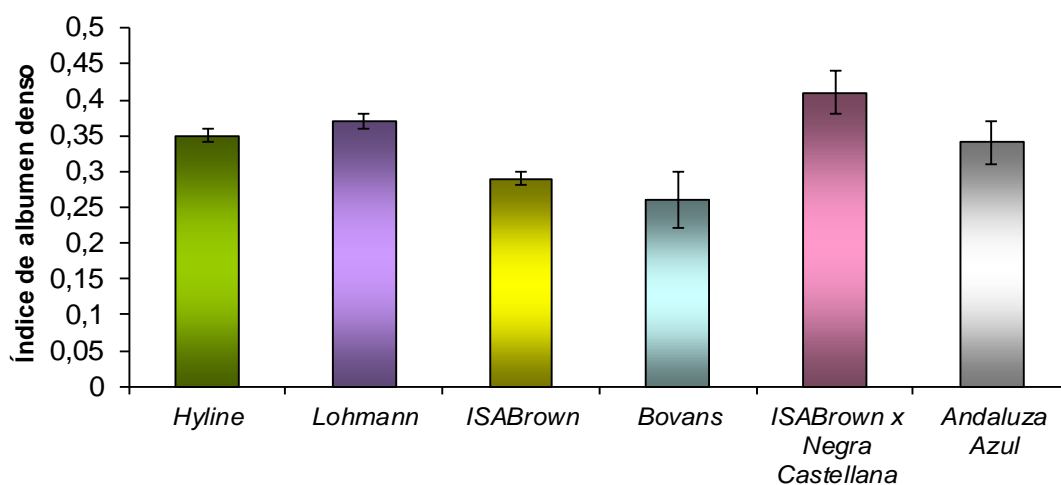


Figura 39. Índice de albumen denso del huevo y nivel de significación en función del tipo de gallina.

Para estudiar el efecto del sistema productivo sobre el mismo tipo de gallina, para los valores de IAD, la tabla 23 muestra el resultado individual del estudio comparativo del obtenido de gallinas *ISABrown* de producción ecológica y convencional. Se observa el número de casos global, individual en función del sistema productivo, el valor promedio y el error estándar, para cada caso, así como el valor del estadístico P, observándose que en este caso individualizado, las gallinas de producción ecológica del tipo *ISABrown* producen huevos con IAD estadísticamente superiores a las de producción convencional. Algunos autores advierten también la influencia de la

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

raza en la calidad del albumen, Scott y Silversides (2000) y Soria *et al.* (2013) concluyen que los huevos marrones tienen mayor cantidad de albumen.

Si se considera el valor del índice de albumen denso global como el valor de referencia, las gallinas *ISABrown* de producción ecológica producen huevos con un 23% más de índice de albumen denso, lo que se traduce en un albumen con una altura superior al diámetro y por tanto con una consistencia mayor.

Tabla 23. Resultados de índice de albumen denso del huevo en gallinas *ISABrown* en función del sistema de producción.

| IAD | | Número de casos | Valor promedio y error estándar | Valor P |
|-----------------|--------------|-----------------|---------------------------------|---------|
| | Media global | 178 | 0.26 | |
| <i>ISABrown</i> | Convencional | 36 | 0.21±0.03 | 0.00 |
| | Ecológica | 142 | 0.32±0.13 | |

Se observa una relación significativa entre la edad de las gallinas convencionales y los valores de IAD con un nivel de significación del 95%, observándose una correlación negativa (figura 40), es decir, el índice de albumen denso disminuye conforme aumenta la edad de las gallinas, pero la relación es débil ya que la edad de las gallinas sólo podría explicar el 8.67% de la variabilidad de los valores del índice de albumen denso.

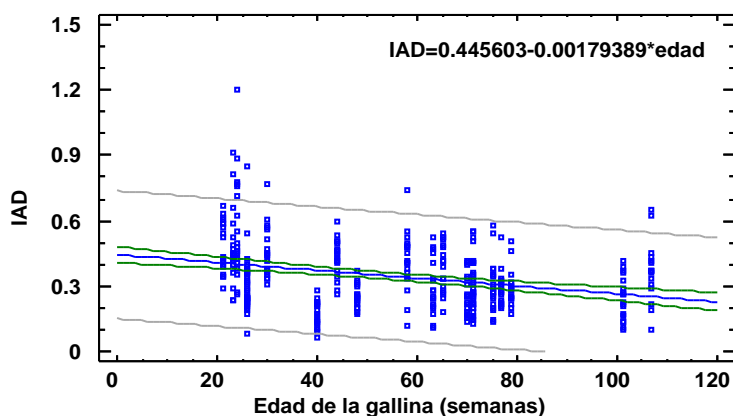


Figura 40. Modelo de regresión lineal entre el índice de albumen denso del huevo y la edad de la gallina convencional.

El **porcentaje de albumen denso (PAD)** indica la proporción porcentual del peso del albumen denso respecto al peso total del huevo. No se encuentran diferencias estadísticamente significativas en los valores de este parámetro en función del sistema productivo (figura 41), siendo el PAD de los huevos de las gallinas convencionales de 59.90%, ligeramente superior al de los huevos ecológicos (59.44%), siendo las

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

diferencias existentes inferiores al 1%. Sin embargo, Raigón *et al.* (2002) encontraron en estudios comparativos que los huevos ecológicos presentaban niveles de PAD estadísticamente superiores (62.36 %) que los de producción intensiva (57.32 %). Esta diferencia de resultados puede deberse a las diferentes dietas de las gallinas ecológicas en cada uno de los estudios, ya que el mayor aporte de proteínas y aminoácidos esenciales en la ingesta, tiene consecuencias sobre el incremento en la cantidad y la estructura del albumen (Castelló *et al.*, 2010).

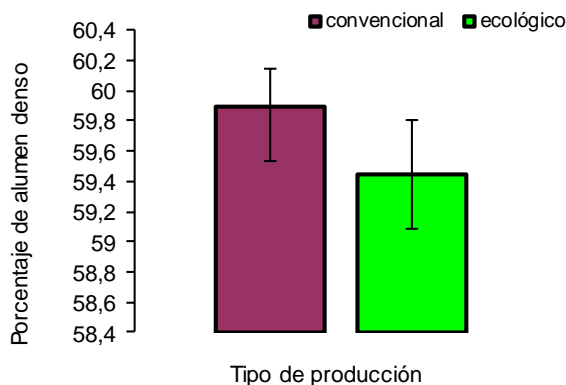


Figura 41. Porcentaje de albumen denso del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción.

Las líneas de gallina *Hyline*, *Lohmann*, *ISABrown*, *Bovans*, *ISABrown* x Negra Castellana presentan porcentajes de albumen denso entre el 59 y el 60%, mientras que las gallinas de la raza Andaluza Azul presenta valores inferiores (57.72%). Estas diferencias no son significativas, por lo que el tipo de gallina no influye significativamente sobre el porcentaje de albumen denso del huevo.

Para estudiar el efecto del sistema productivo sobre la misma estirpe, para los valores del porcentaje de albumen denso, la tabla 24 muestra el resultado individual del estudio comparativo del porcentaje de albumen denso obtenido en los huevos de gallinas *ISABrown* de producción ecológica y convencional. Se muestra el número de casos global, individual en función del sistema productivo, el valor promedio y el error estándar, para cada caso, así como el valor del estadístico P, observándose que en este caso individualizado, las gallinas de producción ecológica del tipo *ISABrown* producen huevos con PAD estadísticamente superiores a las de producción convencional.

Los resultados ponen de manifiesto que la significación estadística frente al sistema de producción se diluye cuando se analizan todos los datos del estudio, pero cuando se disminuyen los grados de libertad y se centra para un único tipo de gallina, los huevos de producción ecológica presentan mayor calidad de albumen, con

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

diferencias estadísticamente significativas, en concordancia con lo observado por Raigón *et al.* (2002).

Si se considera el valor de la media global como el valor de referencia, se obtiene que los huevos de producción ecológica de las gallinas *ISABrown* presentan aproximadamente un 2% más de porcentaje de albumen denso.

Tabla 24. Resultados del porcentaje de albumen denso del huevo en gallinas *ISABrown* en función del sistema de producción.

| PAD | | Número de casos | Valor promedio y error estándar | Valor P |
|-----------------|--------------|-----------------|---------------------------------|---------|
| | Media global | 176 | 58.45 | |
| <i>ISABrown</i> | Convencional | 36 | 57.35±0.72 | 0.000 |
| | Ecológica | 140 | 59.55±0.36 | |

Se observa una ligera tendencia negativa entre los valores del PAD conforme aumenta la edad de las gallinas alojadas en jaula y de producción convencional, de acuerdo con el estudio realizado por Zita *et al.* (2009). Los resultados muestran una relación estadísticamente significativa, pero muy débil ($r^2=-0.190$), de manera que la edad de la gallina sólo es capaz de explicar el 3.81%, de la variabilidad del porcentaje de albumen denso, siendo el modelo resultante $PAD=61.99-0.04*\text{edad}$.

El **porcentaje de albumen total** indica la proporción porcentual del peso del albumen denso y fluido respecto al peso total del huevo. La figura 42 muestra los valores del porcentaje de albumen para los huevos de producción ecológica y convencional, observándose que los huevos de producción convencional son los que mayores cantidades porcentuales presentan de albumen, siguiendo con la tendencia observada para el caso del porcentaje de albumen denso, pero en este caso las diferencias existentes son estadísticamente significativas.

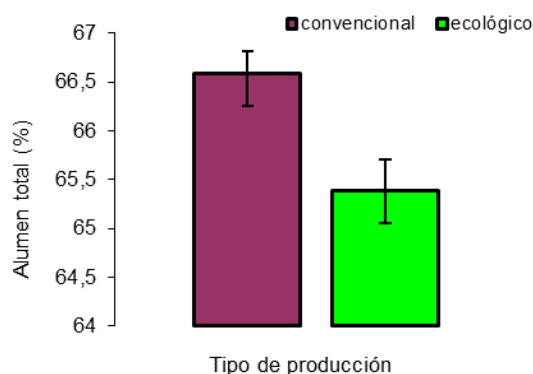


Figura 42. Porcentaje de albumen total del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tipo de gallina tiene influencia significativa sobre el porcentaje de albumen total. Las líneas de gallina *Lohmann* son las que mayor porcentaje de albumen total generan en los huevos (67.33%), con diferencias significativas frente al resto, excepto para el caso de los huevos de la raza Andaluza Azul que curiosamente es la línea que presenta los huevos con menor porcentaje de albumen denso, pero ocupa el segundo lugar en albumen total (67.05%). Las líneas *Hyline*, *ISABrow* y *Bovans* producen huevos con un porcentaje de albumen total entre el 65.5% y el 66.24%, mientras que las gallinas del cruce *ISABrown* x Negra Castellana son las que producen los huevos con menor porcentaje de albumen total (64.44%).

Al analizar el efecto de sistema de producción para el mismo tipo de gallina (*ISABrown*) sobre el porcentaje total de albumen se observa que los huevos de producción convencional producen huevos con un 0.55% más de albumen total que los huevos de producción ecológica de la misma línea de gallina, aunque las diferencias encontradas no son estadísticamente significativas (tabla 25).

Tabla 25. Resultados del porcentaje de albumen total del huevo en gallinas *ISABrown* en función del sistema de producción.

| PAD | | Número de casos | Valor promedio y error estándar | Valor P |
|-----------------|--------------|-----------------|---------------------------------|---------|
| <i>ISABrown</i> | Media global | 179 | 65.74 | |
| | Convencional | 37 | 65.92±0.82 | 0.70 |
| | Ecológico | 142 | 65.56±0.42 | |

Al igual que se observa para el caso del porcentaje de cáscara, conforme avanza la edad de la gallina disminuye el porcentaje de albumen. El modelo ajustado obtenido ($AT=61.99 - 0.040 \cdot \text{edad}$) es estadísticamente significativo para un nivel de confianza del 99%, aunque el coeficiente de correlación ($r^2=-0,1952$) es relativamente débil entre las dos variables, de forma que el modelo explica sólo un 3.81% de la variabilidad en albumen total.

La tabla 26 muestra los resultados del análisis multifactorial para los parámetros de calidad interna relacionados con la yema del huevo, índice de forma de la yema (IFY), porcentaje de yema (PY), índice de color de la yema (ICY) y escala de color Roche. Todos los parámetros aparecen en función del tipo de producción, tipo de gallina y edad de la misma. Además se muestra el error estándar para cada uno de los resultados. En negrita aparecen los valores que presentan diferencias estadísticamente

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

significativas al 95% de confianza, observándose que, para el caso de la yema, todas las variables estudiadas son significativas para cada factor.

Tabla 26. Resultados promedio y error estándar de los parámetros de calidad interna externa relacionados con la yema del huevo en función del sistema productivo, tipo y edad de la gallina.

| Factores | Variables | Índice de forma de la yema | Índice de color de la yema | Escala de color Roche | PY (%) |
|-----------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|------------|
| Producción | Convencional | 50.84±0.30 | 3.07±0.10 | 12.00±0.12 | 23.95±0.13 |
| | Ecológico | 49.76±0.42 | 1.75±0.11 | 9.00±0.16 | 25.18±0.19 |
| Tipo de gallina | <i>Hylina</i> | 51.05±0.47 | 3.29±0.15 | 12.00±0.20 | 23.98±0.31 |
| | <i>Lohmann</i> | 52.32±0.45 | 2.63±0.14 | 11.00±0.19 | 23.40±0.30 |
| | <i>ISABrown</i> | 48.78±0.42 | 1.61±0.12 | 10.00±0.16 | 24.85±0.19 |
| | <i>Bovans</i> | 47.00±1.33 | 3.83±0.44 | 13.00±0.56 | 25.02±0.88 |
| | <i>ISABrown</i> x Negra Castellana | 51.74±1.03 | 0.03±0.34 | 7.00±0.43 | 25.33±0.68 |
| | Andaluza Azul | 48.24±1.37 | 4.35±0.30 | 10.00±0.57 | 28.35±0.91 |
| | Edad | 21 semanas | 58.52±1.09 | 3.66±0.24 | 11.77±0.24 |
| 23 semanas | | 58.35±1.09 | 3.34±0.24 | 12.61±0.24 | 21.79±0.95 |
| 24 semanas | | 57.02±1.09 | 3.32±0.24 | 11.67±0.24 | 21.47±0.95 |
| 26 semanas | | 53.46±0.76 | 3.50±0.17 | 12.08±0.17 | 22.91±0.67 |
| 30 semanas | | 49.95±0.77 | 1.47±0.17 | 9.91±0.17 | 26.05±0.67 |
| 40 semanas | | 43.92±1.09 | 2.90±0.24 | 12.06±0.24 | 25.64±0.95 |
| 44 semanas | | 49.67±1.09 | 3.72±0.24 | 12.72±0.24 | 24.99±0.95 |
| 48 semanas | | 47.82±1.09 | 2.44±0.24 | 11.06±0.24 | 25.45±0.95 |
| 58 semanas | | 49.68±1.09 | 4.87±0.24 | 13.11±0.24 | 24.93±0.95 |
| 63 semanas | | 48.97±1.09 | 3.85±0.24 | 12.72±0.24 | 24.49±0.95 |
| 65 semanas | | 50.00±1.09 | 3.02±0.24 | 12.06±0.24 | 25.22±0.95 |
| 70 semanas | | 47.00±1.09 | 3.83±0.24 | 12.72±0.24 | 25.02±0.95 |
| 71 semanas | | 53.00±0.78 | 2.99±0.17 | 12.34±0.16 | 25.32±0.68 |
| 75 semanas | | 48.67±1.06 | 3.62±0.24 | 12.16±0.24 | 24.85±0.95 |
| 77 semanas | | 48.75±1.09 | -2.46±0.24 | 2.28±0.24 | 24.03±0.95 |
| 79 semanas | 49.47±1.09 | 2.70±0.24 | 11.44±0.24 | 24.61±0.95 | |
| 101 semanas | 47.78±1.09 | 2.77±0.24 | 12.33±0.24 | 24.78±0.95 | |
| 107 semanas | 47.25±1.16 | 3.14±0.26 | 12.00±0.25 | 22.89±1.01 | |

Se observan datos muy bajos para el valor promedio del índice de color de la yema para el cruce de *ISABrown* x Negra Castellana, posiblemente debido a la procedencia ecológica de estas muestras que presentan colores muy amarillos y al aplicar el método de cálculo del índice de color, genera los valores bajos o incluso

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

negativos. También se observa en la semana 77 valores negativos para el índice de color de la yema y valores muy bajos en el color medido con la escala Roche, ello es debido a que esta muestra procede de una explotación avícola convencional, pero los huevos se destinan para la elaboración de ovoproductos, donde el color de la yema no tiene tanto impacto sobre los atributos de calidad, dando en consecuencia valores muy bajos de los parámetros del color de la yema.

El **índice de forma de la yema (IFY)** es un parámetro considerado como indicativo de la calidad del huevo. Si el valor de IFY > 65 , se interpreta que los huevos son de una excelente calidad de la yema, se considera un huevo de buena calidad, si los valores de IFY se encuentran entre 65–35 y se consideran huevos de mala calidad cuando IFY < 35 (Peris, 2000). Las diferencias en los valores del IFY pueden deberse al tiempo transcurrido desde el momento de puesta del huevo o frescura y a la edad de la gallina, en este estudio la frescura no ha sido un factor determinante porque el análisis de las muestras es rápido en el tiempo y no transcurre el tiempo suficiente para que las proteínas de la membrana vitelina se degraden y la yema aparezca más aplanada de lo deseado.

Existen diferencias significativas (al 95% de confianza) en los valores del índice de forma de la yema en función del sistema de producción (valor de $p=0.0364$) siendo los valores superiores en el sistema convencional (50.84) frente a los obtenidos bajo las técnicas de avicultura ecológica (49.76) (figura 43). Estas diferencias son justificables por el mayor peso del huevo que se obtiene, bajo las técnicas de producción convencional (Sekeroglu y Altuntas, 2009).

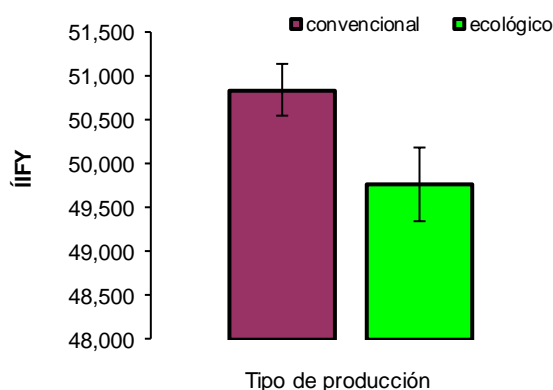


Figura 43. Índice de forma de la yema del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción.

La variación del IFY en función del tipo de gallina estudiada pone de manifiesto la existencia de diferencias estadísticas (al 95% de confianza) en este parámetro. El

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

valor más alto de IFY se alcanza con los huevos de las gallinas *Lohmann* (52.32) que presenta diferencias estadísticas frente a los valores del resto, menos de los huevos de las gallinas de la línea *ISABrown* cruzada con Negra Castellana (51.74). El valor del IFY de los huevos de las gallinas de la línea *Hyline* (51.05) no difiere del valor obtenido para los de *ISABrown* x Negra Castellana. Mientras que los valores de IFY de los huevos de las líneas *ISABrown* (48.78), Andaluza Azul (48.24) y *Bovans* (47) son los más bajos del estudio y no presenta diferencias entre sí, pero sí presentan diferencias significativas frente a los valores del resto de las líneas genéticas (figura 44).

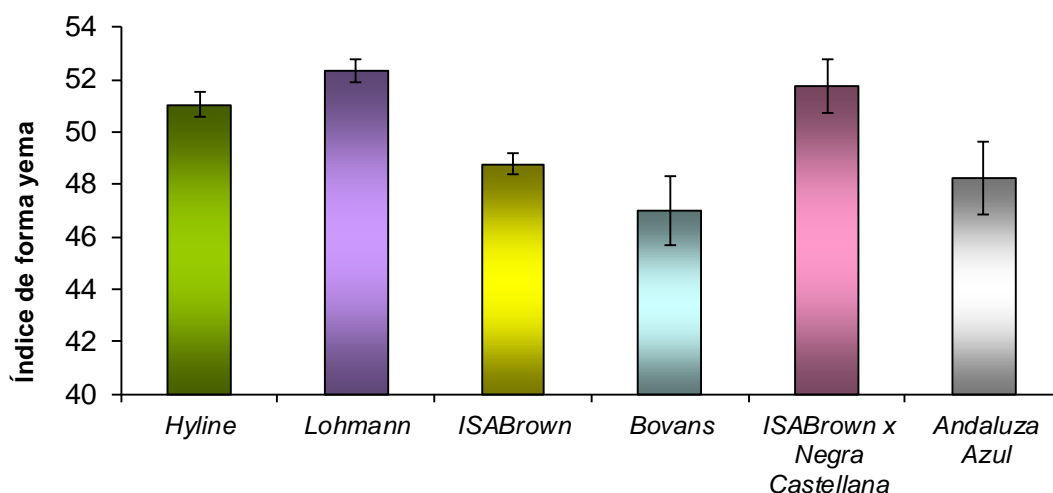


Figura 44. Índice de forma de la yema del huevo y nivel de significación en función del tipo de gallina.

Para estudiar el efecto del sistema productivo sobre el mismo tipo de gallina, para los valores del índice de forma de la yema, la tabla 27 muestra el resultado individual del estudio comparativo en los huevos de gallinas *ISABrown* de producción ecológica y convencional. Se muestra el número de casos global, individual en función del sistema productivo, el valor promedio y el error estándar, para cada caso, así como el valor del estadístico P, observándose que en este caso individualizado, no se encuentran diferencias estadísticamente significativas en el índice de forma de la yema para los huevos de las gallinas del tipo *ISABrown*.

Tabla 27. Resultados del índice de forma de la yema del huevo en gallinas *ISABrown* en función del sistema de producción.

| IFY | | Número de casos | Valor promedio y error estándar | Valor P |
|-----------------|--------------|-----------------|---------------------------------|---------|
| <i>ISABrown</i> | Media global | 175 | 24.99 | 0.240 |
| | Convencional | 36 | 25.21±0.34 | |
| | Ecológica | 139 | 24.76±0.17 | |

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existen relación estadísticamente significativa entre la edad de las gallinas y el valor del IFY (figura 45), de forma que a medida que aumenta la edad de las gallinas, el índice de forma de la yema es menor, es decir, que los valores de IFY más bajos están relacionados con gallinas de edades avanzadas. El modelo obtenido ($IFY = 56.041 - 0.0926 * edad$) presenta una relación relativamente fuerte ($r^2 = -0.394$) y pone de manifiesto que la edad de la gallina puede explicar el 15.58% de la variabilidad del IFY.

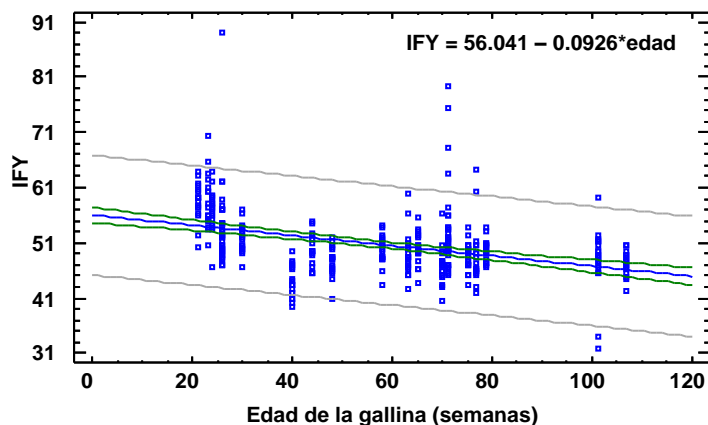


Figura 45. Modelo de regresión lineal entre el índice de forma de la yema del huevo y la edad de la gallina convencional.

El **color de la yema** del huevo depende principalmente del aporte de xantofilas a través de la dieta de las gallinas, ya sean naturales, como las presentes en el maíz, que son xantofilas amarillas y rojas, o bien xantofilas artificiales como la cantaxantina, que es una xantofila roja de síntesis cuya concentración máxima en el pienso no puede sobrepasar los 8 mg/kg (Directiva 2003/7/CE) debido a que los suplementos de β -carotenos pueden provocar problemas de salud (Mares-Perlman, 1999). El color de la yema se evalúa a través de dos parámetros, el **índice de color** medido con el colorímetro y el **valor de Roche** asignado por la escala colorimétrica mediante comparación.

La figura 46 muestra los valores de del índice de color de la yema y del valor en la escala Roche. Se observan diferencias estadísticas (al 95% de confianza) para los dos parámetros. La yema de los huevos convencionales estudiados tiene una intensidad de color mayor, siendo el índice de color de las yemas convencionales un 43% superior al color de las yemas de los huevos ecológicos. Para el caso del valor del color con la escala Roche se observa que, en promedio, las yemas de huevos convencionales son 3 puntos superiores en la escala Roche a las yemas ecológicas, lo que equivale a un 25% superiores en cuanto al color medido por esta metodología.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las diferencias significativas en el color de la yema entre los huevos convencionales de explotaciones de jaulas y los huevos ecológicos se deben a la adición de pigmentos, xantofilas amarillas o rojas, en la dieta de las gallinas convencionales, que están prohibidos en la composición del pienso ecológico.

Los consumidores asocian un color de la yema que varíe del amarillo dorado al naranja con una buena calidad total del huevo (Wall *et al.*, 2010). En este sentido también existen preferencias por grupos de población y zonas geográficas, así los consumidores norteamericanos prefieren yemas con una puntuación entre 7 y 10 en la escala Roche, mientras que en Europa y Asia los huevos más aceptados son aquellos con yemas con colores más intensos con una puntuación entre 10 y 14 en la misma escala colorimétrica (Galobart *et al.*, 2004). Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran valores dentro de este rango para los huevos de producción convencional, condicionado por la adición de los pigmentos colorantes, mientras que en los huevos de producción ecológica los valores están por debajo del rango, estas diferencias no afectan al grado de aceptación del huevo, ya que el nivel de concienciación de los consumidores ecológicos son conocedores de las prácticas, y prefieren yemas menos pigmentadas, pero libres de aditivos (Paul y Rana, 2012).

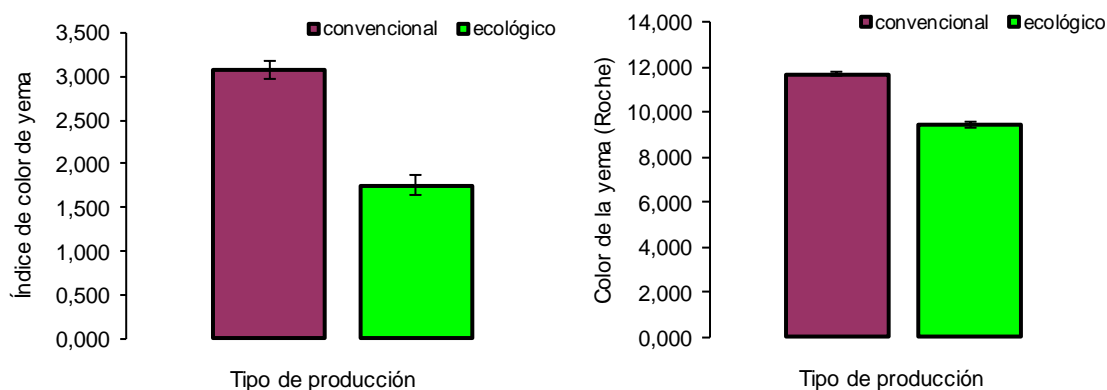


Figura 46. Índice de color de la yema (izquierda) y color de la yema según escala Roche (derecha) y nivel de significación en función del sistema de producción.

En consonancia con el estudio publicado por Halaj *et al.* (1998), en la presente tesis se ha encontrado una relación estadísticamente significativa entre el tipo de gallina y la coloración de la yema tanto para el índice de color (figura 47) como para la intensidad de color medida con la escala Roche (figura 48). Los valores significativamente inferiores los presentan los huevos de la línea *ISABrown* cruzada con Negra Castellana, debido al mayor número de huevos procedentes de granjas ecológicas con esta línea.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

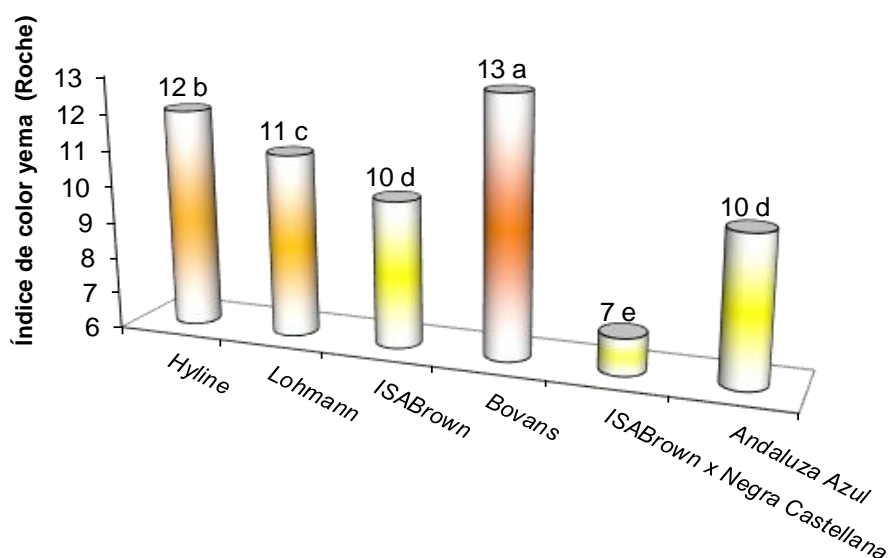


Figura 47. Color de la yema según escala Roche en función del tipo de gallina. Letras diferentes indican diferencias significativas al 95% de confianza.

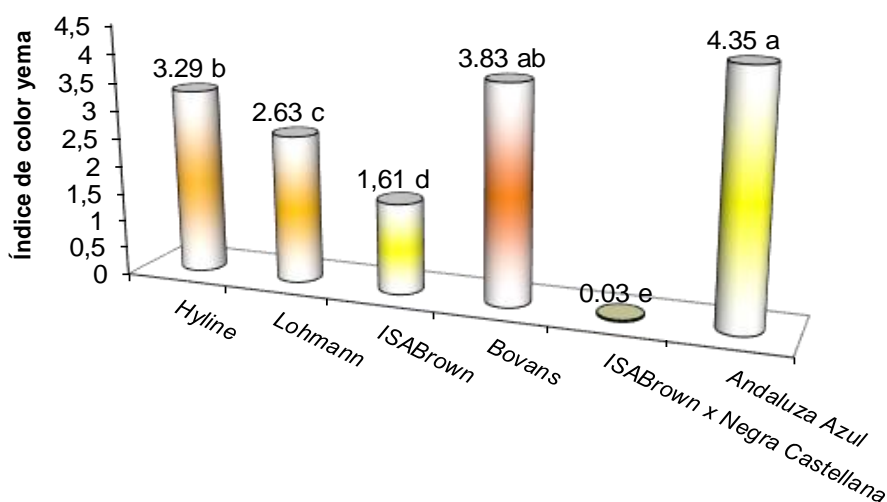


Figura 48. Índice de color de la yema en función del tipo de gallina. Letras diferentes indican diferencias significativas al 95% de confianza.

Para estudiar el efecto del sistema productivo sobre el mismo tipo de gallina, en el índice de color de la yema, la tabla 28 muestra el resultado individual del estudio comparativo del valor del índice de color de la yema (ICY) del huevo obtenido de gallinas *Hyline* e *ISABrown* de producción ecológica y convencional. Se observa el número de casos global, individual en función del sistema productivo, el valor promedio y el error estándar, para cada caso, así como el valor del estadístico P, observándose que, al igual que ocurre en el estudio global, para los huevos de las líneas *Hyline* e *ISABrown*, bajo el sistema de producción convencional se generan índices de color de yema,

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

estadísticamente superiores a los que presentan los huevos de las gallinas de producción ecológica.

Tabla 28. Resultados de índice de color de la yema del huevo en gallinas *Hyline* e *ISABrown* en función del sistema de producción.

| ICY | | Número de casos | Valor promedio y error estándar | Valor P |
|-----------------|--------------|-----------------|---------------------------------|---------|
| | Media global | 166 | 2.85 | |
| <i>Hyline</i> | Convencional | 144 | 3.45±0.10 | 0.000 |
| | Ecológica | 22 | 2.25±0.26 | |
| <i>ISABrown</i> | Media global | 233 | 2.12 | |
| | Convencional | 36 | 2.84±0.31 | 0.000 |
| | Ecológica | 197 | 1.39±0.13 | |

En general, la gallina *Hyline* produce huevos con mayor índice de color de yema que los de la gallina *ISABrown*, independientemente del sistema productivo. Tomando como referencia el valor promedio global del color de la yema del presente estudio (ICY=2.85) para los huevos de la gallina *Hyline*, los sistemas de producción convencional generan yemas un 21% más pigmentadas que las de referencia. Para el caso de las gallinas *ISABrown*, el sistema convencional es capaz de incrementar el color de la yema en un 34% respecto del valor global (figura 49). Estos resultados reafirman que en los sistemas productivos convencionales el color de la yema se modifica atendiendo a las preferencias de mercado.

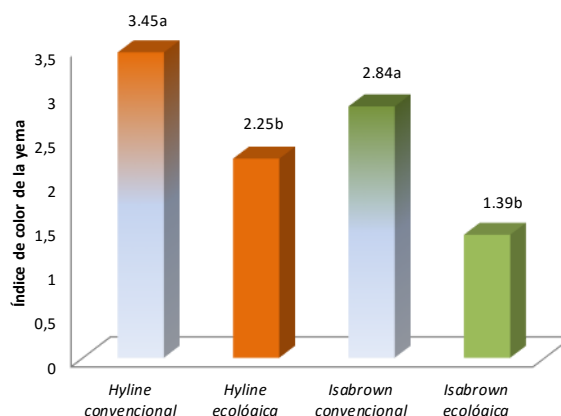


Figura 49. Índice de color de yema en el huevo y nivel de significación en gallinas *Hyline* e *ISABrown* en función del sistema de producción. Letras diferentes, entre líneas de gallina, indican diferencias significativas al 95% de confianza.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 29 muestra el resultado individual del estudio comparativo del valor del color de la yema medido con la escala Roche, en los huevos producidos por las gallinas *ISABrown* de producción ecológica y convencional.

Tabla 29. Resultados del color de la yema, medido con la escala Roche, del huevo en gallinas *ISABrown* en función del sistema de producción.

| Valor Roche | | Número de casos | Valor promedio y error estándar | Valor P |
|-----------------|--------------|-----------------|---------------------------------|---------|
| | Media global | 212 | 10.97 | |
| <i>ISABrown</i> | Convencional | 36 | 12.19±0.35 | 0.000 |
| | Ecológica | 176 | 9.74±0.16 | |

Se observa que el color de la yema del huevo, medida con la escala Roche, presenta valores significativamente superiores cuando el sistema de producción es convencional, en sintonía con lo observado para el índice de color de la yema, medida colorimétricamente. Tomando como referencia el valor promedio global del color de la yema (10.97) para los huevos de la gallina *ISABrown*, los sistemas de producción convencional generan yemas un 11% más pigmentadas que respecto al valor global.

Para evaluar el efecto evolutivo de la edad de las gallinas sobre el color de la yema, se ha eliminado el dato de la semana 77, por salirse del rango al tratarse de unas muestras que van destinadas a la elaboración de ovoproductos. Se concluye que el color disminuye significativamente con la edad de las gallinas, tanto para el índice de color de la yema, como para el color medido con la escala Roche, con un nivel de confianza del 95%. Los coeficientes de correlación son en ambos casos negativos, lo que implica que a medida que aumenta la edad de las gallinas, el color de la yema disminuye, posiblemente debido a una menor absorción de las xantofilas. En los modelos obtenidos, la edad es capaz de explicar el 15.58% de la variabilidad del índice del color de la yema, con un coeficiente de correlación relativamente fuerte ($r^2=-0.390$), mientras que la relación con los valores del color de yema con la escala Roche genera un modelo muy débil ($r^2=-0.150$), donde la edad de las gallinas convencionales sólo llega a explicar el 2.14% de la variabilidad del color de la yema medida con la escala Roche.

El **porcentaje de yema** es un parámetro que depende del peso individual de la yema y del peso total del huevo. En general se observa que existen diferencias significativas (al 95% de confianza) en el porcentaje de yema en función del sistema de producción. Los huevos ecológicos presentan mayor porcentaje de yema (25.18%) que

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

los convencionales (23.95%) (figura 50), estas diferencias pueden ser debidas a que las gallinas ecológicas ingieran mayores niveles de lípidos o que en su composición exista mayor fracción de ácido graso linoleico, ya que un aumento de estos componentes en la dieta incrementan el porcentaje de yema (Buxadé *et al.*, 1995).

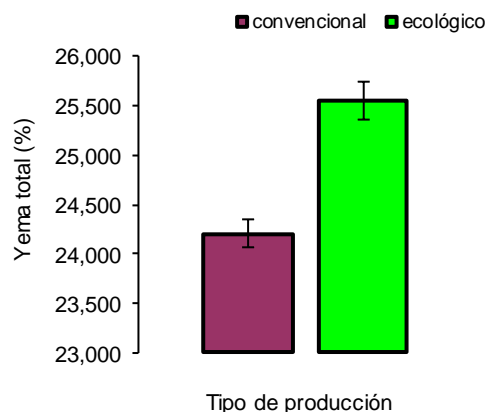


Figura 50. Porcentaje de yema total y nivel de significación en función del sistema de producción.

El tipo de gallina influye significativamente sobre el porcentaje de yema de los huevos (figura 51). Las gallinas de la raza Andaluza Azul son las que generan los huevos con mayor valor del porcentaje de yema (28.35%) mostrando diferencias estadísticamente significativas, respecto al resto de los valores. Las yemas de los huevos de las líneas *ISABrown*, *Bovans* y del cruce *ISABrown* x *Negra Castellana*, tienen valores de porcentaje de yema alrededor del 25%, y los valores no difieren entre sí, pero sí con respecto al resto de valores. El tipo de gallina *Hyline* presenta valores de yema próximos al 24% que difieren del resto de valores, mientras que los huevos de las gallinas *Lohmann* presentan los valores significativamente inferiores de porcentaje de yema del huevo (23.4%).

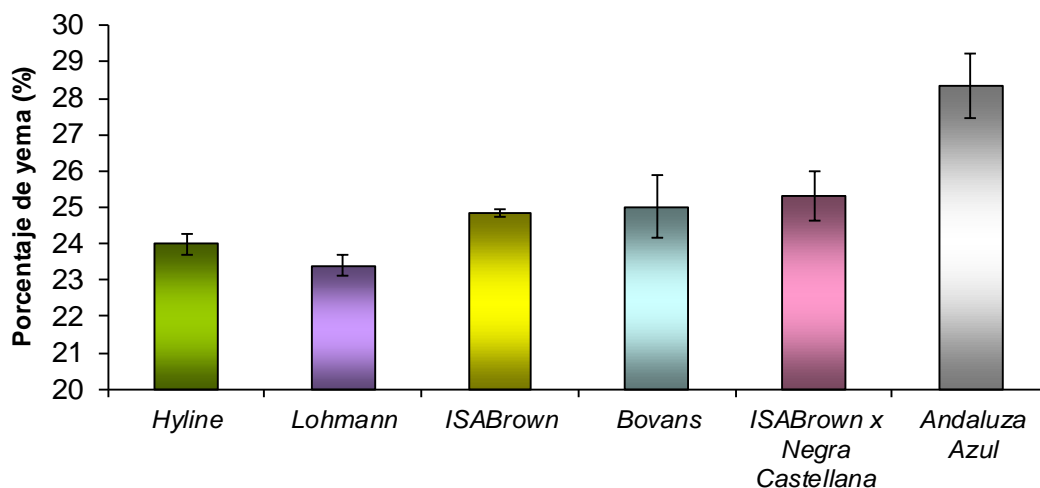


Figura 51. Porcentaje de yema (%) del huevo y nivel de significación en función del tipo de gallina.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las diferencias encontradas en el contenido porcentual de yema en los huevos de producción ecológica para el global de los datos, no se observan en el caso concreto de las gallinas *ISABrown* (tabla 30) donde son las gallinas de producción convencional las que producen los huevos con mayor porcentaje de yema, aunque las diferencias no son estadísticamente significativas.

Tabla 30. Resultados del porcentaje de yema (%) del huevo en gallinas *ISABrown* en función del sistema de producción.

| Porcentaje de yema (%) | | Número de casos | Valor promedio y error estándar | Valor P |
|------------------------|--------------|-----------------|---------------------------------|---------|
| | Media global | 175 | 24.99 | |
| <i>ISABrown</i> | Convencional | 36 | 25.21±0.34 | 0.240 |
| | Ecológica | 139 | 24.76±0.17 | |

Al estudiar la tendencia entre la edad de las gallinas de producción convencional y los valores de porcentaje de yema, se observa que el porcentaje de yema aumenta con la edad de las gallinas, resultados que coinciden con los hallados por Buxadé *et al.* (1995) y los de Zita *et al.* en 2009.

Los resultados muestran que el porcentaje de yema en los huevos convencionales aumenta entre la semana 21 y 40, de 18% a 25%, desde la semana 40 a la 107 fluctúa entre 24 y 26%, con tendencia a disminuir en las edades más avanzadas (figura 52). Zita *et al.* (2009) concluyen que el porcentaje de yema entre la semana 20 y 26 y la semana 54 y 60, aumenta del 23.1% al 28.1%. Los resultados de Buxadé *et al.* (1995) indican que las gallinas jóvenes tienen un peso de yema medio de 12 g mientras que las viejas pueden tener yemas de 20-23 g, lo que correspondería a porcentajes de yema del 20% al 33%-38% respectivamente, teniendo en cuenta un peso medio del huevo de 60 g. Por su parte Castelló *et al.* (2010) indican que el incremento en el peso del huevo conforme aumenta la edad de las gallinas se debe al aumento en el peso de la yema. En la misma línea Van der Brand en 2004 concluyó que conforme aumenta la edad disminuye la proporción de albumen desecado y aumenta la proporción de yema desecada, en huevos frescos, Grobas *et al.* (1996) encuentran también que el porcentaje de yema aumenta con la edad del ave.

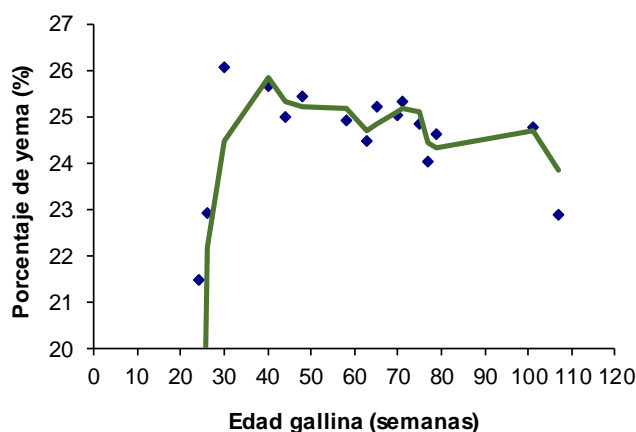


Figura 52. Evolución del porcentaje de yema del huevo en función de la edad de la gallina convencional (semanas).

Los valores porcentuales de cáscara (PC), albumen total, incluyendo al albumen denso (PAD) y el fluido (PAF), así como el porcentaje de yema (PY) deben estudiarse en su conjunto, al tratarse de una relación proporcional entre ambos parámetros establecida mediante la fórmula $PAF=100-PC-PAD-PY$.

La figura 53 muestra los valores porcentuales de cada uno de los componentes del huevo, en función del sistema productivo, para el global de los datos estimados. Se observa que con el método de producción ecológica se obtiene una mayor proporción de yema y de cáscara, así como de albumen denso, con respecto al contenido total de albumen. El contenido de yema en los huevos ecológicos es en promedio, un 6.2% superior, el contenido de cáscara es un 11.4% superior y el contenido de albumen denso es un 3.46% superior en los huevos de producción ecológica.

Quitral *et al.* (2009) encuentran que los huevos orgánicos presentan también mayor proporción de yema, en comparación con los de producción intensiva, siendo en este caso un 8% superior. En su estudio encuentran que sólo la fracción de yema es superior en los huevos ecológicos frente a los convencionales.

El mayor porcentaje de cáscara en los huevos se relaciona con una mayor resistencia a roturas. Respecto a las fracciones internas del huevo, el ratio porcentaje de albumen total/porcentaje de yema es de 2.78 para el caso de los huevos convencionales y de 2.50 para el caso de los ecológicos, este incremento en el porcentaje de albumen se debe principalmente a los tipos de gallinas empleadas en el modelo convencional, ya que las mejoras genéticas realizadas en las aves, han generado un incremento en el porcentaje de albumen (Grobas y Mateos, 1996).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para analizar el este efecto sobre el tipo de gallina, la figura 54 muestra los valores porcentuales de cada uno de los componentes del huevo. Se observa que en los casos donde está presente una estirpe autóctona (Andaluza Azul y el cruce *ISABrown* x Negra Castellana), la fracción de yema es superior.

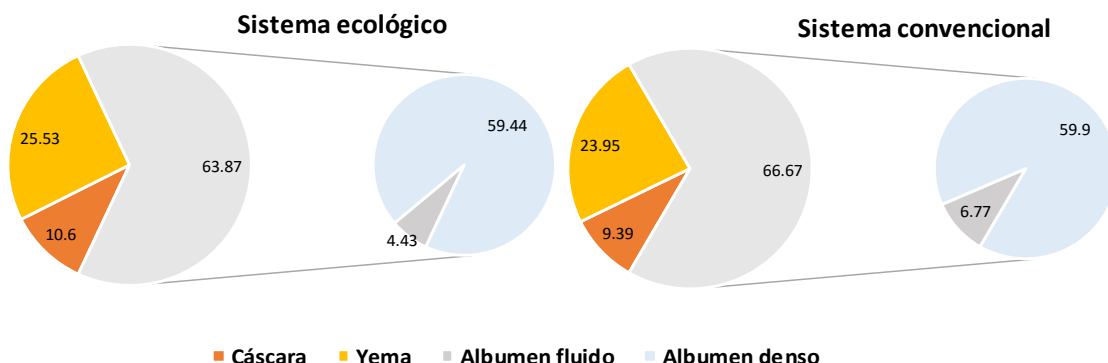


Figura 53. Distribución porcentual de las fracciones mayoritarias del huevo en función del sistema productivo.

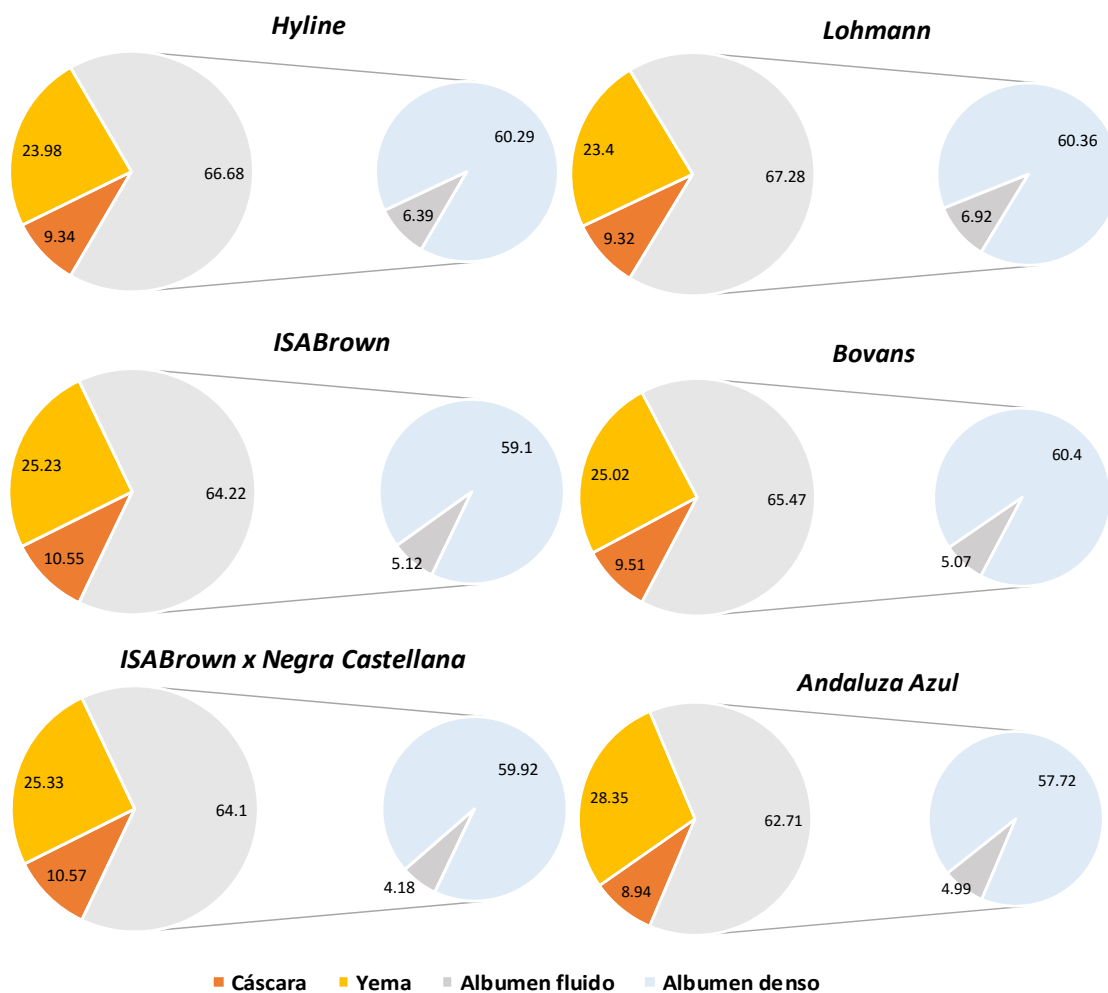


Figura 54. Distribución porcentual de las fracciones mayoritarias del huevo en función de la estirpe de gallina.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ratio entre el porcentaje de albumen total y yema es de 2.88 para los huevos de las gallinas *Lohmann*, 2.76 para los de *Hyline*, 2.62 para los de *Bobans*, 2.59 para los de *ISABrown*. Los ratios de menor valor (2.54) se observan en los huevos de las gallinas *ISABrown* cruzadas con Negra Castellana y de 2.36 para los huevos de las gallinas autóctonas Andaluza azul. Estos resultados coinciden con el notable incremento observado en los últimos años de la proporción de albumen, en detrimento de la yema, como consecuencia de la mejora genética. Esta tendencia ha sido contrastada por Sauveur *et al.* (1993) al comparar datos de composición del huevo de una estirpe comercial actual y de dos estirpes ancestrales.

Carvajal (2006) indica que un 30% aproximadamente del peso del huevo está constituido por la yema, un 60% por el albumen y un 10% por la cáscara, al comparar estos valores con las muestras estudiadas, se observa que los valores de la yema (24.57%) son significativamente inferiores a favor del porcentaje del albumen (65.98%), mientras que la cáscara se mantiene aproximadamente en el 10%.

4.1.3. Resultados de calidad nutricional

De forma clásica, el huevo ha sido uno de los alimentos más apreciados, puesto que supone una de las fuentes más económicas para obtener proteína de la mejor calidad biológica. Además de ser reconocido por su aporte elevado en micronutrientes (elementos minerales y vitaminas).

Diversos factores productivos pueden inducir cambios en la calidad del huevo, que incluyen también su composición química y, en consecuencia, su valor nutritivo. Stadelman y Pratt (1989) recogen de forma muy exhaustiva datos de composición y de variabilidad de la composición nutricional del huevo y clasifican sus componentes en función de su capacidad de ser variables o muy constantes.

Así, entre los que pueden ser modificados en su concentración, a través de la alimentación y otros factores productivos, se encuentran algunos minerales (I, F, Mn), algunas vitaminas (A, D, E, K, B1, B2, B12, biotina, pantotenato, folato) y algunos ácidos grasos, especialmente los insaturados (oleico, linoleico y linolénico, así como otros de las series metabólicas). Algunos nutrientes ofrecen datos poco conclusivos sobre su capacidad de modificación, como el Zn, la niacina, la piridoxina, el inositol o el ácido araquidónico. Por el contrario, excepto a través de tratamientos farmacológicos, la cantidad de colesterol en el huevo es difícil de modificar.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 31 muestra los resultados del análisis de la varianza para los parámetros de calidad nutricional del huevo, relacionados con el contenido en humedad (%), los niveles en minerales totales, expresados como porcentaje en cenizas, el contenido en proteína total (%) y la concentración en carotenoides ($\mu\text{g/g}$ de yema), en función del tipo de producción, tipo de gallina y edad de la misma. Además, se muestra el error estándar para cada uno de los resultados. En negrita aparecen los valores que presentan diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza.

Tabla 31. Resultados promedio y error estándar de los parámetros de calidad nutricional relacionados con la humedad, cenizas, proteínas y carotenoides del huevo en función del sistema productivo, tipo y edad de la gallina.

| Factores | VARIABLES | Humedad (%) | Cenizas (%) | Proteínas (%) | Carotenoides ($\mu\text{g/g}$ de yema) |
|------------------------|---------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---|
| Producción | Convencional | 76.39±0.24 | 0.93±0.023 | 10.03±0.07 | 4201±134 |
| | Ecológico | 75.89±0.28 | 1.08±0.022 | 8.68±0.07 | 2415±230 |
| Tipo de gallina | <i>Hyline</i> | 76.29±0.38 | 0.89±0.031 | 9.61±0.11 | 4403 ±207 |
| | <i>Lohmann</i> | 76.40±0.38 | 0.96±0.032 | 10.16±0.11 | 4205±207 |
| | <i>ISABrown</i> | 75.94±0.32 | 1.02±0.025 | 8.83±0.09 | 3067±229 |
| | <i>Bovans</i> | 75.88±1.15 | 0.77±0.098 | 10.72±0.32 | 3269±561 |
| | <i>ISABrown</i> x Negra Castellana | 75.41±0.81 | 1.40±0.056 | 9.08±0.23 | 931±178 |
| | Andaluza Azul | 75.48±0.94 | 1.21±0.057 | 8.48±0.23 | 2980±561 |
| | 21 semanas | 78.19±0.41 | 0.82±0.065 | 10.14±0.19 | 6992±393 |
| | 23 semanas | 77.12±0.41 | 1.04±0.065 | 10.39±0.19 | 5024±393 |
| | 24 semanas | 77.15±0.41 | 0.83±0.065 | 13.93±0.19 | 4982±393 |
| | 26 semanas | 76.05±0.29 | 1.00±0.045 | 9.25±0.14 | 4181±290 |
| 30 semanas | 76.26±0.29 | 0.94±0.045 | 10.11±0.14 | 4449±304 | |
| 40 semanas | 75.50±0.41 | 0.86±0.065 | 10.55±0.19 | 3723±393 | |
| 44 semanas | 77.97±0.41 | 0.98±0.065 | 9.96±0.30 | 3656±393 | |
| 48 semanas | 76.31±0.41 | 0.99±0.065 | 9.82±0.20 | 3207±393 | |
| 58 semanas | 75.21±0.41 | 0.77±0.065 | 10.27±0.19 | 4537±393 | |
| Edad | 63 semanas | 75.43±0.41 | 0.95±0.065 | 10.47±0.19 | 4382±430 |
| | 65 semanas | 75.29±0.41 | 0.81±0.065 | 8.61±0.19 | 4073±393 |
| | 70 semanas | 75.88±0.41 | 0.77±0.065 | 10.72±0.19 | 3269±393 |
| | 71 semanas | 75.90±0.29 | 0.97±0.044 | 9.55±0.13 | 4181±393 |
| | 75 semanas | 76.27±0.41 | 1.08±0.065 | 10.19±0.19 | 4765±430 |
| | 77 semanas | 76.43±0.41 | 0.99±0.065 | 9.64±0.20 | 2389±393 |
| | 79 semanas | 76.13±0.41 | 0.89±0.065 | 8.13±0.19 | 4436±481 |
| | 101 semanas | 76.57±0.41 | 1.03±0.065 | 9.80±0.19 | 4100±393 |
| | 107 semanas | 76.62±0.43 | 0.87±0.065 | 9.64±0.20 | 4073±430 |

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del global de los datos, se observa que el contenido en humedad no se ve afectado por el sistema productivo, mientras que el contenido en minerales totales, proteínas y carotenoides muestran diferencias significativas en función del sistema productivo. Rizzi *et al.* (2006), concluyen que los parámetros de calidad nutricional, como el contenido en humedad, el porcentaje de proteína, de grasa, de cenizas y el perfil de ácido grasos no se ven afectados por el alojamiento o el tipo de dieta.

La figura 55 muestra los valores del **contenido en humedad** de la fracción comestible del huevo en función del sistema productivo. No se observan diferencias estadísticamente significativas principalmente porque la proporción de agua en el huevo depende del factor tiempo desde la puesta y de las condiciones ambientales en las que se almacena. Estos resultados concuerdan con los de varios autores (Rizzi *et al.*, 2006; Hidalgo *et al.*, 2008).

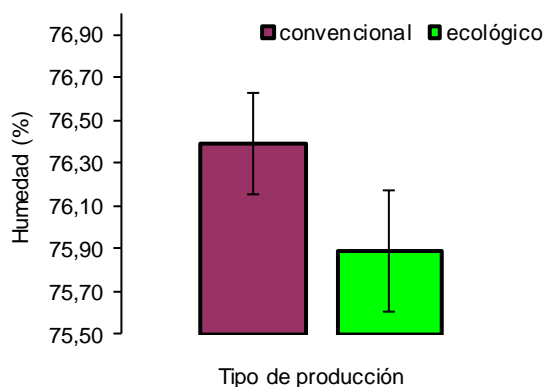


Figura 55. Humedad (%) de la fracción comestible del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción.

Shenstone (1968) indica que el contenido en humedad del albumen oscila entre el 87 y el 89%, que el contenido en humedad de la yema está entre el 46.5 y el 49%, mientras que en el total de la fracción comestible del huevo fluctúa entre el 74.0 y el 75.5%, valores ligeramente inferiores a los encontrados en el presente trabajo y coincidentes con los de Nys y Sauveur (2004), posiblemente debido a la diferencia en las fechas de puesta.

Quiral *et al.* (2009) en un estudio comparativo de huevos orgánicos y convencionales encuentran que la fracción comestible del huevo orgánico presenta un 73.6% de humedad frente al 74.0% de los huevos intensivos, valores inferiores a los obtenidos en el presente trabajo, pero coincidentes en la mayor proporción para el huevo convencional.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tipo de gallina tampoco influye significativamente sobre el contenido en agua en la fracción comestible de los huevos, oscilando los niveles de humedad entre el 75.41% que contienen los huevos de las gallinas *ISABrown* x Negra Castellana, y el 76.4% que presentan los huevos de las líneas *Lohmann*. El menor contenido en agua repercute en una mayor fracción de materia seca, y por ello en una mayor densidad nutricional del huevo.

Para estudiar el efecto del sistema productivo sobre el mismo tipo de gallina, en el contenido en humedad de la fracción comestible del huevo, la tabla 32 muestra el resultado individual del estudio comparativo del contenido en humedad obtenido en los huevos de gallinas *Hyline* e *ISABrown* de producción ecológica y convencional. Se observa el número de casos global, individual en función del sistema productivo, el valor promedio y el error estándar, para cada caso, así como el valor del estadístico P, observándose que, en este caso individualizado las gallinas de producción ecológica, de las dos líneas estudiadas, producen huevos con menor contenido en humedad, y por tanto de mayor materia seca, aunque las diferencias no son estadísticamente significativas.

Tabla 32. Resultados del contenido en humedad en la fracción comestible del huevo en gallinas *Hyline* e *ISABrown* en función del sistema de producción.

| Humedad (%) | | Número de casos | Valor promedio y error estándar | Valor P |
|-----------------|--------------|-----------------|---------------------------------|---------|
| <i>Hyline</i> | Media global | 108 | 76.14 | |
| | Convencional | 96 | 76.33±0.12 | 0.518 |
| | Ecológica | 12 | 75.95±0.56 | |
| <i>ISABrown</i> | Media global | 154 | 75.18 | |
| | Convencional | 24 | 76.03±2.12 | 0.460 |
| | Ecológica | 130 | 74.32±0.91 | |

Existe una tendencia negativa entre la edad de las gallinas y el porcentaje de humedad de la fracción comestible del huevo, de forma que en las gallinas de mayor edad se alcanzan los huevos con menor contenido en humedad. Esta relación encontrada es estadísticamente significativa al 95% de confianza (valor de $p=0.018$), pero muy débil ($r^2=-0.150$), de forma que la edad de la gallina sólo es capaz de explicar el 2.33% de la variabilidad del contenido en humedad de la fracción comestible del huevo. Esta tendencia es contraria a la encontrada por Minelli *et al.* (2007), que afirman que los

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

huevos al final del ciclo de puesta, y por tanto los huevos puestos por gallinas de edad avanzada tienen un mayor contenido en agua.

La figura 56 muestra los valores del **contenido en cenizas** de la fracción comestible del huevo en función del sistema productivo. Se observa que los huevos de producción ecológica tienen contenidos significativamente superiores en minerales totales o cenizas (1.08%) respecto a los huevos de gallinas convencionales criadas en jaulas (0.93%).

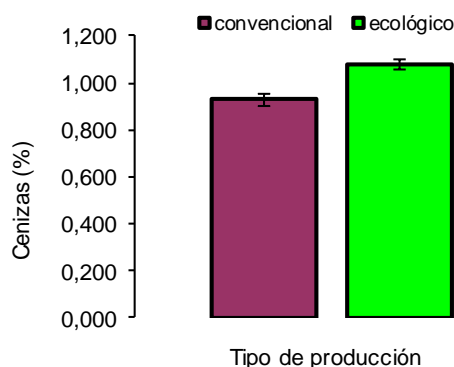


Figura 56. Minerales totales, expresados como cenizas (%) de la fracción comestible del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción.

Las diferencias indican que, con el sistema de producción ecológica, los huevos pueden contener un 14% más de minerales. El contenido en cenizas depende de la dieta de las gallinas por lo que las diferencias encontradas se deben a que las gallinas ecológicas ingieren un mayor contenido en minerales ya sea a través del pienso o de las pequeñas piedras o tierra de los patios exteriores. Se ha evaluado el contenido total de minerales en la fracción del huevo, pero de forma individual, los elementos minerales que más influyen en la composición del huevo son el hierro, fósforo, zinc, sodio, selenio, magnesio y calcio. Los huevos ecológicos tienen mayor contenido en selenio y cromo y menor contenido en zinc (Giannenas *et al.*, 2008). En general una ración de 100 g de huevo aporta el 10% de los minerales necesarios para una alimentación correcta (Instituto del huevo, 2009), sin embargo, este aporte puede ser perjudicial si los minerales son una fuente de ingesta de metales pesados tóxicos, cuando las gallinas comen en zonas contaminadas o los piensos provienen de estas zonas (Pappas, 2006).

Quiral *et al.* (2009) encuentran que el contenido en cenizas de la fracción comestible del huevo orgánico es de 0.6% frente al 0.5% de los huevos intensivos, valores inferiores a los obtenidos en el presente trabajo, pero coincidentes en la mayor proporción para el huevo ecológico.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tipo de gallina tampoco influye significativamente sobre el contenido en minerales totales en la fracción comestible de los huevos, oscilando los niveles entre el 0.77% que contienen los huevos de las gallinas *Bovans* y el máximo 1.4% de contenido mineral que acumulan los huevos de las gallinas *ISABrown* x Negra Castellana. Para los huevos de este cruce se observa que presentan el menor contenido en agua, por lo tanto, el mayor contenido en materia seca y ésta se corresponde con el mayor contenido en minerales totales del huevo. Además, las gallinas de razas que se crían exclusivamente en ecológico, como el cruce de *ISABrown* x Negra Castellana y la Andaluza Azul, presentan puestas de huevos con los mayores niveles minerales, frente a los huevos de las razas criadas exclusivamente en jaulas, *Bovans* (0.77%) y *Lohman* (0.96%).

Para estudiar el efecto del sistema productivo sobre el mismo tipo de gallina, en el contenido en minerales totales de la fracción comestible del huevo, la tabla 33 muestra el resultado individual del estudio comparativo obtenido en los huevos de gallinas *Hyline* e *ISABrown* de producción ecológica y convencional. Se observa el número de casos global, individual en función del sistema productivo, el valor promedio y el error estándar, para cada caso, así como el valor del estadístico P, observándose que en este caso individualizado, las gallinas de producción ecológica de la línea *ISABrown*, realizan puestas con huevos de mayor nivel mineral, mientras que los huevos de la línea *Hyline* concentran mayor contenido mineral total en los sistemas convencionales.

Tabla 33. Resultados del contenido en minerales totales en la fracción comestible del huevo en gallinas *Hyline* e *ISABrown* en función del sistema de producción.

| Porcentaje de cenizas(%) | | Número de casos | Valor promedio y error estándar | Valor P |
|--------------------------|--------------|-----------------|---------------------------------|---------|
| | Media global | 60 | 0.86 | |
| <i>Hyline</i> | Convencional | 48 | 0.90±0.022 | 0.268 |
| | Ecológica | 12 | 0.84±0.45 | |
| | Media global | 100 | 0.98 | |
| <i>ISABrown</i> | Convencional | 12 | 0.94±0.08 | 0.409 |
| | Ecológica | 88 | 1.02±0.03 | |

La edad de las gallinas influye significativamente sobre el contenido mineral de la fracción comestible del huevo, debido principalmente al número tan elevado de semanas chequeadas en el estudio, aunque no existe una tendencia clara entre la edad de las gallinas y el porcentaje de cenizas de la fracción comestible del huevo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 57 muestra los valores del **contenido en proteína** de la fracción comestible del huevo en función del sistema productivo. Se observa que los huevos procedentes de explotaciones convencionales criadas en jaulas tienen mayor porcentaje de proteína (10.03%) que los huevos ecológicos (8.68%), las diferencias ponen de manifiesto que el sistema convencional puede producir huevos con un 13.5% más de proteína. La cantidad de proteína en el huevo está relacionada con el aporte proteico que recibe la gallina a través de la dieta, es por tanto evidente que las gallinas convencionales reciben una alimentación con mayor contenido proteico que las gallinas ecológicas.

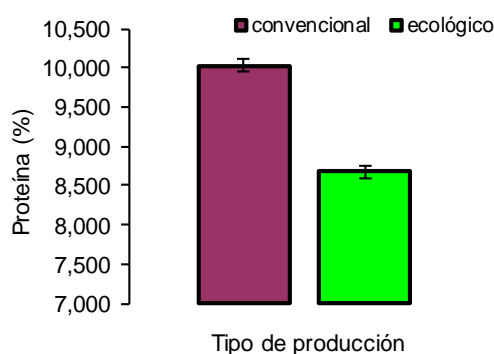


Figura 57. Contenido en proteína (%) de la fracción comestible del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción.

La práctica totalidad de la proteína del huevo se concentra en el albumen, que se compone mayoritariamente de agua y proteína, más del 90% de su materia seca está constituida por proteínas entre las que destacan por su importancia cuantitativa la ovoalbúmina, la conalbúmina y la ovomucina.

Quiral *et al.* (2009) encuentran que el contenido en proteínas totales de la fracción comestible del huevo orgánico es de 12.9% frente al 12.4% de los huevos intensivos, valores superiores a los obtenidos en el presente trabajo, y en relación contraria, ya que los huevos orgánicos en el presenta trabajo presentan menor fracción en proteína que los convencionales.

El tipo de gallina influye significativamente sobre el porcentaje en proteína de los huevos (figura 58). Cada tipo de gallina produce huevos con un porcentaje en proteína estadísticamente diferente entre sí. Las gallinas de la raza *Bovans* son las que generan los huevos con mayor concentración en proteína total, le siguen los valores en proteína de los huevos de las gallinas *Lohmann* (10.16% en promedio), seguidos de los valores en proteína para los huevos de las gallinas de la estirpe *Hyline* (9.61% en

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

promedio). Los huevos de las gallinas *ISABrown* y del cruce *ISABrown* x Negra Castellana presentan valores de proteína similares (8.83 y 9.08%, respectivamente), pero con diferencias estadísticas entre ellos. Y los huevos de las gallinas Andaluza Azul son los que presentan los menores valores de proteína (8.48%) y diferentes estadísticamente del resto.

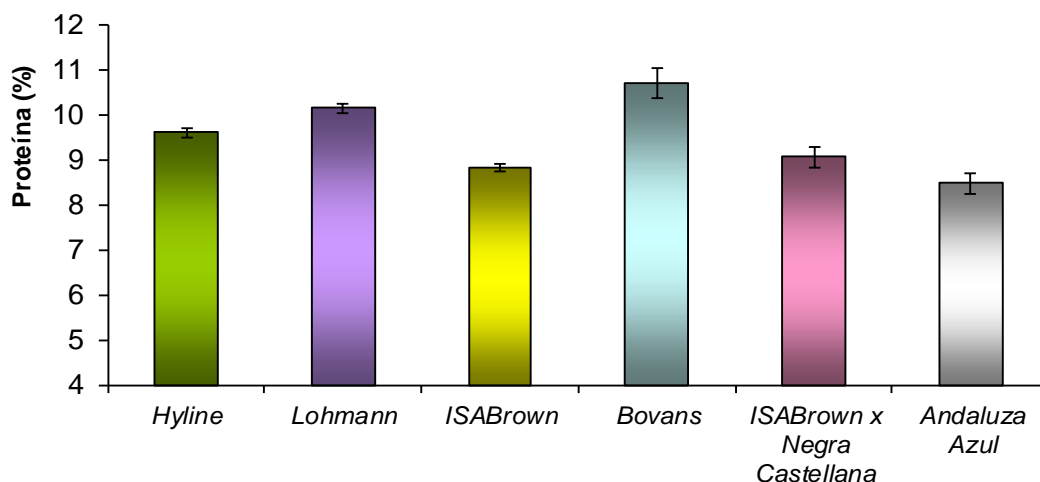


Figura 58. Contenido en proteína (%) en la fracción comestible del huevo y nivel de significación en función del tipo de gallina.

El porcentaje de proteína analizado en huevos convencionales en otros estudios es superior al hallado en el presente trabajo. Jones *et al.* (2010) determinaron que los huevos convencionales contienen 13.12% de proteína, Roberts y Ball (1998) concluyeron que los huevos criados en jaula contienen un 12% de proteína y Sastre *et al.* (2002) determinaron que los huevos convencionales contienen un 12.8% en proteína.

Para estudiar el efecto del sistema productivo sobre la misma estirpe, en el contenido en proteína total de la fracción comestible del huevo, la tabla 34 muestra el resultado individual del estudio comparativo obtenido en los huevos de gallinas *Hyline* e *ISABrown* de producción ecológica y convencional. Se observa el número de casos global, individual en función del sistema productivo, el valor promedio y el error estándar, para cada caso, así como el valor del estadístico P, observándose que tanto las gallinas de la línea *Hyline* como *ISABrown*, de producción convencional generan huevos con mayor proporción en proteína.

Para el caso de las gallinas *Hyline*, el sistema convencional es capaz de incrementar el contenido en proteína en un 5.9% respecto del valor global, y para el caso de las gallinas *ISABrown*, el sistema convencional es capaz de incrementar el contenido en proteína en un 8.5% respecto del valor global (figura 59).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 34. Resultados del contenido en proteínas totales en la fracción comestible del huevo en gallinas *Hyline* e *ISABrown* en función del sistema de producción.

| Porcentaje de proteína (%) | | Número de casos | Valor promedio y error estándar | Valor P |
|----------------------------|--------------|-----------------|---------------------------------|---------|
| <i>Hyline</i> | Media global | 100 | 9.2 | 0.001 |
| | Convencional | 88 | 9.74±0.11 | |
| | Ecológica | 22 | 8.66±0.29 | |
| <i>ISABrown</i> | Media global | 156 | 9.38 | 0.000 |
| | Convencional | 24 | 10.18±0.15 | |
| | Ecológica | 132 | 8.59±0.06 | |

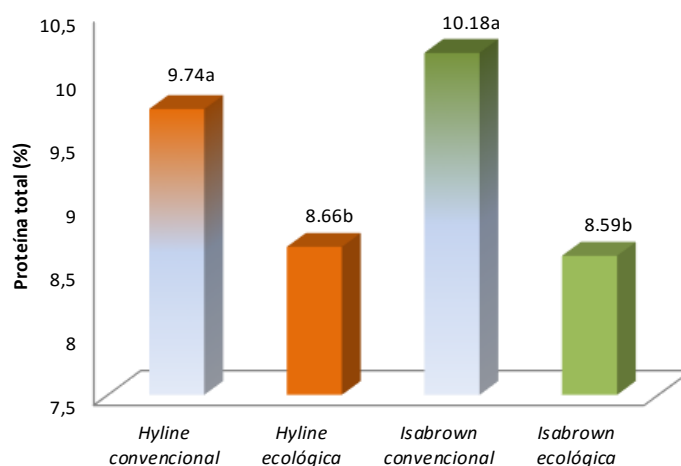


Figura 59. Contenido en proteína (%) en el huevo y nivel de significación en gallinas *Hyline* e *ISABrown* en función del sistema de producción. Letras diferentes, entre líneas de gallina, indican diferencias significativas al 95% de confianza.

Los valores del porcentaje en proteína de los huevos convencionales frente a los ecológicos no coinciden con los descritos en la bibliografía, excepto en el estudio de García Trujillo *et al.* (2007) en el que el porcentaje de proteína de los huevos ecológicos es menor (8.4%), el resto de estudios refieren un contenido proteico en los huevos ecológicos superior al de los convencionales, así Raigón *et al.* (2002) describen un 11.22% de proteína en los huevos criados en jaula frente al 11.52% de los ecológicos, Hidalgo *et al.* (2008) determinaron un nivel medio de proteína igual a 12.1% en los huevos convencionales y de 12.5% en los huevos ecológicos y Minelli *et al.* (2007) hallaron que los huevos convencionales aportaban 16.7% de proteína frente al 17.1% de los huevos ecológicos. Las divergencias encontradas se deben principalmente a las diferencias en los niveles de proteína en la dieta, las gallinas estudiadas en la presente tesis consumieron niveles inferiores de proteína siendo menor el aportado en las gallinas ecológicas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según García-Trujillo *et al.* (2007) los resultados bajos en proteínas en los huevos ecológicos se deben a que el nivel de proteínas en el pienso ecológico que analizaron no alcanzaba los niveles óptimos de proteína bruta, el pienso debe contener de 16.5 a 17.5 % de este nutriente y un cuidado equilibrio en la composición de aminoácidos para que la proteína del huevo sea más elevada (Pont, 2010).

Los aminoácidos limitantes de la producción de huevo son lisina, metionina, treonina y los aminoácidos azufrados (Pérez-Bonilla *et al.*, 2012). En la revisión bibliográfica de Sauveur (1991), no se encontraron diferencias significativas en la proteína y en la grasa de los huevos de gallinas criadas en jaula y en los de gallinas camperas, este estudio permite concluir que no es el tipo de alojamiento el que condiciona la variación en el contenido en proteínas sino la dieta ya que las gallinas camperas y las gallinas criadas en jaula reciben piensos muy similares. Los productores de huevos ecológicos se enfrentan a una problemática particular ya que las gallinas seleccionadas que se emplean en este tipo de producción hoy en día tienen requisitos de proteínas en la dieta que son difíciles de alcanzar con la dieta ecológica ya que está prohibido el suplemento con aminoácidos y difícil de obtener proteína ecológica para la formulación de las dietas (Berg, 2002). En cambio, en la formulación del pienso para gallinas convencionales es una práctica habitual la suplementación con aminoácidos.

Existe una relación estadísticamente significativa (al 95% de confianza) entre la edad de las gallinas y el contenido en proteínas de la fracción comestible del huevo (figura 60), de forma que a medida que aumenta la edad de las gallinas, disminuye el contenido en proteína en los huevos. El modelo obtenido ($\text{Proteína} = 10.94 - 0.0161 * \text{edad}$) presenta una relación relativamente fuerte ($r^2 = -0.32$) y pone de manifiesto que la edad de la gallina puede explicar el 10.34% de la variabilidad del contenido total en proteína del huevo.

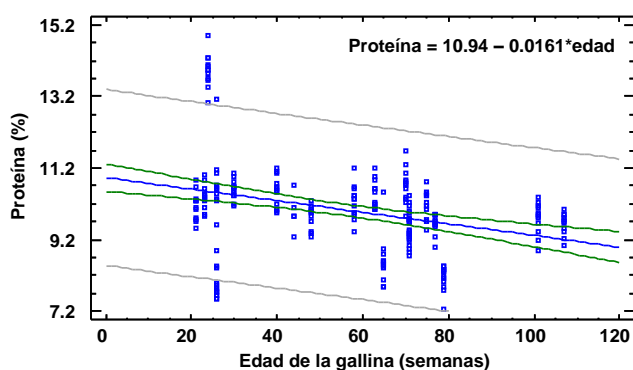


Figura 60. Modelo de regresión lineal entre el contenido en proteína y la edad de la gallina convencional.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los **carotenoides** son hidrocarburos liposolubles altamente insaturados derivados del poliisopreno. Existen más de 75 carotenoides en las grasas animales y vegetales. Los carotenoides más frecuentes son los carotenos α , β y γ . Los carotenoides como la licopina, la luteína y las xantofilas, dan el color amarillo a rojo intenso a las frutas, hortalizas, cereales, aceite de palma bruto y a la yema del huevo. Los carotenoides son los precursores de la vitamina A, presentando el β -caroteno la mayor actividad de provitamina A (FAO, 1997).

El nivel de carotenoides en la yema del huevo depende directamente del aporte en la dieta y de la capacidad de la gallina para movilizar dichos pigmentos de la sangre a la yema. La figura 61 muestra los valores del contenido en carotenoides en la yema del huevo en función del sistema productivo. Se observa que la concentración de carotenoides en las yemas de los huevos convencionales es prácticamente el doble (4201.13 $\mu\text{g/g}$ de yema) que en las yemas ecológicas (2415.41 $\mu\text{g/g}$ de yema).

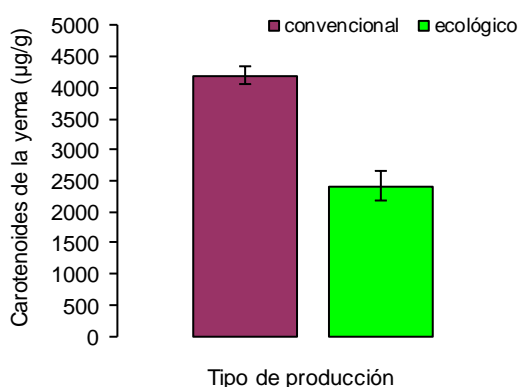


Figura 61. Contenido en carotenoides ($\mu\text{g/g}$) de la yema del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción.

En estudios consultados sobre el nivel de carotenoides en el huevo el nivel de zeaxantina y luteína se sitúa en torno a los 505 $\mu\text{g/g}$ de yema (Handelman *et al.*, 1999). Es importante destacar que las concentraciones elevadas de carotenoides en las yemas convencionales es el resultado de la suplementación con cantaxantina en el pienso. En la formulación del pienso ecológico está prohibida la suplementación con pigmentos artificiales, sin embargo, se pueden emplear colorantes naturales como la flor del Marigold que es rica en xantofilas o el pimentón de producción ecológica.

Una de las observaciones experimentales, no cuantificadas en el presente trabajo, ha sido que al batir los huevos, el color de los de procedencia convencional se degrada más rápido que el de los ecológicos. Esta observación cualitativa debería ser objeto de

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

estudio en futuras investigaciones que planteen la estabilidad de los pigmentos artificiales y de los carotenoides naturales.

El tipo de gallina influye significativamente sobre el contenido en carotenoides de los huevos (figura 62). Se observan tres grupos de gallinas en función del nivel de significación del contenido en carotenoides. Así las yemas de los huevos de las gallinas *Hyline* y *Lohmann* son las que presentan mayores concentraciones en carotenoides, con valores similares entre sí y estadísticamente diferentes al resto de valores. Un segundo grupo formado por los huevos de las gallinas *ISABrown*, *Bovans* y Andaluza Azul con valores en carotenoides en la yema similares entre sí, pero que difieren estadísticamente del resto de valores, y por último se muestran los valores de carotenoides de las yemas presentes en los huevos de las gallinas del cruce *ISAbrown* x Negra Castellana, que con concentraciones promedio de 931 μg de carotenoides por cada gramo de yema, muestran las menores concentraciones y estadísticamente diferentes del resto de los valores del estudio. Las diferencias observadas se corresponden, con mucha probabilidad, a las concentraciones en pigmentos artificiales de los piensos.

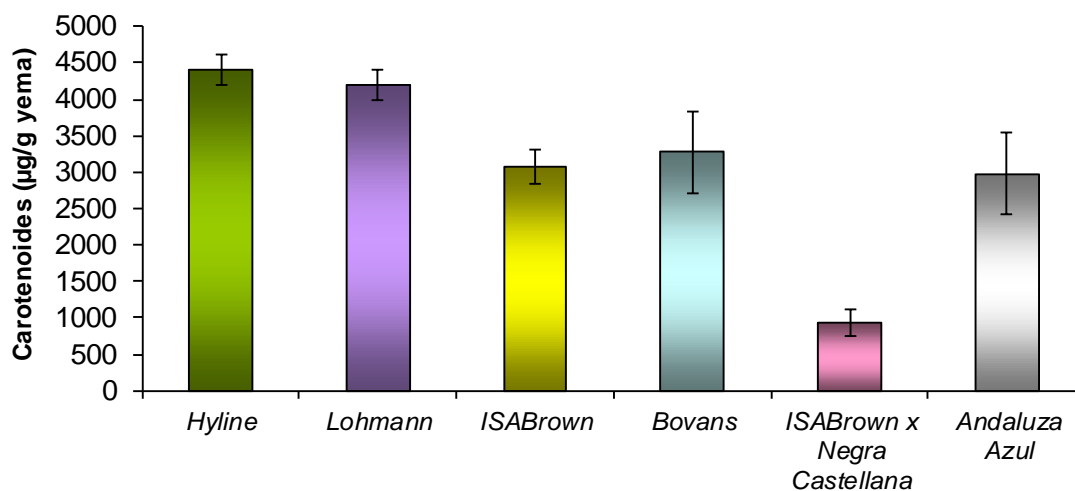


Figura 62. Contenido en carotenoides ($\mu\text{g/g}$) de la yema del huevo y nivel de significación en función del tipo de gallina.

Las diferencias encontradas en el contenido en carotenoides en la yema de los huevos de producción convencional y ecológica para el global de los datos, se observan en el caso concreto de las gallinas *ISABrown* (tabla 35), donde las gallinas de producción convencional producen huevos con yemas con un 18% más de carotenoides respecto al valor global, siendo estas diferencias estadísticamente significativas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 35. Resultados del contenido en carotenoides de la yema del huevo ($\mu\text{g/g}$) en gallinas *ISABrown* en función del sistema de producción.

| Concentración en carotenoides | | Número de casos | Valor promedio y error estándar | Valor P |
|-------------------------------|--------------|-----------------|---------------------------------|---------|
| <i>ISABrown</i> | Media global | 43 | 3319 | |
| | Convencional | 12 | 3912 \pm 457 | 0.033 |
| | Ecológica | 31 | 2727 \pm 285 | |

Independientemente del aporte en pigmentos con la dieta, existe una variación estadísticamente significativa (al 95% de confianza) entre la edad de las gallinas y el contenido en carotenoides de la yema del huevo (figura 63), de forma que a medida que aumenta la edad de las gallinas, disminuye el contenido en carotenoides de los huevos, posiblemente por déficits en la absorción, el transporte o el depósito de estos pigmentos. El modelo obtenido ($\text{Carotenoides} = 4974.29 - 14.1326 \cdot \text{edad}$) presenta una relación relativamente fuerte ($r^2 = -0.309$) y pone de manifiesto que la edad de la gallina puede explicar el 9.57% de la variabilidad del contenido en carotenoides de la yema del huevo.

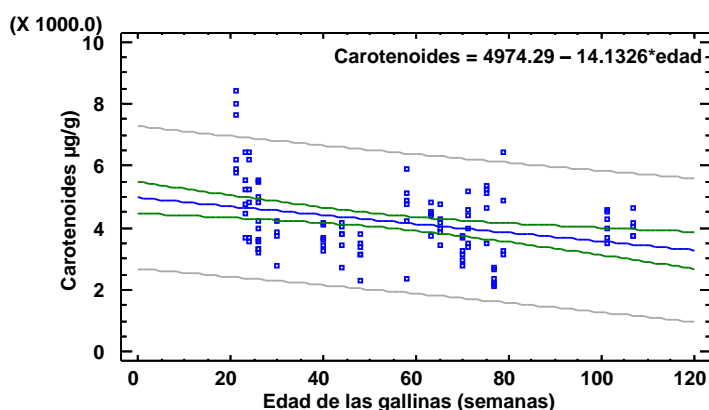


Figura 63. Modelo de regresión lineal entre el contenido en carotenoides y la edad de la gallina convencional.

Para completar el estudio univariante del valor nutricional, la tabla 36 muestra los resultados del análisis de la varianza para los parámetros relacionados con el contenido en grasa del huevo (%), así como el porcentaje de ácidos grasos saturados (AGS), porcentaje de los ácidos grasos monoinsaturados (AGM) y el porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) de la grasa del huevo, en función del tipo de producción, tipo de gallina y edad de la misma. Además, se muestra el error estándar para cada uno de los resultados. En **negrita** aparecen los valores que presentan diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 36. Resultados promedio y error estándar de los parámetros de calidad nutricional relacionados con el contenido en grasa, ácidos grasos saturados, ácidos grasos monoinsaturados y ácidos grasos poliinsaturados del huevo en función del sistema productivo, tipo y edad de la gallina.

| Factores | Variables | Grasa (%) | AGS (%) | AGM (%) | AGPI (%) |
|-----------------|--|------------|-------------|------------|------------|
| Producción | Convencional | 8.6±0.15 | 32.39±0.40 | 53.47±0.51 | 13.87±0.49 |
| | Ecológico | 6.01±0.17 | 29.16±0.71 | 43.36±0.91 | 19.65±0.88 |
| Tipo de gallina | <i>Hyline</i> | 8.28±0.24 | 34.19±0.61 | 53.31±0.87 | 12.17±0.75 |
| | <i>Lohmann</i> | 8.65±0.24 | 31.10±0.57 | 53.80±0.81 | 14.87±0.70 |
| | <i>ISABrown</i> | 6.67±0.24 | 29.67±0.65 | 46.55±0.92 | 17.72±0.79 |
| | <i>Bovans</i> | 8.87±0.71 | 31.40±1.72 | 52.37±2.43 | 15.83±2.10 |
| | <i>ISABrown</i> x Negra Castellana Andaluza Azul | 5.69±0.50 | 28.22±2.10 | 37.47±2.97 | 27.76±2.57 |
| Edad | 21 semanas | 9.31±0.51 | 31.44±1.12 | 54.76±0.84 | 13.66±1.15 |
| | 23 semanas | 7.68±0.47 | 30.56±1.12 | 54.68±0.84 | 14.62±1.15 |
| | 24 semanas | 7.98±0.51 | 33.15±1.12 | 56.31±0.84 | 10.43±1.15 |
| | 26 semanas | 8.54±0.36 | 32.54±0.79 | 51.49±0.59 | 15.75±0.81 |
| | 30 semanas | 8.5±0.36 | 31.88±0.79 | 53.95±0.59 | 13.70±0.81 |
| | 40 semanas | 9.43±0.51 | 29.91±1.12 | 49.94±0.84 | 19.64±1.15 |
| | 44 semanas | 8.66±0.51 | 36.7±1.12 | 45.82±0.84 | 17.21±1.15 |
| | 48 semanas | 8.91±0.51 | 39.50±1.12 | 52.23±0.84 | 6.75±1.15 |
| | 58 semanas | 9.42±0.51 | 30.77±1.12 | 54.90±0.84 | 14.2±1.15 |
| | 63 semanas | 7.05±0.51 | 31.60±1.12 | 53.79±0.84 | 14.47±1.15 |
| | 65 semanas | 7.09±0.51 | 33.91±1.12 | 56.94±0.84 | 9.08±1.15 |
| | 70 semanas | 8.87±0.51 | 31.4±1.112 | 52.37±0.84 | 15.83±1.15 |
| | 71 semanas | 9.44±0.36 | 29.25±0.79 | 55.49±0.59 | 15.13±0.82 |
| | 75 semanas | 9.32±0.51 | 28.30±1.12 | 55.46±0.84 | 15.97±1.15 |
| | 77 semanas | 8.98±0.51 | 34.19± 1.12 | 49.71±0.84 | 15.82±1.15 |
| | 79 semanas | 8.72±0.51 | 37.38±1.22 | 56.38±0.93 | 6.23±1.26 |
| | 101 semanas | 8.23±0.51 | 33.22±1.12 | 56.27±0.84 | 10.40±1.15 |
| 107 semanas | 8.73±0.51 | 30.86±1.11 | 51.09±0.84 | 17.51±1.15 | |

La casi totalidad del **contenido en grasa** o lípidos del huevo se encuentra en la yema en forma de lipoproteínas (asociados con vitelina y vitelenina). La yema, en promedio, contiene un 63% de lípidos sobre materia seca, de los cuales casi un 30% son fosfolípidos (Grobos y Mateos, 1996).

La figura 64 muestra los valores del contenido en grasa de la fracción comestible del huevo en función del sistema productivo. Se observa que la concentración de grasa en la fracción comestible del huevo convencional es significativamente superior (8.6%)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a la del huevo de gallinas del sistema ecológico (6.0%). Estas diferencias ponen de manifiesto que los huevos de las gallinas del sistema convencional pueden llegar a concentrar un 30.2% más de grasa que los de las gallinas de producción ecológica.

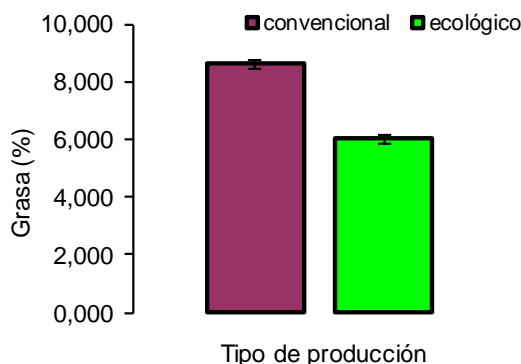


Figura 64. Contenido en grasa (%) de la fracción comestible del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción.

El aporte de grasa total del huevo depende del contenido en lípidos de la dieta. Así, el mayor contenido en grasa de los huevos convencionales se deba a que el pienso convencional tiene mayor contenido lipídico que la dieta ecológica. Los niveles de grasa en el huevo encontrados en bibliografía es muy variante, fluctuando entre el 5% hasta valores del 12% (Grosvenor y Smolin, 2002; Nys y Sauveur, 2004, Castelló *et al.*, 2010, Jones *et al.*, 2010). En los estudios comparativos, Hidalgo *et al.* (2008) describen concentraciones de grasa de 9.5% para los huevos de gallinas convencionales frente al 10.1% de los huevos de gallinas de producción ecológica, en contraposición con los resultados de Raigón *et al.* (2002) que encontraron niveles de grasa en los huevos convencionales del 9.27%, frente al 8.55% de los huevos de producción ecológica. Por otra parte, Quiral *et al.* (2009) concluyen que los huevos de producción ecológica contienen un 12.30% de grasa frente al 12.0% de los huevos convencionales. Con estas aportaciones se pone de manifiesto la alta variabilidad de los contenidos en lípidos de los huevos, tanto en su conjunto como en la comparación de los sistemas productivos.

En el presente trabajo, los huevos de producción ecológica tienen menor contenido de lípidos, y se contrapone con el mayor porcentaje de yema que presentan los huevos ecológicos. Si el porcentaje de yema depende de la cantidad de grasas ingeridas, también debería verse reflejado en el contenido de lípidos del huevo, por lo que en la bioquímica de acumulación de las grasas en el huevo deben influir otros factores relacionados con el alojamiento o el manejo de los lotes de gallinas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tipo de gallina influye significativamente sobre el contenido en grasa de los huevos (figura 65). Se observan cuatro grupos de gallinas en función del nivel de significación del contenido en grasa de los huevos. Así los huevos de las gallinas *Bovans* y *Lohmann* son los que presentan mayores concentraciones en lípidos, con valores similares entre sí y estadísticamente diferentes al resto de concentraciones en lípidos de los huevos. Un segundo grupo está formado por los huevos de la gallina *Hyline* que presenta valores de grasas estadísticamente diferentes al resto. El tercer grupo está formado por los contenidos en grasas de los huevos de las gallinas *ISABrown*, que también presentan valores estadísticamente diferentes al resto. Y el último grupo lo forman los menores contenidos en grasas que presentan los huevos de las gallinas Andaluza Azul y las gallinas del cruce *ISABrown* x Negra Castellana con valores en grasa similares entre sí, pero que difieren estadísticamente del resto de valores. Las diferencias encontradas en el porcentaje de grasa del huevo de los diferentes tipos de gallina son significativas estadísticamente, pero pueden estar más relacionadas con la variabilidad de la dieta que con diferencias en el metabolismo de las grasas.

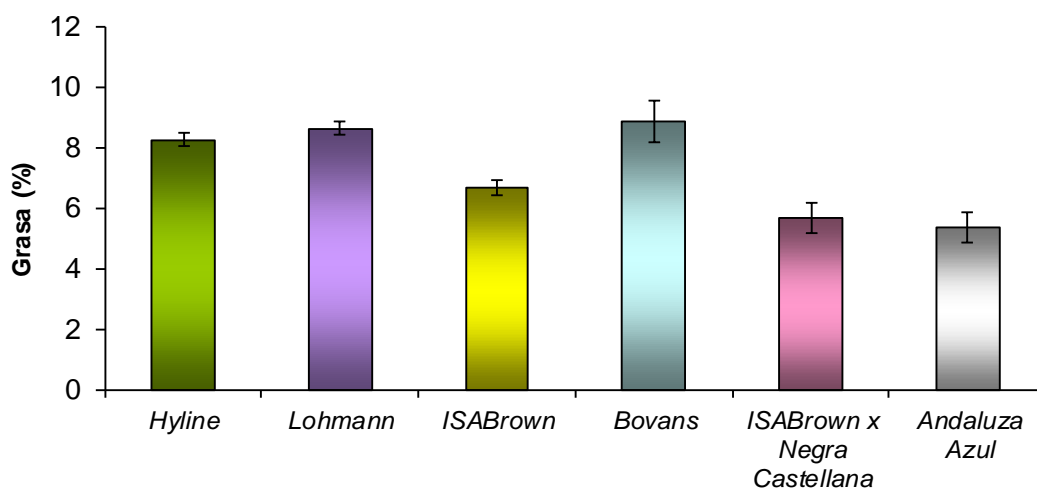


Figura 65. Contenido en grasa (%) en la fracción comestible del huevo y nivel de significación en función del tipo de gallina.

Para estudiar el efecto del sistema productivo sobre el mismo tipo de gallina, en el contenido en grasa de la fracción comestible del huevo, la tabla 37 muestra el resultado individual del estudio comparativo obtenido en los huevos de gallinas *Hyline* e *ISABrown* de producción ecológica y convencional. Se observa el número de casos global, individual en función del sistema productivo, el valor promedio y el error estándar, para cada caso, así como el valor del estadístico P, observándose que tanto las gallinas de la línea *Hyline* como *ISABrown*, de producción convencional generan

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

huevos de mayor proporción en lípidos, siendo las diferencias estadísticamente significativas, únicamente en el caso de *ISABrown*, posiblemente debido al menor número de datos analizados para el tipo *Hyline* en ecológico.

Para el caso de las gallinas *Hyline*, el sistema convencional es capaz de incrementar el contenido en grasa en un 8.6% respecto del valor global, y para el caso de las gallinas *ISABrown*, el sistema convencional es capaz de incrementar el contenido en grasa en un 16.9% respecto del valor global (figura 66).

Tabla 37. Resultados del contenido en grasa en la fracción comestible del huevo en gallinas *Hyline* e *ISABrown* en función del sistema de producción.

| Porcentaje de grasa (%) | | Número de casos | Valor promedio y error estándar | Valor P |
|-------------------------|--------------|-----------------|---------------------------------|---------|
| | Media global | 54 | 7.76 | |
| <i>Hyline</i> | Convencional | 48 | 8.43±0.23 | 0.056 |
| | Ecológica | 6 | 7.1±0.64 | |
| <i>ISABrown</i> | Media global | 77 | 7.55 | |
| | Convencional | 12 | 8.83±0.58 | 0.000 |
| | Ecológica | 65 | 6.27±0.25 | |

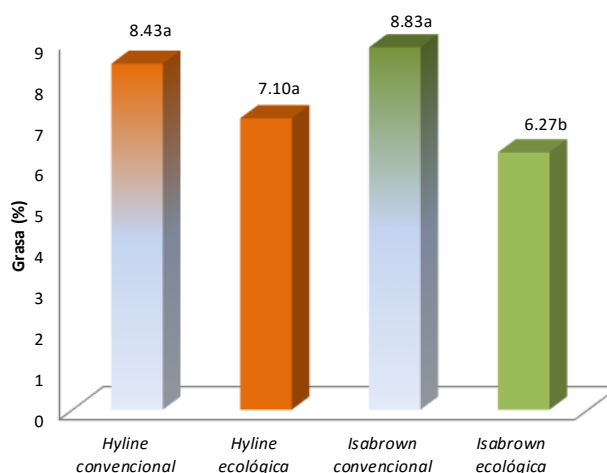


Figura 66. Contenido en grasa (%) en el huevo y nivel de significación en gallinas *Hyline* e *ISABrown* en función del sistema de producción. Letras diferentes, entre líneas de gallina, indican diferencias significativas al 95% de confianza.

En un estudio dónde se analiza el contenido nutricional del pienso y de la hierba a la que tienen acceso las gallinas ecológicas (Castellini *et al.*, 2006), se demuestra que la hierba tiene menor contenido en proteína y grasa, y mayor contenido en cenizas. En el supuesto de que las gallinas ecológicas del presente trabajo hubiesen tenido un alto

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

nivel de ingesta de hierba, se corroboran los resultados obtenidos en los tres parámetros de calidad nutricional.

La cantidad de grasa en el huevo es proporcional al peso de la yema, este parámetro aumenta conforme avanza la edad de la gallina tal y como describen Zita *et al.* (2009). En el análisis de la varianza para el parámetro porcentaje de grasa, se observa una relación significativa entre la edad de la gallina convencional y la proporción de grasa analizada en el huevo, sin embargo, no existe una tendencia significativa entre el porcentaje de grasa del huevo y la edad de la gallina, por lo que no se ha podido comprobar que los huevos al final del ciclo de puesta tengan menor cantidad de lípidos, tal y como afirman Minelli *et al.* (2007).

La figura 67 muestra los valores del contenido total en ácidos grasos saturados en la grasa del huevo en función del sistema productivo. Se observa que la fracción de ácidos grasos saturados es significativamente superior en la grasa del huevo de producción convencional. Estas diferencias ponen de manifiesto que los huevos de las gallinas del sistema convencional pueden llegar a concentrar un 9.96% más de ácidos grasos saturados que los de las gallinas de producción ecológica.

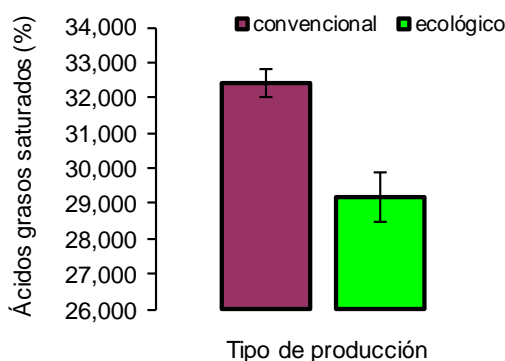


Figura 67. Contenido en ácidos grasos saturados (%) de la fracción grasa del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción.

El tipo de gallina influye significativamente sobre el contenido en el total de los ácidos grasos saturados de grasa de los huevos (figura 68). Se observa que los huevos de las gallinas del cruce *ISAbrown* x Negra Castellana son las que generan menor fracción de ácidos grasos saturados, con diferencias estadísticamente significativas frente a las fracciones de ácidos grasos saturados de los huevos de las líneas *Hyline*, *Lohmann* y Andaluza Azul, que son las de mayor fracción, en estos ácidos grasos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

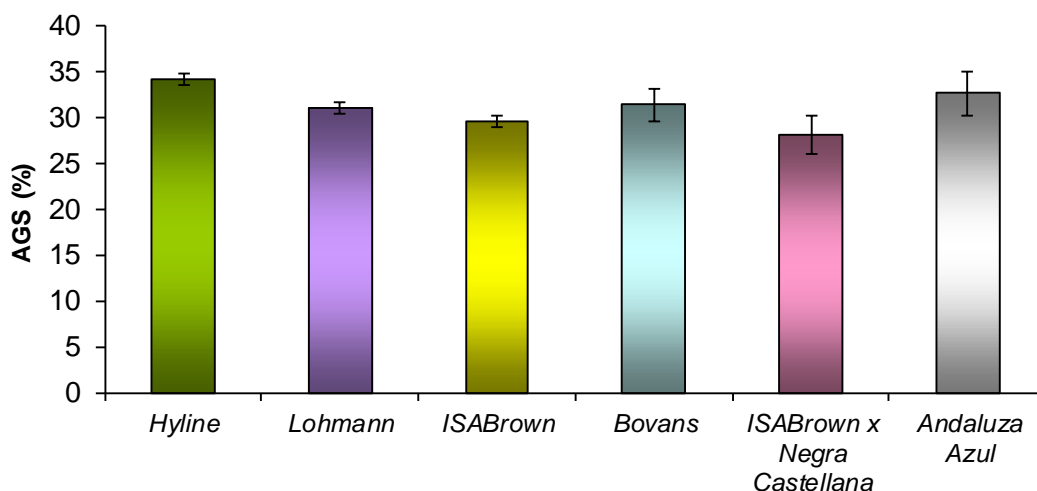


Figura 68. Contenido en ácidos grasos saturados (%) de la fracción grasa del huevo y nivel de significación en función del tipo de gallina.

La figura 69 muestra los valores del contenido total en ácidos grasos monoinsaturados en la grasa del huevo en función del sistema productivo. Se observa que la fracción de ácidos grasos monoinsaturados es significativamente superior en la grasa del huevo de producción convencional. Estas diferencias ponen de manifiesto que los huevos de las gallinas del sistema convencional pueden llegar a concentrar un 18.9% más de ácidos grasos monoinsaturados que los de las gallinas de producción ecológica.

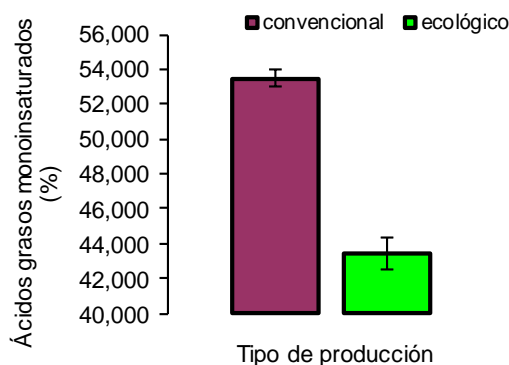


Figura 69. Contenido en ácidos grasos monoinsaturados (%) de la fracción grasa del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción.

El tipo de gallina influye significativamente sobre el contenido en el total de los ácidos grasos monoinsaturados de grasa de los huevos (figura 70). Se observa que los huevos de las gallinas *Lohmann*, *Hyline* y *Bovans* son las que generan mayor fracción de ácidos grasos monoinsaturados, con diferencias estadísticamente significativas frente a las fracciones de ácidos grasos monoinsaturados de los huevos del resto de líneas estudiadas. El cruce de gallinas *ISAbrown* x *Negra Castellana* son las que producen huevos con los contenidos estadísticamente inferiores en ácidos grasos monoinsaturados.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

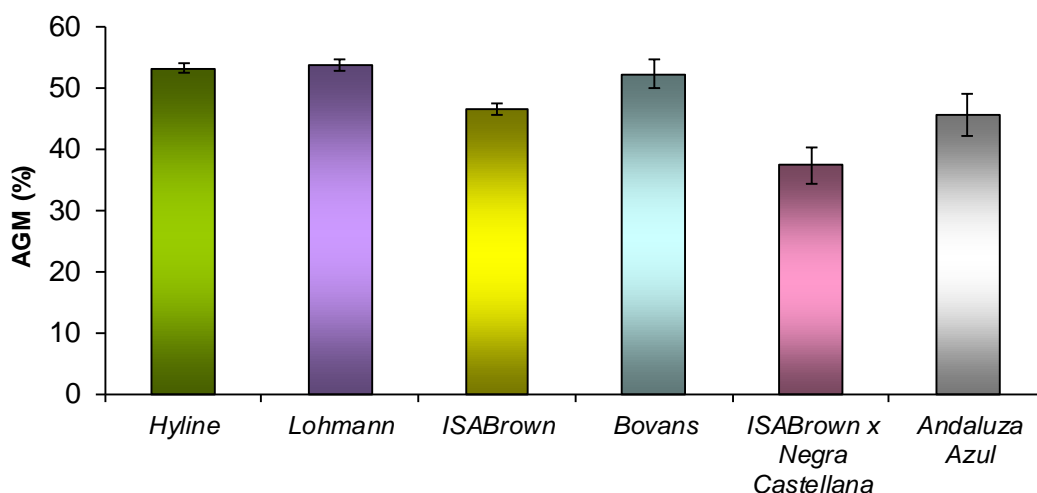


Figura 70. Contenido en ácidos grasos monoinsaturados (%) de la fracción grasa del huevo y nivel de significación en función del tipo de gallina.

La figura 71 muestra los valores del contenido total en ácidos grasos poliinsaturados en la grasa del huevo en función del sistema productivo. Se observa que la fracción de ácidos grasos poliinsaturados es significativamente superior en la grasa del huevo de producción ecológica. Estas diferencias ponen de manifiesto que los huevos de las gallinas del sistema ecológico pueden llegar a concentrar un 29.4% más de ácidos grasos poliinsaturados que los de las gallinas de producción convencional.

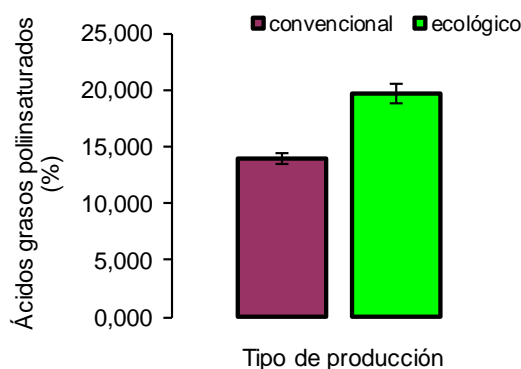


Figura 71. Contenido en ácidos grasos poliinsaturados (%) de la fracción grasa del huevo y nivel de significación en función del sistema de producción.

El tipo de gallina influye significativamente sobre el contenido en el total de los ácidos grasos poliinsaturados de grasa de los huevos (figura 72). Se observa que los huevos de las gallinas *Hyline* son las que generan la menor fracción de ácidos grasos poliinsaturados, con diferencias estadísticamente significativas frente a las fracciones de ácidos grasos poliinsaturados de los huevos del resto de líneas estudiadas. Por su parte, los huevos de las gallinas *ISAbrown* cruzadas con Negra Castellana son las que producen huevos con los contenidos estadísticamente superiores en ácidos grasos

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

poliinsaturados. Algunos autores (Sanchez-Muniz *et al.*, 2009) indican que la estirpe de ponedora no parece ser un factor que determine diferencias en el contenido de los diferentes ácidos grasos en los huevos.

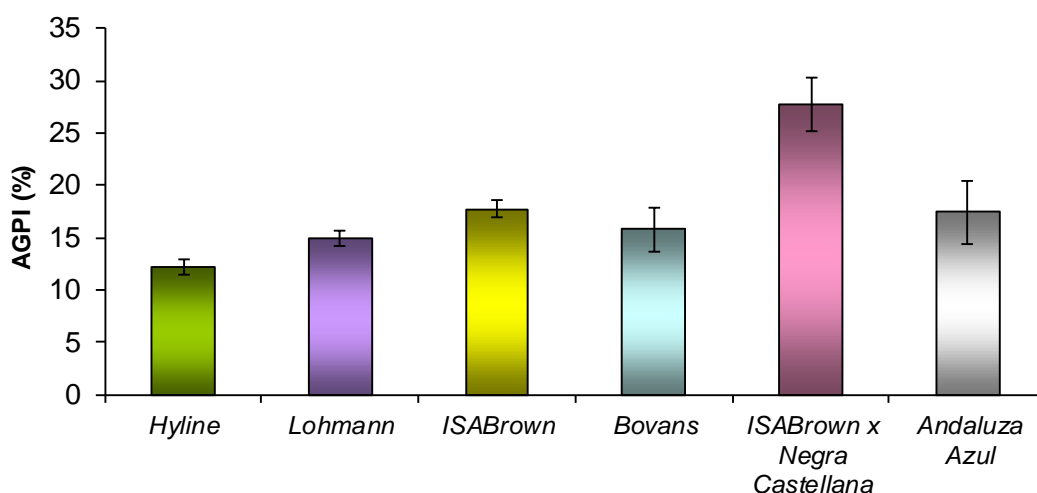


Figura 72. Contenido en ácidos grasos poliinsaturados (%) de la fracción grasa del huevo y nivel de significación en función del tipo de gallina.

Para estudiar el efecto del sistema productivo sobre la misma estirpe, en el contenido en las fracciones del total de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados de la grasa del huevo, la tabla 38 muestra el resultado individual del estudio comparativo obtenido en los huevos de gallinas *ISABrown* de producción ecológica y convencional. Se observa el número de casos global, individual en función del sistema productivo, el valor promedio y el error estándar, para cada caso, así como el valor del estadístico P.

Tabla 38. Resultados del contenido en ácidos grasos saturados (AGS), monoinsaturados (AGM) y poliinsaturados (AGPI) en la fracción comestible del huevo en gallinas *ISABrown* en función del sistema de producción.

| Ácidos grasos | | Número de casos | Valor promedio y error estándar | Valor P |
|---------------|--------------|-----------------|---------------------------------|---------|
| AGS | Media global | 41 | 30.81 | 0.174 |
| | Convencional | 12 | 31.56±0.91 | |
| | Ecológica | 29 | 30.10±0.59 | |
| AGM | Media global | 41 | 49.27 | 0.001 |
| | Convencional | 12 | 53.11±1.70 | |
| | Ecológica | 29 | 45.44±1.09 | |
| AGPI | Media global | 41 | 17.25 | 0.048 |
| | Convencional | 12 | 15.02±1.82 | |
| | Ecológica | 29 | 19.48±1.18 | |

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el caso de los huevos de la línea *ISABrown*, se observa la misma tendencia existente para el estudio global, siendo la fracción de los ácidos grasos poliinsaturados estadísticamente superior para el caso de los huevos de producción ecológica, mientras que las fracciones de ácidos grasos saturados y monoinsaturados son estadísticamente superiores en los huevos de gallinas *ISABrown* de producción convencional.

El análisis de la varianza para los contenidos en las diferentes fracciones de ácidos grasos en función del tiempo de puesta o edad de las gallinas, muestra diferencias estadísticas para las tres fracciones de ácidos grasos, sin embargo, no se encuentran tendencias entre la variación de las fracciones de ácidos grasos y la edad de las gallinas.

El estudio de las fracciones de ácidos grasos se visualiza de forma global contemplando el conjunto de las tres fracciones. La figura 73 muestra la distribución porcentual de las fracciones de los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados del huevo en función del sistema productivo.

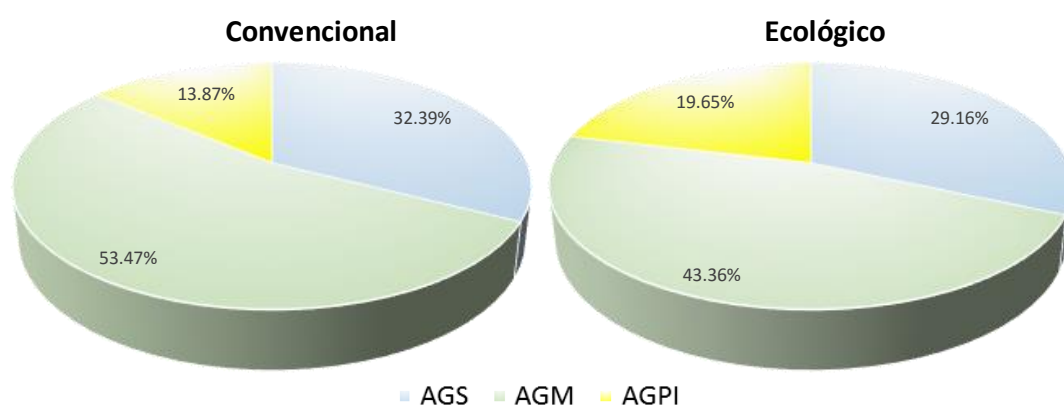


Figura 73. Distribución porcentual de las fracciones de los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados del huevo en función del sistema productivo.

Se observa que en ambos sistemas productivos la mayor fracción es la correspondiente a los ácidos grasos monoinsaturados. La principal diferencia se observa en la fracción de los ácidos grasos poliinsaturados que es mayor en los huevos de producción ecológica, incremento que se produce con disminución de la fracción de los ácidos grasos saturados. Por lo que de forma general, los huevos de producción ecológica presentan un perfil lipídico más saludable que los huevos convencionales.

Para analizar el este efecto sobre el tipo de gallina, la figura 74 muestra los valores porcentuales de cada una de las fracciones porcentuales de ácidos grasos del huevo. Se observa que la mayor fracción se corresponde con los ácidos grasos

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

monoinsaturados. Destacando los altos valores de la fracción poliinsaturada de la grasa de los huevos de las gallinas *ISABrown*, Andaluza Azul y el cruce *ISABrown* x Negra Castellana.

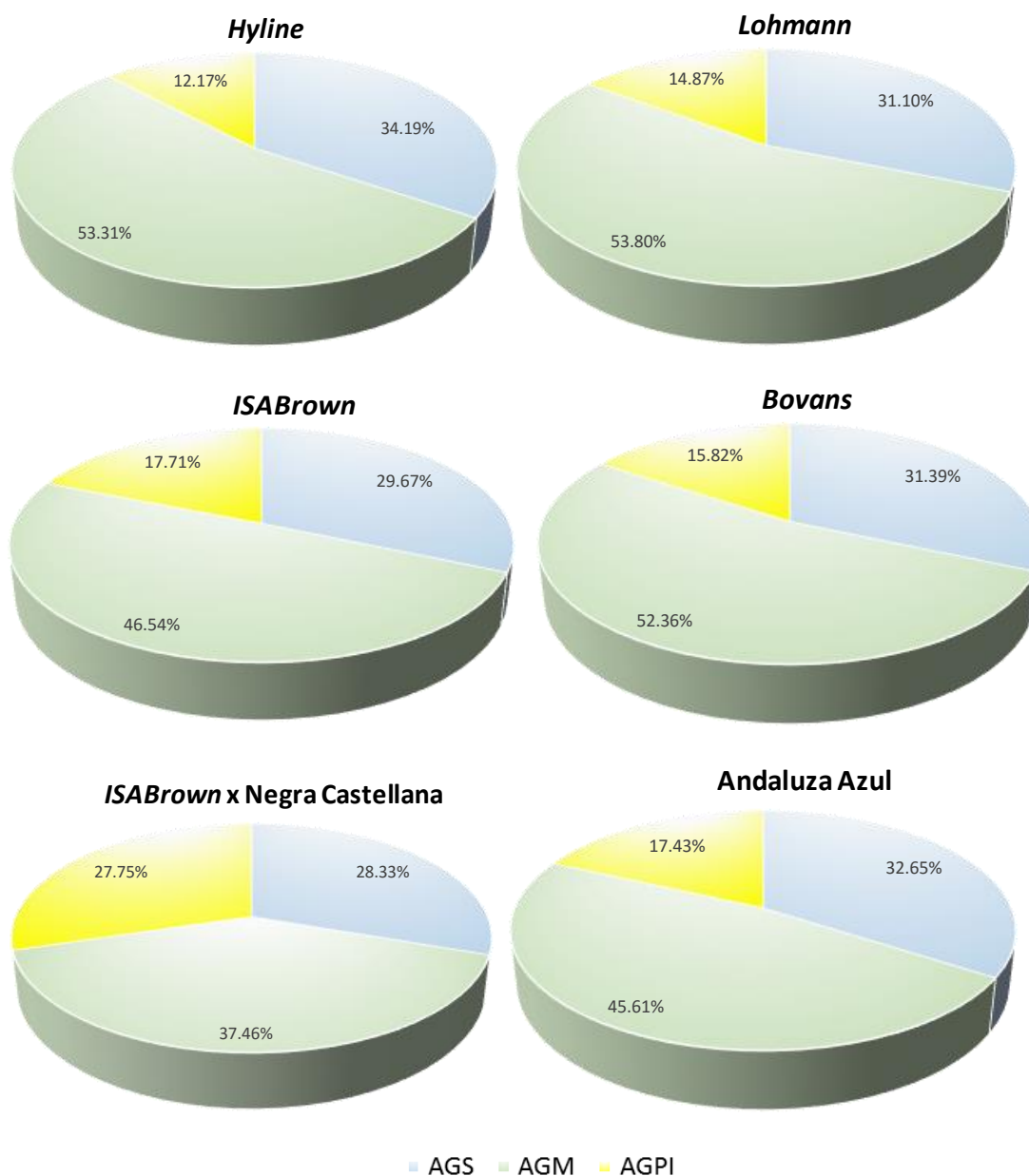


Figura 74. Distribución porcentual de las fracciones de los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados del huevo en función de la estirpe de gallina.

Para el estudio pormenorizado de cada fracción de ácidos grasos, la tabla 39 muestra el perfil de ácidos grasos saturados encontrados en la grasa de los huevos de producción ecológica y convencional. Los valores obtenidos que son cercanos al límite de detección del cromatógrafo situado en 0.02 ppm deben tomarse con cautela, los resultados que no son significativos estadísticamente o son inferiores o cercanos a dicho límite están marcados en negrita.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observa que los dos ácidos grasos saturados mayoritarios en la grasa del huevo son el palmítico y el esteárico, y que el sistema productivo influye significativamente en el contenido en ácidos grasos saturados. Así, los huevos de producción ecológica se caracterizan por presentar mayores concentraciones de ácido graso mirístico y esteárico mientras que los de producción convencional principalmente se caracterizan por contener las mayores concentraciones de ácido graso palmítico.

Tabla 39. Valores promedio del contenido en ácidos grasos saturados en función del sistema de producción.

| Ácidos grasos saturados | Huevos ecológicos | Huevos convencionales |
|-------------------------|---------------------|-----------------------|
| Mirístico | 0.370±0.114 | 0.332±0.006 |
| Palmítico | 22.832±0.481 | 25.597±0.265 |
| Esteárico | 6.711±0.180 | 6.140±0.099 |
| Behénico | 0.027±0.002 | 0.072±0.009 |
| Lignocérico | 0.020±0.002 | 0.032±0.006 |
| Aráquidico | 0.018±0.003 | 0.025±0.001 |
| Heptadecanoico | 0.210±0.027 | 0.260±0.006 |
| Láurico | 0.013±0.003 | 0.007±0.007 |

Los huevos de producción convencional tienen un 32.39% de AGS frente al 29.16% de los ecológicos. El contenido en ácido graso palmítico o ácido hexadecanoico (C16:0) que es el ácido graso mayoritario de este grupo, es superior en los huevos de producción convencional, ya que tienen un 25.6% frente al 22.83% que tienen los de la producción ecológica. El ácido hexadecanoico es el principal ácido graso saturado de la mayoría de dietas, y se considera que los ácidos láurico, mirístico y palmítico son los principales ácidos grasos que producen hipercolesterolemia. Las diferencias encontradas en el perfil de AGS son relevantes desde el punto de vista de la calidad interna del huevo ya que los AGS aumentan la permeabilidad de la membrana vitelina (Aydin *et al.*, 2001), disminuyen su consistencia y por tanto el índice de forma de la yema. La cantidad de AGS también tiene implicaciones desde el punto de vista nutricional, ya que para tener una dieta saludable el consumo de estas grasas debe ser moderado.

La tabla 40 muestra el perfil de ácidos grasos monoinsaturados encontrados en la grasa de los huevos de producción ecológica y convencional. Los resultados que no son significativos estadísticamente aparecen marcados en negrita. Los ácidos grasos mayoritarios son el oleico y el palmitoleico, observándose que en todos los casos, el

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

sistema de producción convencional influye significativamente en el depósito de la grasa con mayor nivel de oleico, palmitoleico, eicosanoico y heptadecenoico.

Tabla 40. Valores promedio del contenido en ácidos grasos monoinsaturados en función del sistema de producción.

| Ácidos grasos monoinsaturados | Huevos ecológicos | Huevos convencionales |
|-------------------------------|-------------------|-----------------------|
| Palmitoleico | 2.596±0.113 | 3.654±0.062 |
| Oleico | 41.896±0.642 | 49.206±0.353 |
| Eicosenoico | 0.122±0.048 | 0.186±0.011 |
| Eicosanoico | 0.140±0.032 | 0.246±0.007 |
| Heptadecenoico | 0.179±0.003 | 0.185±0.015 |

La fracción de los lípidos del huevo más importante corresponde a los ácidos grasos monoinsaturados. Los huevos producidos en un sistema convencional tienen mayor porcentaje de AGM (53.48%) que los ecológicos (42.33%), este resultado concuerda con el obtenido en el estudio del ácido graso oleico, C18:1n9, en el que los huevos convencionales tienen un 49.21% de este ácido graso y los ecológicos 41.9%. El consumo de ácido oleico tiene efecto antioxidante y potencia la acción de algunas vitaminas, presenta un comportamiento neutro respecto a las LDL, las lipoproteínas que transportan el colesterol en la sangre pero incrementa moderadamente el nivel de las lipoproteínas de alta densidad (HDL) que transportan el colesterol de los tejidos al hígado (FAO, 1997).

La tabla 41 muestra el perfil de ácidos grasos poliinsaturados encontrados en la grasa de los huevos de producción ecológica y convencional. Los ácidos grasos poliinsaturados presentes en la grasa del huevo son el linoleico y el linolénico, siendo ambos estadísticamente superiores en la grasa de los huevos de producción ecológica.

Tabla 41. Valores promedio del contenido en ácidos grasos monoinsaturados en función del sistema de producción.

| Ácidos grasos poliinsaturados | Huevos ecológicos | Huevos convencionales |
|-------------------------------|-------------------|-----------------------|
| Linoleico | 19.096±0.802 | 13.514±0.441 |
| Linolénico | 1.104±0.058 | 0.032±0.292 |

En los huevos de producción ecológica la proporción de AGPI es superior (19.65%) a la convencional (13.87%), este resultado coincide con el hallado en el ácido graso poliinsaturado mayoritario, el ácido linoleico, C18:2n6, donde la proporción en

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ecológico es del 19.1% y en convencional el 13.51%. Los AGPI, ácido linoleico (omega-6) y ácido linolénico (omega-3) también se clasifican como ácidos grasos esenciales porque deben ser incluidos en la dieta ya que el organismo no puede producirlos y son necesarios para el funcionamiento correcto del organismo: mantenimiento de la estructura de la membrana celular, formación de eicosanoides relacionados con la respuesta inflamatoria e inmunitaria y la producción de citoquinas (FAO, 1997). Los AGPI incluyen los denominados ácidos grasos omega-3, los huevos enriquecidos con este tipo de AG han sido objeto de estudios en los que se ha observado que el aumento en la ingestión de ácido linoleico conlleva el aumento de isómeros de ácido linoleico en la yema del huevo, pero también incrementa la proporción de AGS en detrimento de los AGM (Aydin *et al.*, 2001). Esta relación limita la cantidad de AG omega-3 que se pueden formular en el pienso de las gallinas, ya que los consumidores que compran este producto persiguen mejorar el perfil de ácidos grasos de su dieta.

Cuando el cociente AGPI/AGS es superior a 0.35, el aporte en ácidos grasos de un alimento o de una dieta en general es saludable, en el huevo el cociente AGPI/AGS es de 0.57-0.73 (Castelló *et al.*, 2010). En el presente trabajo, en los huevos ecológicos el cociente AGPI/AGS es de 0.66 y de 0.41 en los huevos de gallinas convencionales criadas en jaula. Los huevos convencionales tienen un cociente AGPI/AGS inferior al de la bibliografía y al de los ecológicos, por lo que son desde un punto de vista de la salud menos recomendables. La relación entre ácido linoleico y ácido α -linolénico aportada en la dieta deber estar comprendida entre 5:1 y 10:1 (FAO, 1997), en los huevos ecológicos estudiados la relación es 19:1 y en los convencionales 39:1 por lo que si se consumen huevos convencionales se deben tomar más alimentos ricos en omega-3 o ácido alfa-linoleico para mejorar la proporción.

Algunos autores no describen diferencias estadísticamente significativas entre el perfil lipídico de la grasa del huevo de producción convencional y ecológica (Hidalgo *et al.*, 2008; Cherian *et al.*, 2002). Pero los resultados de Samman *et al.* (2009) son coincidentes con los obtenidos en el presente trabajo, aunque la diferencia para los AGPI de los huevos ecológicos, en el estudio de Samman *et al.* (2009) es ínfima, en comparación al 29.4% a favor del ecológico obtenido en el presente trabajo.

La proporción de ácidos grasos no coincide con el estudio de Hidalgo *et al.* (2008) en el que la proporción de palmítico fue mayor en ecológico y la proporción de oleico y linoleico menor, estas diferencias pueden deberse a variaciones en las

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

concentraciones en los ácidos grasos de la dieta de las gallinas y a que en el estudio de 2008 el número de muestras procesadas fue menor ya que se analizaron 10 huevos convencionales y 6 ecológicos.

El perfil de ácidos grasos del huevo depende de la composición de ácidos grasos del pienso (Galea, 2011), por tanto la dieta de las gallinas ecológicas y convencionales estudiadas difiere en cuanto al aporte en ácidos grasos. Los ácidos grasos de 18 átomos de carbono proceden de los lípidos ingeridos y de los sintetizados en el hígado, las concentraciones de oleico y linoleico dependen por tanto en parte de las concentraciones en la dieta de los animales.

Sanchez-Muniz *et al.* (2009) concluyen que aumentando el nivel de grasa insaturada en la dieta de las gallinas se incrementa el grado de insaturación de la yema, y dependiendo del aceite usado se incrementa el nivel de ácido linoleico y decrece el de ácido oleico. El ácido linoleico no puede ser sintetizado por las aves, por lo que debe ser aportado en su dieta. Por otro lado, son necesarias cantidades elevadas de AGS (>10%) en la dieta de las gallinas para incrementar el contenido de tales ácidos en los huevos, no debiendo olvidar que un porcentaje importante (25-30%) de los AGS del huevo es aportado por el ácido esteárico, el cual no ejerce un efecto hipercolesterolemiantes tal como lo hacen otros AGS (Dietschy, 1998).

4.2. RELACIONES ENTRE VARIABLES

4.2.1. Relaciones entre parámetros de calidad externa

En este apartado se pretende evaluar las posibles relaciones simples entre los parámetros estudiados para la calidad externa del huevo. La tabla 42 muestra la matriz de los estadísticos de la regresión (coeficiente de regresión y nivel de significación), así como el número de casos existentes en cada estudio, independientemente del sistema productivo.

Todas las relaciones estudiadas son significativas, menos cinco de ellas, la existente entre el peso del huevo y el espesor de la cáscara, entre el índice de forma del huevo y el color de la cáscara, el índice de deposición de la cáscara y el espesor de la cáscara, y la relación existente entre el color de la cáscara y el peso de la misma. Del resto de relaciones, las correspondientes a los parámetros de calidad de la cáscara entre sí son significativas, pero se trata de parámetros dependientes entre ellos, por lo que no se consideran para el estudio. Tampoco se analizarán en el estudio las relaciones que no

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

alcancen un coeficiente de relación igual o superior a 0.2, por considerarse de poca fuerza estadística.

Tabla 42. Matriz de correlaciones entre los parámetros de calidad externa.

| | PESO | IF | CC | IDC | EC | PC |
|-------------|------|----------|--------|---------------|----------------|---------|
| PESO | | -0.0908* | 0.0841 | 0.0910 | -0.0156 | -0.2028 |
| | | 0.0200** | 0.0313 | 0.0290 | 0.7088 | 0.0000 |
| | | 654*** | 653 | 576 | 575 | 576 |
| IF | | | 0.0481 | -0.0778 | -0.0004 | -0.1051 |
| | | | 0.2194 | 0.0619 | 0.9926 | 0.0116 |
| | | | 653 | 576 | 575 | 576 |
| CC | | | | 0.1988 | -0.2394 | 0.0461 |
| | | | | 0.0000 | 0.0000 | 0.2699 |
| | | | | 576 | 575 | 576 |
| IDC | | | | | 0.3026 | 0.7966 |
| | | | | | 0.0000 | 0.0000 |
| | | | | | 575 | 576 |
| EC | | | | | | 0.3382 |
| | | | | | | 0.0000 |
| | | | | | | 575 |
| PC | | | | | | |

*coeficiente de correlación; **valor de p (nivel de confianza del 99%.);

***número de casos estudiados

Se observa una correlación negativa entre el color de la cáscara y el espesor de la cáscara ($r^2=-0.2394$), esto significa que las cáscaras más oscuras tienen espesores menores y por tanto el depósito de minerales durante la formación de la cáscara no va acompañado del depósito de pigmentos. En contraposición, la relación entre el color de la cáscara y el índice de deposición de la cáscara según el peso es positiva, lo que indica que los huevos más oscuros tienen índices de deposición de cáscara mayores. Estos últimos resultados coinciden con los obtenidos por Scott y Silversides (2010) y Soria *et al.* (2013) que indican que los huevos marrones tienen mayor cantidad de cáscara depositada.

El peso del huevo es un dato que se utiliza para el cálculo del índice de cáscara y el porcentaje de cáscara, por lo que las relaciones positivas y significativas, en realidad se deben a las existentes entre los métodos analíticos. Los resultados muestran que no existen una relación estadísticamente significativa entre el peso total del huevo y el espesor de la cáscara (valor de $p=0.7088$), resultados que no se corresponden con los obtenidos por (Shi *et al.*, 2009) que encuentra una correlación positiva y significativa entre ambos parámetros. Galea (2011) indica que los huevos pequeños tienen mejor resistencia o calidad de la cáscara, es decir que cuánto menos pesa el huevo, mejor es la calidad total de la cáscara, algo que puede estar relacionado con el propio espesor de la

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

cáscara. En el estudio de Shi *et al.* (2009) también se establece una relación positiva entre el peso y el índice de forma del huevo, contradictorio con los resultados obtenidos en el presente trabajo, donde se aprecia una relación negativa y relativamente débil ($r^2=0.09$).

Las relaciones significativas observadas sufren variación si se analizan de forma individual las relaciones para cada sistema productivo (ecológico y convencional). La tabla 43 muestra para las dos relaciones significativas del total de parámetros de calidad externa, las diferencias observadas para el caso de los huevos de producción ecológica y de producción convencional.

Tabla 43. Modelos de regresión simple de parámetros de calidad externa en función del sistema productivo ecológico o convencional.

| | Ecológico | | Convencional | |
|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|------------------|
| | CC frente a IDC | CC frente a EC | CC frente a IDC | CC frente a EC |
| Nivel de significación | p=0.0000 (al 99% de confianza) | p=0.0000 (al 99% de confianza) | p=0.1340 | p=0.3214 |
| Modelo de regresión | CC=-6.32+1.712*IDC | CC=13.61-17.72*EC | CC=7.09+0.192*IDC | CC=9.08-1.397*EC |
| Coeficiente de regresión | $r^2=0.3423$ | $r^2=-0.3461$ | $r^2=0.0766$ | $r^2=-0.0507$ |
| Nivel de explicación | 11.72% | 11.98% | 0.6% | 0.26% |

Se observa que los modelos de regresión simple encontrados, entre el color de la cáscara (CC) y el índice de deposición de la cáscara (IDC) y el espesor de la cáscara (EC), son estadísticamente significativos (al 99% de confianza) sólo cuando el sistema productivo es ecológico, es decir que estas tendencias están marcadas por la trayectoria de los huevos de producción ecológica. Existe una relación positiva entre el color de la cáscara y el índice de deposición de la cáscara, lo que confirma la mayor concentración mineral de la misma, pero contrasta con la relación negativa con el espesor de la cáscara, posiblemente debido a la metodología analítica, ya que en este caso sólo se toman tres puntos de medida para establecer el espesor de la cáscara, encontrando poca variabilidad entre los resultados. Estas observaciones fueron también puestas en evidencia en el estudio global de relaciones de los parámetros de calidad externa.

Los coeficientes de correlación encontrados son relativamente débiles y en ambos casos el modelo obtenido puede llegar a explicar aproximadamente el 12% de la variabilidad del color de la cáscara.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.2.2. Relaciones entre parámetros de calidad interna

En este apartado se estudian las relaciones entre las variables de calidad interna que son significativas y que alcancen un coeficiente de relación igual o superior a 0.200, porque las relaciones de coeficientes inferiores se consideran de poca fuerza estadística. Tampoco se analizan las relaciones entre el albumen total y la yema total, ya que son valores porcentuales relacionados entre sí por el peso, esto explica que la correlación entre porcentaje de albumen total y de yema sea negativa y con un alto nivel de relación entre las dos variables, pero en realidad se trata de parámetros dependientes entre sí, por la metodología empleada en su cálculo. La tabla 44 muestra la matriz de los estadísticos de la regresión (coeficiente de regresión y nivel de significación), así como el número de casos existentes en cada estudio de las relaciones simples, independientemente del sistema productivo.

Tabla 44. Matriz de correlaciones entre los parámetros de calidad interna.

| | UH | IAD | PAD | AT | IFY | ICY | ROCHE | YT |
|-------|----|-----------------|--------|---------------|---------------|---------|---------------|----------------|
| UH | | 0.8264* | 0.1193 | 0.1341 | 0.4232 | 0.0072 | -0.0398 | -0.1391 |
| | | 0.0000** | 0.0046 | 0.0014 | 0.0000 | 0.8508 | 0.3308 | 0.0009 |
| | | 566*** | 563 | 564 | 566 | 687 | 600 | 562 |
| IAD | | | 0.0172 | 0.1259 | 0.3046 | -0.0014 | -0.0401 | -0.1226 |
| | | | 0.6842 | 0.0028 | 0.0000 | 0.9738 | 0.3418 | 0.0036 |
| | | | 563 | 563 | 566 | 564 | 564 | 562 |
| PAD | | | | 0.2871 | 0.0827 | 0.0811 | 0.0536 | -0.3203 |
| | | | | 0.0000 | 0.0500 | 0.0543 | 0.2038 | 0.0000 |
| | | | | 562 | 563 | 563 | 563 | 562 |
| AT | | | | | 0.2485 | 0.1240 | 0.0768 | -0.8737 |
| | | | | | 0.0000 | 0.0032 | 0.0689 | 0.0000 |
| | | | | | 563 | 562 | 562 | 562 |
| IFY | | | | | | 0.0358 | 0.0450 | -0.2525 |
| | | | | | | 0.3966 | 0.2862 | 0.0000 |
| | | | | | | 564 | 564 | 562 |
| ICY | | | | | | | 0.8678 | -0.0873 |
| | | | | | | | 0.0000 | 0.0387 |
| | | | | | | | 593 | 562 |
| ROCHE | | | | | | | | -0.0402 |
| | | | | | | | | 0.3410 |
| | | | | | | | | 562 |
| YT | | | | | | | | |

*coeficiente de correlación; **valor de p (nivel de confianza del 99%.);

***número de casos estudiados

El estudio muestra que las unidades Haugh (UH) están relacionadas significativamente con el índice de albumen denso (IAD) y el índice de forma de yema (IFY).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existe una estrecha relación ($r^2=0.8264$) entre las UH y el IAD a través de la ecuación $UH=61.05+62.75*IAD$, donde el IAD es capaz de explicar el 68.3% de la variabilidad de las UH. Aunque son parámetros independientes, las UH se determinan mediante el logaritmo de la altura del albumen denso, corregido con respecto a un huevo de 56.7 g, a una temperatura igual o mayor a 12 °C (Cepero, 2002). Ambos parámetros son indicativos de la consistencia del albumen que depende de que las proteínas mantengan su estructura.

Las UH están relacionadas ($r^2=0.4232$) con el IFY a través de un modelo ($UH=38.24+0.882*IFY$), donde el IFY explica el 17.9% de la variabilidad de las UH, ya que la altura de la yema depende directamente de la consistencia del albumen y la forma de la yema depende de la integridad de las proteínas de la membrana vitelina. La calidad de las proteínas del albumen está relacionada con la calidad de las proteínas de la yema, de ahí que el índice de forma de la yema tenga una relación positiva con las unidades Haugh, pero también con el índice de albumen denso (IAD) y los valores porcentuales de albumen total, aunque en este caso la relación es débil ($r^2=0.1341$).

El estudio de relaciones muestra que el índice de albumen denso (IAD) está relacionado significativamente con el índice de forma de yema (IFY). De forma que a medida que aumenta el índice de albumen denso se incrementa el valor del índice de forma de la yema. La relación encontrada ($IAD=-0.0763+0.0084*IFY$) es una relación relativamente débil entre las variables ($r^2=0.3046$), de forma que el IFY sólo es capaz de explicar el 9.28% de la variabilidad del IAD. Esto pone de manifiesto que el índice de forma de la yema, que evalúa la forma que adquiere la yema al abrir el huevo, depende de la integridad de las estructuras de la yema, pero también del albumen ya que se deposita sobre él.

El porcentaje de albumen denso (PAD) muestra una relación significativa y positiva entre contenido porcentual de albumen total (AT) y negativa con el contenido de yema total (YT). La relación con el albumen total ($PAD=25.64+0.513*AT$) presenta una relación relativamente débil entre las variables, de manera que el porcentaje de albumen total sólo explica el 8.2% de la variabilidad del PAD. La relación con el contenido de yema total ($PAD=76.74-0.705*YT$) revela que a medida que aumenta el porcentaje de yema del huevo disminuye el de albumen denso, aunque la relación también es relativamente débil y el porcentaje de yema permitiría explicar el 10.26% de la variabilidad del PAD.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Otra relación significativa entre el porcentaje de albumen total (AT) es la que lo relaciona con el índice de forma de yema (IFY). Esto evidencia que huevos con mayor porcentaje de albumen total tienen yemas con mejores formas, algo lógico ya que el índice de forma de la yema es el resultado del cociente entre la altura de la yema y el diámetro de la yema, y la altura de la yema depende directamente de la altura del albumen del huevo. La relación existente ($AT=58.88+0.145*IFY$) es relativamente débil, de forma que el índice de forma de yema sólo es capaz de explicar el 6.17% de la variabilidad del porcentaje de albumen total.

La principal característica de calidad del albumen es su consistencia. Dicha consistencia está muy ligada a la frescura del huevo, pero también lo está a la edad y a la alimentación de la gallina. En cuanto a la concentración de proteína del pienso, una reducción de la misma tiene efecto positivo en la consistencia del albumen, ya que aumenta las unidades Haugh. Lo mismo ocurre cuando se trata de aminoácidos concretos; por ejemplo, la inclusión de mayores niveles de lisina en el pienso mejora esta característica del albumen. Por lo tanto, proteínas de diferente origen provocarán cambios en la consistencia del albumen, debido a su diferente composición en aminoácidos (Novak *et al.*, 2006).

En cuanto al índice de forma de la yema (IFY) también se observa una relación negativa con el porcentaje de yema, en la medida que al incrementarse el porcentaje de yema de los huevos la forma de la misma se deprecia. El modelo significativo obtenido es capaz de explicar el 10.33 de la variabilidad del IFY ($IFY=67.7-0.71*YT$). El disponer de yemas grandes distorsiona la forma y genera configuraciones fuera de lo estandarizado. La consistencia de la yema no depende demasiado de la alimentación a la que se haya sometido a la gallina, ya que factores como el tiempo transcurrido desde la puesta, las condiciones de almacenamiento y la edad de la gallina son los principales responsables de la posible pérdida de consistencia. Dicha consistencia depende de la permeabilidad de la membrana vitelina al paso de determinados cationes hacia su interior.

La última relación positiva entre los parámetros de calidad interna se produce entre el índice de color de la yema (ICY) y el color medido con la escala Roche. El color es posiblemente la característica de calidad más buscada por el consumidor. Dado que la yema tiene un alto porcentaje de lípidos en su composición, la asimilación de pigmentos liposolubles modificará el color de la yema. Lo que parece evidente es que el

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

color medido con el colorímetro está muy relacionado con el medido con la escala Roche ($ICY = -4.71 + 0.656 * Roche$), existiendo una relación moderadamente fuerte entre las variables ($r^2 = 0.8678$), de forma que los valores de la escala Roche son capaces de explicar el 74.62% de la variabilidad del índice de color de la yema.

Las relaciones significativas observadas sufren variación significativa al evaluarlas de forma individual para cada sistema productivo (ecológico y convencional). La tabla 45 muestra para las relaciones significativas encontradas en las unidades Haugh, para el caso de los huevos de producción ecológica y de producción convencional. En ambos casos se observa que se sigue la tendencia marcada para el global de los datos, pero los huevos procedentes del sistema convencional son, estadísticamente, los que presentan más fuerza en las dos relaciones establecidas, posiblemente debido a la menor variabilidad en la composición de la dieta que consumen estas gallinas.

Tabla 45. Modelos de regresión simple de parámetros de calidad interna (unidades Haugh) en función del sistema productivo ecológico o convencional.

| | Ecológico | | Convencional | |
|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | UH frente a IAD | UH frente a IFY | UH frente a IAD | UH frente a IFY |
| Nivel de significación | p=0.0000 (al 99% de confianza) | p=0.0000 (al 99% de confianza) | p=0.0000 (al 99% de confianza) | p=0.0000 (al 99% de confianza) |
| Modelo de regresión | UH=60.29+58.8*IAD | UH=40.33+0.8*IFY | UH=61.44+64.64*IAD | UH=38.9+0.89*IFY |
| Coefficiente de regresión | $r^2=0.7705$ | $r^2=0.3470$ | $r^2=0.8699$ | $r^2=0.4565$ |
| Nivel de explicación | 59.34% | 12.04% | 75.67% | 20.84% |

La tabla 46 muestra las relaciones significativas encontradas para el porcentaje de albumen denso, frente al porcentaje total de albumen y porcentaje total de yema, en el caso de los huevos de producción ecológica y de producción convencional. En ambos casos se observa que se sigue la tendencia marcada para el global de los datos, pero los huevos procedentes del sistema ecológico son, estadísticamente, los que presentan más fuerza en las dos relaciones establecidas, algo que se aprecia con más en la relación entre el PAD y el YT, con un coeficiente de relación que alcanza un valor más alto que para el estudio global y pone en evidencia una mayor tendencia en las gallinas de producción ecológica, a que se cumpla el modelo, donde si las yemas de los huevos son mayores, el porcentaje de albumen denso es menor.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 46. Modelos de regresión simple de parámetros de calidad interna (porcentaje de albumen denso) en función del sistema productivo ecológico o convencional.

| | Ecológico | | Convencional | |
|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | PAD frente a AT | PAD frente a YT | PAD frente a AT | PAD frente a YT |
| Nivel de significación | p=0.0000 (al 99% de confianza) | p=0.0000 (al 99% de confianza) | p=0.0000 (al 99% de confianza) | p=0.0000 (al 99% de confianza) |
| Modelo de regresión | PAD=32.75+0.41*AT | PAD=81.4-0.87*YT | PAD=17.23+0.63*AT | PAD=75.92-0.68*YT |
| Coefficiente de regresión | r ² =0.3674 | r ² =-0.5132 | r ² =0.2835 | r ² =-0.2781 |
| Nivel de explicación | 13.5% | 26.34% | 8.04% | 7.74% |

La tabla 47 muestra las relaciones significativas encontradas para el índice de forma de la yema, frente al índice de albumen denso y porcentaje de albumen total, en el caso de los huevos de producción ecológica y de producción convencional.

Tabla 47. Modelos de regresión simple de parámetros de calidad interna (índice de forma de yema) en función del sistema productivo ecológico o convencional.

| | Ecológico | | Convencional | |
|---------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | IFY frente a IAD | IFY frente a AT | IFY frente a IAD | IFY frente a AT |
| Nivel de significación | p=0.0692 | p=0.2301 | p=0.0000 (al 99% de confianza) | p=0.0000 (al 99% de confianza) |
| Modelo de regresión | IFY=42.28+4.39*IAD | IFY=41.75+0.12*AT | IFY=45.55+15.1*IAD | IFY=4.72+0.69*AT |
| Coefficiente de regresión | r ² =0.1325 | r ² =0.0882 | r ² =0.3954 | r ² =0.3431 |
| Nivel de explicación | 1.753% | 0.78% | 15.63% | 11.77% |

Se observa que los modelos de regresión simple encontrados entre el índice de forma de la yema (IFY) y el índice de albumen denso (IAD) y frente al porcentaje de albumen (AT) son estadísticamente significativo (al 99% de confianza) sólo cuando el sistema productivo es convencional, es decir que estas tendencias están marcadas por la trayectoria de los huevos de producción convencional, no teniendo significación en los casos de los huevos de producción ecológica. Resultados que ponen de manifiesto la importancia de la dieta de las gallinas en los parámetros de calidad del albumen y sus relaciones. Autores como Junqueira *et al.* (2006) observan que el incremento del nivel de proteína bruta en la dieta afecta a las unidades Haugh o la calidad de cáscara y otros autores confirman estos resultados (Wolford y Tanaka., 1970; Fariborz *et al.*, 2007). En contraposición, Narváez-Solarte *et al.* (2005) indican que la genética de la gallina y la edad de la misma son los factores más importantes que afectan a la calidad del albumen, y que la nutrición no tiene un gran impacto en esta variable. Sin embargo, Hammershoj

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

y Kjaer (1999) observan que las unidades Haugh descienden a medida que el nivel de proteína se incrementa de 13.7 a 17.9%.

La tabla 48 muestra las relaciones significativas encontradas para el índice de forma de la yema frente al porcentaje de yema, y en los parámetros de color de yema, en el caso de los huevos de producción ecológica y de producción convencional. Ambos parámetros se comportan de forma similar en el estudio global de los datos que en el estudio individual, para cada sistema productivo, si bien la respuesta en el modelo convencional, parece ligeramente más robusta, con mayores valores de coeficientes y con modelos que alcanzan mayor nivel de explicación de la variabilidad. Es de destacar la estrecha relación entre las dos variables del color de la yema, que evidencian que aunque la escala Roche sea un método que depende del criterio del analista, se correlaciona muy estrechamente con las determinaciones más instrumentales de análisis y para los huevos de ambos sistemas productivos.

Tabla 48. Modelos de regresión simple de parámetros de calidad interna (índice de forma de yema y color) en función del sistema productivo ecológico o convencional.

| | Ecológico | | Convencional | |
|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | IFY frente a YT | ICY frente a Roche | IFY frente a YT | ICY frente a Roche |
| Nivel de significación | p=0.0000 (al 99% de confianza) | p=0.0000 (al 99% de confianza) | p=0.0000 (al 99% de confianza) | p=0.0000 (al 99% de confianza) |
| Modelo de regresión | IFY=63.47-0.54*YT | ICY=-5.33+0.70*Roche | IFY=69.12-0.76*YT | ICY=-3.81+0.59*Roche |
| Coefficiente de regresión | r ² =-0.2319 | r ² =8291 | r ² =-0.3463 | r ² =8461 |
| Nivel de explicación | 5.38% | 68.74% | 12.00% | 71.59% |

4.2.3. Relaciones entre parámetros de calidad nutricional

En este apartado se pretende evaluar las posibles relaciones simples entre los parámetros estudiados para la calidad nutricional del huevo. La tabla 49 muestra la matriz de los estadísticos de la regresión (coeficiente de regresión y nivel de significación), así como el número de casos existentes en cada estudio, independientemente del sistema productivo. Se estudian exclusivamente las relaciones entre las variables de calidad nutricional que son significativas y que alcancen un coeficiente de relación igual o superior a 0.200, porque las relaciones de coeficientes inferiores se consideran de poca fuerza estadística. Tampoco se analizan las relaciones donde el número de observaciones es bajo (inferior a 50) por considerar que puedan tener poca fuerza estadística entre las variables.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observa que el contenido en cenizas está relacionado negativamente con el contenido en proteínas, el contenido en grasa y la fracción de ácidos grasos monoinsaturados, de forma que a medida que se incrementa el contenido en minerales totales de los huevos, disminuye las fracciones nutricionales indicadas. Por otro lado, el contenido en cenizas se relaciona positivamente con la fracción de ácidos grasos poliinsaturados (figura 75). No se han encontrado evidencias que justifiquen estas relaciones, si bien, Grobas y Mateos (1996), indican que la proporción de ácidos grasos poliinsaturados de 20 y 22 átomos de carbono es superior en los fosfolípidos que en los triglicéridos del huevo, y que los minerales, excepto sodio, potasio y cloro que están presentes en forma libre, están ligados a proteínas o fosfolípidos. Esta afirmación explicaría la relación encontrada en este trabajo entre la fracción mineral y los ácidos grasos poliinsaturados, pero no explicaría la encontrada con el contenido en proteína.

Tabla 49. Matriz de correlaciones entre los parámetros de calidad nutricional.

| | Humedad | Cenizas | Proteína | Carotenoides | Grasa | AGS | AGM | AGPI |
|---------------------|---------|----------|----------------|--------------|----------------|---------|----------------|----------------|
| Humedad | | 0.0262* | -0.0007 | -0.0424 | -0.1040 | -0.0647 | -0.0215 | -0.0423 |
| | | 0.6667** | 0.9887 | 0.8762 | 0.1369 | 0.4429 | 0.7988 | 0.6161 |
| | | 273*** | 414 | 16 | 206 | 143 | 143 | 143 |
| Cenizas | | | -0.2248 | -0.2592 | -0.2417 | -0.0360 | -0.4144 | 0.4134 |
| | | | 0.0001 | 0.3324 | 0.0002 | 0.6821 | 0.0000 | 0.0000 |
| | | | 257 | 16 | 194 | 132 | 132 | 132 |
| Proteína | | | | 0.5940 | 0.3725 | 0.0970 | 0.4179 | -0.2883 |
| | | | | 0.0323 | 0.0000 | 0.2527 | 0.0000 | 0.0005 |
| | | | | 13 | 207 | 141 | 141 | 141 |
| Carotenoides | | | | | -0.1898 | 0.4989 | -0.7939 | 0.5622 |
| | | | | | 0.5547 | 0.3137 | 0.0593 | 0.2455 |
| | | | | | 12 | 6 | 6 | 6 |
| Grasa | | | | | | 0.0355 | 0.3459 | -0.1116 |
| | | | | | | 0.6611 | 0.0000 | 0.1668 |
| | | | | | | 155 | 155 | 155 |
| AGS | | | | | | | 0.0435 | -0.1899 |
| | | | | | | | 0.5912 | 0.0179 |
| | | | | | | | 155 | 155 |
| AGM | | | | | | | | -0.7403 |
| | | | | | | | | 0.0000 |
| | | | | | | | | 155 |
| AGPI | | | | | | | | |

*coeficiente de correlación; **valor de p (significación); ***número de casos estudiados

Todas las relaciones estadísticas encontradas con el contenido en minerales totales o cenizas son relativamente débiles. En la relación con la concentración en proteínas (cenizas=1.51-0.054*proteína), el contenido en proteínas de los huevos sólo es capaz de explicar el 5.05% de la variabilidad del contenido mineral, en el caso de la concentración en grasa total (cenizas=1.24-0.031*grasa) sólo explica el 5.84% de la

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

variabilidad del contenido mineral total o cenizas, en el caso de los ácidos grasos monoinsaturados (cenizas=1.72-0.015*AGM), donde la relación es un poco más potente, y el contenido en ácidos grasos monoinsaturados llega a explicar el 15.75% de la variabilidad de las cenizas. Parecido a lo que sucede con los ácidos grasos poliinsaturados, donde el modelo (cenizas=0.75+0.014*AGPI) puede llegar a explicar el 16% de la variabilidad del contenido en cenizas.

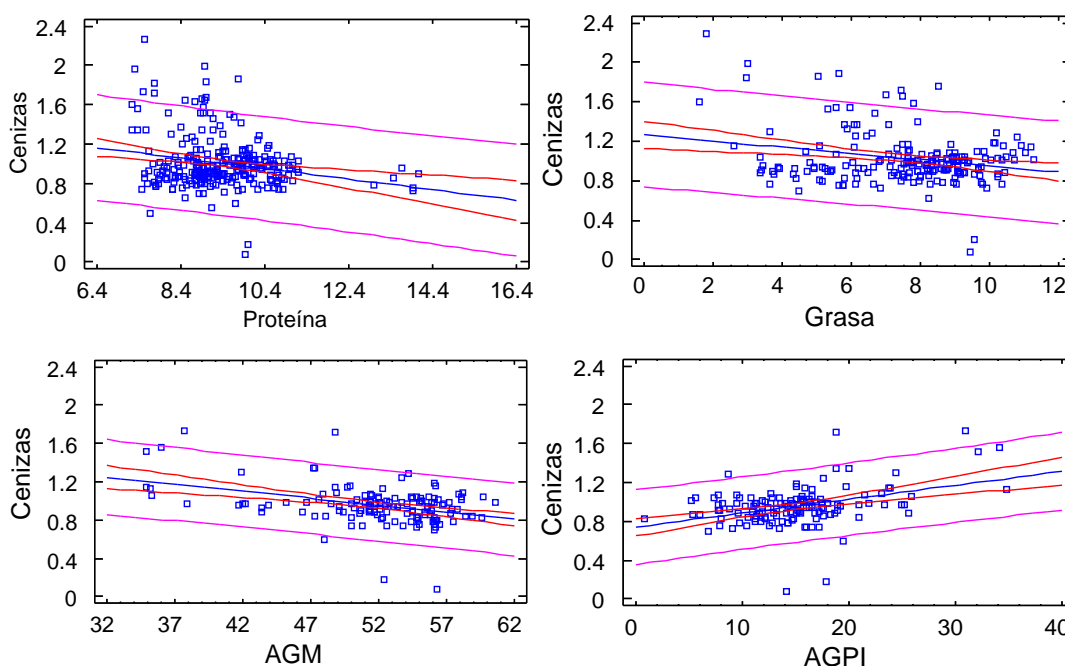


Figura 75. Relaciones negativas entre el contenido en cenizas y la concentración en proteína, contenido en grasa y fracción de ácidos grasos monoinsaturados y positivas con la fracción de ácidos grasos poliinsaturados del huevo.

Aunque el número de observaciones ha sido muy bajo, el contenido de proteínas del huevo está relacionado con la concentración de carotenoides de la yema, de manera que los huevos que tienen más carotenoides, también son los huevos que aportan más proteínas. Ambos parámetros dependen directamente del aporte de la dieta, así que cambios en la formulación del pienso se traducirán en modificaciones en la composición y relación de estos parámetros. El nivel de proteínas del huevo también se relaciona positivamente con el contenido en grasa y la fracción en AGM del huevo, y de forma negativa con la fracción de AGPI, de forma que los huevos de mayor concentración proteica, proporcionan menor contenido en ácidos grasos poliinsaturados.

Por último, existe una relación muy estrecha entre los ácidos grasos monoinsaturados y los poliinsaturados, de forma que a medida que se incrementan los primeros en la grasa del huevo, disminuyen los segundos. El modelo obtenido

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

($AGM=62.65-0.73*AGPI$) es capaz de explicar el 54.36% de la variabilidad del contenido en ácidos grasos monoinsaturados. Barrado *et al.* (2007) en un trabajo donde analizan el contenido en grasa y la composición de la misma en diversos alimentos elaborados, encuentran relaciones similares entre algunos ácidos grasos monoinsaturados y saturados, de forma individual.

Las relaciones significativas observadas sufren variación al evaluarlas de forma individual para cada sistema productivo (ecológico y convencional). La tabla 50 muestra para las relaciones encontradas entre los parámetros nutricionales, para el caso de los huevos de producción ecológica y de producción convencional. Se observa que, al estudiar los efectos de forma individual, desaparece la significación estadística entre el contenido en cenizas y proteínas, en el sistema convencional, al igual que entre cenizas y grasa, para el modelo ecológico. Además, exclusivamente para el modelo convencional desaparece el nivel de significación, para las relaciones entre cenizas y AGM y AGPI; entre proteína y grasa, AGM y AGPI. Por último, se sigue manteniendo la relación significativa entre las fracciones de AGM y AGPI, si bien el modelo obtenido es más fuerte en el sistema ecológico.

Tabla 50. Modelos de regresión simple de parámetros de calidad nutricional en función del sistema productivo ecológico o convencional.

| Relación | | Nivel de significación | Modelo de regresión | Coefficiente de regresión | Nivel de explicación |
|----------------------------------|--------------|------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------|
| Cenizas frente a proteína | Ecológico | p=0.0360 (al 95%) | Cenizas=1.84-0.09*proteína | r ² =-0.1774 | 3.15% |
| | Convencional | p=0.4598 | Cenizas=1.02-0.01*proteína | r ² =-0.069 | 0.48% |
| Cenizas frente a grasa | Ecológico | p=0.1718 | Cenizas=1.27-0.03*grasa | r ² =-0.1523 | 2.32% |
| | Convencional | p=0.0955 (al 90%) | Cenizas=0.75+0.02*grasa | r ² =0.1590 | 2.53% |
| Cenizas frente a AGM | Ecológico | p=0.0337 (al 95%) | Cenizas=1.82-0.02*AGM | r ² =-0.4543 | 20.64% |
| | Convencional | p=0.3007 | Cenizas=1.19-0.005*AGM | r ² =-0.10004 | 1% |
| Cenizas frente a AGPI | Ecológico | p=0.0011 (al 99%) | Cenizas=0.65+0.02*AGPI | r ² =0.6491 | 42.13% |
| | Convencional | p=0.3535 | Cenizas=0.87+0.004*AGPI | r ² =0.0897 | 0.81% |
| Proteína frente a grasa | Ecológico | p=0.0336 (al 95%) | Proteína=8.23+0.07*grasa | r ² =-0.2243 | 5.03% |
| | Convencional | p=0.4540 | Proteína=10.57-0.06*grasa | r ² =-0.0702 | 0.49% |
| Proteína frente a AGM | Ecológico | p=0.0554 (al 90%) | Proteína=6.52+0.05*AGM | r ² =-0.3802 | 14.46% |
| | Convencional | p=0.2814 | Proteína=7.97+0.04*AGM | r ² =-0.1017 | 1.03% |
| Proteína frente a AGPI | Ecológico | p=0.0849 (al 90%) | Proteína=9.47-0.042*AGPI | r ² =-0.3445 | 11.86% |
| | Convencional | p=0.6174 | Proteína=9.85+0.014*AGPI | r ² =0.0473 | 0.22% |
| AGM frente a AGPI | Ecológico | p=0.0000 (al 99%) | AGM=59.91-0.76*AGPI | r ² =-0.8293 | 68.78% |
| | Convencional | p=0.0000 (al 99%) | AGM=58.72-0.38*AGPI | r ² =-0.4837 | 23.39% |

Resultan interesantes las relaciones existentes para el caso del contenido en cenizas totales del huevo y la cantidad de grasa, resultando un modelo con dependencia negativa una variable frente a la otra ($r^2=-0.2417$) cuando se analizan la totalidad de los datos, de manera que los huevos con más minerales aportan menos grasa, esta relación

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

se observa en los huevos ecológicos que tienen un porcentaje mayor de cenizas y un porcentaje menor de grasa, aunque no sea significativa y desaparece para el caso de los huevos convencionales, donde el mayor contenido en minerales implica una mayor concentración en grasa en los huevos. Algo que evidencia la importante dependencia que presentan estos parámetros nutricionales del huevo con la composición de la dieta que ingieren las gallinas.

Giannenas *et al.* (2009) encuentran mayores concentraciones de Se y Cr en los huevos de gallinas de sistemas ecológicos frente a los convencionales, mientras que los huevos convencionales contenían más niveles de Zn. Estas diferencias se alcanzan a pesar de que la concentración en las dietas de minerales traza fueron similares en los dos sistemas. Se debe tener en cuenta que las gallinas en ecológico pueden consumir tierra y minerales del suelo que pueden ser la fuente de las diferencias encontradas a nivel mineral.

4.2.4. Relaciones entre parámetros de calidad externa, interna y nutricional

En este apartado se evalúan las posibles relaciones simples cruzadas entre los parámetros de calidad externa, interna y nutricional del huevo. La tabla 51 muestra la matriz de los estadísticos de la regresión (coeficiente de regresión y nivel de significación), así como el número de casos existentes en cada estudio, independientemente del sistema productivo, entre los parámetros de calidad externa frente a los de calidad interna y nutricional. La tabla 52 muestra los mismos parámetros para el caso de las relaciones entre los parámetros de calidad interna y los de calidad nutricional. En este apartado se estudian exclusivamente las relaciones entre las variables que son significativas y que alcancen un coeficiente de relación igual o superior a 0.200, porque las relaciones de coeficientes inferiores se consideran de poca fuerza estadística. En total existen 69 relaciones significativas (al 95% de confianza) de las cuales 35 presentan el coeficiente de relación igual o superior a 0.200. Aunque el número de observaciones es alto, los coeficientes de correlación en la práctica totalidad de los casos, son bajos mostrando relaciones relativamente débiles que explican porcentajes bajos de la variabilidad de los parámetros.

El peso del huevo y las unidades Haugh tienen una relación estadísticamente significativa, siendo el coeficiente de correlación entre ambos parámetros de -0.2664. Raigón *et al.* (2002) explican que un aumento en el peso unitario del huevo repercute en una disminución en el valor de las unidades Haugh.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 51. Matriz de correlaciones entre los parámetros de calidad externa frente a los parámetros de calidad interna y calidad nutricional.

| | PESO | IF | CC | IDC | EC | PC |
|---------------------|-----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| UH | -0.2664* | 0.2018 | 0.0559 | -0.2058 | -0.0553 | -0.1549 |
| | 0.0000** | 0.0000 | 0.1840 | 0.0000 | 0.1964 | 0.0003 |
| | 690*** | 567 | 567 | 549 | 548 | 549 |
| IAD | -0.2117 | 0.1942 | 0.0788 | -0.2011 | -0.0418 | -0.1177 |
| | 0.0000 | 0.0000 | 0.0609 | 0.0000 | 0.3293 | 0.0058 |
| | 566 | 566 | 566 | 548 | 547 | 548 |
| PAD | -0.0287 | 0.0194 | 0.0824 | -0.0005 | -0.1083 | -0.0038 |
| | 0.4963 | 0.6452 | 0.0506 | 0.9906 | 0.0115 | 0.9291 |
| | 563 | 563 | 563 | 545 | 544 | 545 |
| AT | 0.0485 | 0.1002 | 0.0577 | -0.2945 | -0.2055 | -0.3564 |
| | 0.2490 | 0.0171 | 0.1707 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 566 | 566 | 566 | 548 | 547 | 548 |
| YT | 0.0000 | -0.1139 | -0.1474 | 0.1072 | 0.1345 | 0.1351 |
| | 0.9992 | 0.0069 | 0.0005 | 0.0124 | 0.0017 | 0.0016 |
| | 562 | 562 | 562 | 544 | 543 | 544 |
| IFY | -0.2292 | 0.1659 | 0.0675 | -0.1923 | -0.0993 | -0.0887 |
| | 0.0000 | 0.0001 | 0.1088 | 0.0000 | 0.0202 | 0.0378 |
| | 566 | 566 | 566 | 548 | 547 | 548 |
| ICY | 0.1579 | 0.1199 | 0.3330 | -0.0129 | -0.0492 | -0.1724 |
| | 0.0000 | 0.0046 | 0.0000 | 0.7651 | 0.2539 | 0.0001 |
| | 680 | 558 | 558 | 540 | 539 | 540 |
| ROCHE | 0.0648 | 0.1656 | 0.2806 | -0.0275 | -0.0143 | -0.1897 |
| | 0.1128 | 0.0001 | 0.0000 | 0.5215 | 0.7395 | 0.0000 |
| | 600 | 564 | 564 | 564 | 545 | 546 |
| Proteína | -0.0573 | 0.0135 | 0.1829 | -0.0873 | -0.1874 | -0.2075 |
| | 0.2412 | 0.7979 | 0.0005 | 0.1151 | 0.0007 | 0.0002 |
| | 420 | 360 | 359 | 327 | 327 | 327 |
| Humedad | 0.1033 | 0.0083 | 0.0502 | 0.0747 | 0.1069 | 0.0403 |
| | 0.0315 | 0.8734 | 0.3332 | 0.1644 | 0.0463 | 0.4531 |
| | 434 | 374 | 373 | 348 | 348 | 348 |
| Cenizas | 0.1242 | -0.0246 | -0.3681 | -0.1153 | 0.1318 | 0.0642 |
| | 0.0450 | 0.7290 | 0.0000 | 0.1202 | 0.0754 | 0.3878 |
| | 261 | 201 | 200 | 183 | 183 | 183 |
| Grasa | 0.1590 | 0.1352 | 0.1450 | -0.0443 | -0.1032 | -0.2238 |
| | 0.0197 | 0.0665 | 0.0495 | 0.5794 | 0.1954 | 0.0046 |
| | 215 | 185 | 184 | 159 | 159 | 159 |
| Carotenoides | -0.2855 | 0.3452 | 0.2247 | -0.0406 | -0.0440 | 0.0239 |
| | 0.0004 | 0.0000 | 0.0059 | 0.6489 | 0.6233 | 0.7890 |
| | 149 | 149 | 149 | 128 | 127 | 128 |
| AGS | -0.1529 | -0.0345 | -0.0438 | 0.0846 | 0.3253 | 0.0612 |
| | 0.0583 | 0.6708 | 0.5894 | 0.3171 | 0.0001 | 0.4691 |
| | 154 | 154 | 154 | 142 | 142 | 142 |
| AGM | -0.0070 | 0.1736 | 0.2527 | -0.0588 | -0.1654 | -0.2542 |
| | 0.9311 | 0.0313 | 0.0016 | 0.4868 | 0.0492 | 0.0023 |
| | 154 | 154 | 154 | 142 | 142 | 142 |
| AGPI | 0.1155 | -0.0768 | -0.2053 | -0.0167 | -0.0810 | 0.0766 |
| | 0.1538 | 0.3438 | 0.0106 | 0.8436 | 0.3382 | 0.3648 |
| | 154 | 154 | 154 | 142 | 142 | 142 |

*coeficiente de correlación; **valor de p (significación); ***número de casos estudiados

El peso también está relacionado negativamente con otros parámetros de calidad, como el índice de albumen denso, el índice de forma de la yema y el contenido en carotenoides, por lo que los huevos con pesos más elevados tienen una peor calidad

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

interna en cuanto a albumen denso y a la forma de la yema, y además tienen menor concentración de carotenoides, por lo que las yemas tienen un color anaranjado menos intenso. La relación del peso con otros parámetros de calidad es especialmente interesante porque todos los huevos que se comercializan envasados, están catalogados por el peso unitario, la posibilidad de conocer parámetros de calidad del huevo a través del peso del huevo permite mejorar la evaluación cualitativa del mismo. De los valores obtenidos en el presente trabajo se concluye que en general, los huevos de menor calibre son de mejor calidad.

Al sesgar por sistema productivo (figura 76) se observa que se mantiene la relación negativa entre el contenido en carotenoides y el peso del huevo entero, siendo la tendencia significativa y de mayor fuerza para el caso de los huevos de gallinas de producción convencional, posiblemente debido a que los carotenoides están muy relacionados con la dieta de las gallinas, y en el caso concreto de la producción convencional, con la presencia de carotenoides en el pienso, por lo que a mayor ingesta de pienso mayor contenido de los carotenoides. Esta relación no se cumple para el caso de los huevos ecológicos, porque la dieta no está suplementada con carotenoides artificiales.

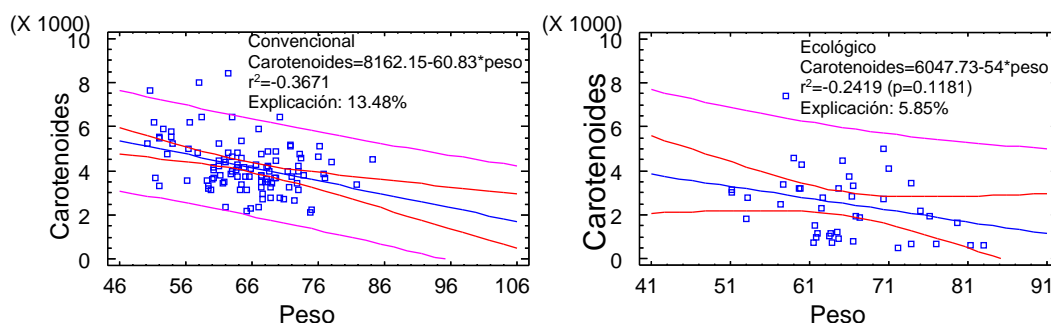


Figura 76. Relaciones entre el contenido en carotenoides y el peso del huevo en función del sistema productivo.

El nivel de ácidos grasos de la dieta de las gallinas está relacionado con el peso del huevo, porque los ácidos grasos ingeridos favorecen la función de los estrógenos que permite la secreción de proteínas en el oviducto (Grobas *et al.*, 1999). Estos autores también concluyen que la suplementación de grasa en el pienso se traduce en un aumento en el peso de la yema, pero sobretodo del albumen. Los cambios observados se deben al aumento de grasa en general y no tanto a la suplementación con ácido linoleico.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El índice de forma del huevo (IF) está relacionado positivamente con las unidades Haugh y el contenido en carotenoides, de manera que los huevos más redondeados tienen un albumen más consistente y una yema más anaranjada.

El color de la cáscara del huevo se relaciona positivamente con el color de la yema (tanto en la medida instrumental como con la escala Roche), también con el contenido en carotenoides y la fracción de AGM, y presenta una relación negativa con el contenido de cenizas y la fracción de AGPI. El color de la cáscara del huevo es un parámetro fácil de evaluar, su relación con parámetros de calidad interna y nutricional es interesante ya que permite predecir la calidad del huevo preservando su integridad. Los huevos con cáscaras marrones más intensas tienen yemas con tonos más intensos, a nivel nutricional son huevos con un menor contenido en minerales y AGPI, mientras que el porcentaje de AGM es mayor que en los huevos con las cáscaras marrones más claras.

Al sesgar por sistema productivo (figura 77) se observa que se mantiene la relación significativa entre el color de la yema del huevo y el color de la cáscara, siendo la tendencia de mayor fuerza para el caso de los huevos de gallinas de producción ecológica.

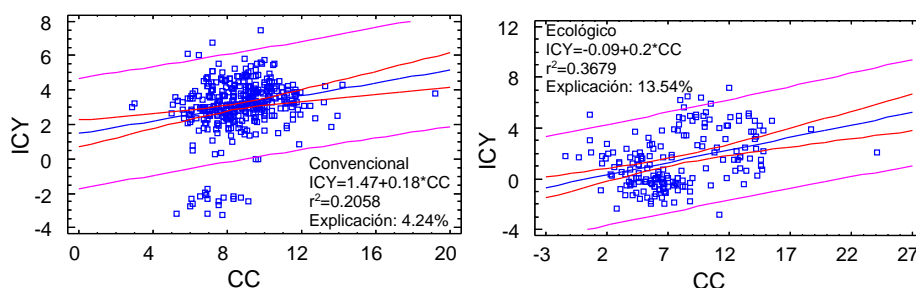


Figura 77. Relaciones entre el índice de color de yema y el color de la cáscara del huevo en función del sistema productivo.

Para el caso de la relación entre el contenido en cenizas y el color de la cáscara (figura 78), se observa que el modelo en condiciones de producción convencional no es significativo, en cambio en el sistema ecológico, se mantiene que los huevos que presentan mayor color de cáscara marrón son los que menor nivel de cenizas contienen en la fracción comestible del huevo, posiblemente debido al desvío de minerales que se realiza para la formación de la cáscara en el sistema ecológico, mientras que en el convencional, la disponibilidad de minerales en la dieta, hace que no repercuta en la tendencia observada.

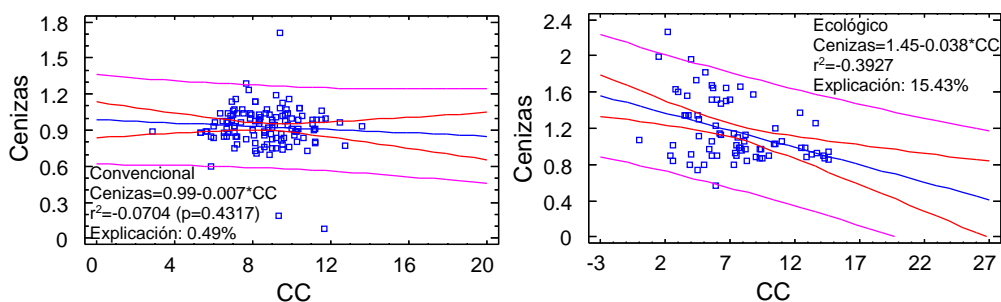


Figura 78. Relaciones entre el contenido en cenizas y el color de la cáscara del huevo en función del sistema productivo.

El índice de deposición de la cáscara (IDC) se relaciona negativamente con los parámetros del albumen (UH, IAD y AT). El espesor de la cáscara se relaciona negativamente con el AT y positivamente con la fracción de AGS. Por último, el porcentaje de cáscara total se relaciona negativamente con el AT, contenido en proteína, contenido en grasa y la fracción de AGM. Los tres parámetros que determinan la calidad de la cáscara (índice de deposición de la cáscara, espesor de la cáscara y porcentaje de cáscara) tienen una relación negativa con el porcentaje de albumen total, por tanto, los huevos con una calidad de la cáscara deficitaria tienen mayor porcentaje de albumen total.

Las UH son un parámetro que permite evaluar la calidad interna del huevo y que se utiliza normalmente en la industria alimentaria. Las UH están relacionadas con otros parámetros de calidad, la relación es positiva con el índice de forma del huevo, el índice de albumen denso, el nivel de proteína, la concentración de carotenoides y el porcentaje de AGM. La relación es negativa con el índice de deposición de la cáscara.

Los resultados muestran que los huevos con mayores UH tienen una forma del huevo más redondeada, una cáscara menos pesada y una buena calidad de albumen (IAD) y a nivel nutricional (tabla 52), son huevos que aportan mayor concentración de carotenoides, AGM y un mayor contenido en proteínas. La relación entre las UH, el índice de albumen denso y la cantidad de proteínas del huevos es lógica ya que la consistencia del albumen depende directamente de la estructura proteica, Penz y Jensen en 1991 publicaron que cuando se reduce la cantidad de proteínas de la dieta de un 13% a un 16% se observa que se reduce la cantidad de albumen, en la presente tesis se constata dicha relación entre las UH, el índice de albumen denso y el porcentaje de proteínas del huevo, sin embargo la correlación es débil entre las proteínas y el porcentaje de albumen total.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Jacob *et al.* (2008) indican que la calidad del albumen no se ve influenciada en gran medida por la nutrición de la gallina, sino que el factor que más afecta en la calidad del albumen, después de las patologías, es la edad de la gallina, de forma que cuando aumenta la edad de gallina, la calidad del albumen disminuye. Los resultados de esta tesis confirman una tendencia negativa entre los parámetros de calidad del albumen y la edad de las gallinas criadas en jaula bajo el sistema convencional. Y otras acciones ambientales, como el ambiente, el tipo de alojamiento y el estrés por calor, no tienen efecto sobre la calidad del albumen. Afirmaciones que no coinciden con las de Roberts y Ball (1998), que indican que la calidad interna del huevo puede estar relacionada con el almacenamiento, el tipo y la edad de la gallina, la muda inducida, la nutrición y las patologías. Estos autores también concluyen que la calidad de la cáscara de huevo puede estar relacionada con el tipo y la edad de la gallina, la muda inducida, enfermedades, los factores nutricionales como niveles de calcio, fósforo, vitaminas, calidad del agua, polisacáridos, enzimas, contaminación de los piensos, estrés general y estrés por calor, el sistema de producción, o la adición de productos patentados a las dietas.

Gunawardana *et al.* (2008) concluyen que la cantidad de proteína en la dieta de las gallinas tiene un efecto significativo en el peso del huevo, el porcentaje de componentes de cáscara de huevo, color de la yema, peso de la yema y albúmina. Y que el aumento de la energía dietética de la dieta también aumenta significativamente el PC y el color de la yema de huevo. En el estudio de relaciones entre parámetros de calidad interna y calidad nutricional (tabla 52) se observa que los contenidos en proteína del huevo se relacionan positivamente con las UH, el índice de albumen denso y el índice de forma de la yema, y negativamente con el contenido total de yema. Tendencias muy similares a las que se encuentran con el contenido en carotenoides, así que cuando un huevo tiene una clara consistente, con una estructura óptima, aporta mayor cantidad de proteínas, carotenoides y AGM, que los huevos con las claras más aplanadas y fluidas.

Al sesgar por sistema productivo (figura 79) se observa que se mantiene la relación significativa entre la concentración en proteínas de la fracción comestible del huevo y las UH y el índice de albumen denso, siendo la tendencia de mayor fuerza para el caso de los huevos de gallinas de producción ecológica.

En contraposición a lo descrito por Zita *et al.* (2009), en el presente trabajo, el porcentaje de grasa del huevo no está relacionado positivamente con el porcentaje de yema.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

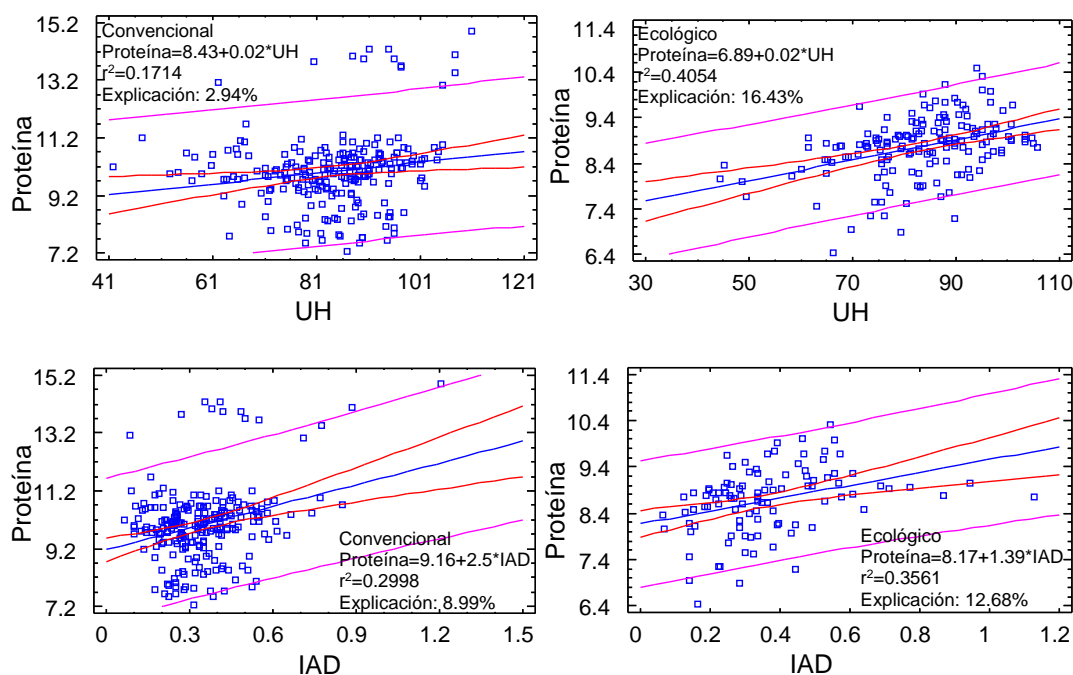


Figura 79. Relaciones entre el contenido en proteína y unidades Haugh; y proteína e índice de albumen denso en función del sistema productivo.

Tabla 52. Matriz de correlaciones entre los parámetros de calidad interna frente a los parámetros de calidad nutricional.

| | UH | IAD | PAD | AT | YT | IFY | ICY | ROCHE |
|---------------------|-----------------|---------------|---------|---------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| Proteína | 0.2108* | 0.2397 | -0.0167 | 0.1854 | -0.2000 | 0.2106 | 0.1846 | 0.1489 |
| | 0.0000** | 0.0000 | 0.7625 | 0.0007 | 0.0003 | 0.0001 | 0.0003 | 0.0058 |
| | 390*** | 330 | 330 | 330 | 330 | 330 | 388 | 342 |
| Humedad | 0.0214 | 0.0335 | 0.1464 | -0.0483 | -0.1107 | 0.0380 | 0.0758 | 0.0864 |
| | 0.6645 | 0.5315 | 0.0059 | 0.3671 | 0.0382 | 0.4777 | 0.1264 | 0.0999 |
| | 412 | 352 | 352 | 351 | 351 | 352 | 408 | 364 |
| Cenizas | 0.0698 | 0.0811 | -0.0607 | -0.1340 | 0.1531 | 0.0149 | -0.0921 | -0.3397 |
| | 0.2767 | 0.2723 | 0.4115 | 0.0698 | 0.0380 | 0.8404 | 0.1522 | 0.0000 |
| | 245 | 185 | 185 | 184 | 184 | 185 | 243 | 197 |
| Grasa | -0.0381 | -0.0470 | -0.1080 | -0.1317 | 0.0583 | -0.0527 | 0.1869 | 0.2184 |
| | 0.6054 | 0.5600 | 0.1797 | 0.1014 | 0.4698 | 0.5132 | 0.0109 | 0.0052 |
| | 186 | 156 | 156 | 156 | 156 | 156 | 185 | 162 |
| Carotenoides | 0.4325 | 0.3813 | 0.1748 | 0.0841 | -0.3490 | 0.3924 | 0.3092 | 0.3686 |
| | 0.0000 | 0.0000 | 0.0450 | 0.3360 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0003 | 0.0000 |
| | 134 | 133 | 132 | 133 | 131 | 133 | 132 | 133 |
| AGS | 0.0452 | -0.0206 | -0.0562 | -0.0215 | -0.0003 | -0.0219 | -0.1488 | -0.1091 |
| | 0.5985 | 0.8101 | 0.5123 | 0.8025 | 0.9976 | 0.7990 | 0.0815 | 0.2029 |
| | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| AGM | 0.2887 | 0.2689 | -0.0267 | 0.1597 | -0.1021 | 0.2239 | 0.2748 | 0.2661 |
| | 0.0006 | 0.0014 | 0.7560 | 0.0613 | 0.2336 | 0.0083 | 0.0011 | 0.0016 |
| | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| AGPI | -0.1621 | -0.1207 | 0.0677 | -0.0605 | 0.0340 | -0.1097 | -0.1149 | -0.1442 |
| | 0.0575 | 0.1585 | 0.4302 | 0.4808 | 0.6926 | 0.2001 | 0.1795 | 0.0916 |
| | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |

*coeficiente de correlación; **valor de p (significación); ***número de casos estudiados

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros relacionados con el color de la yema están relacionados entre sí, la concentración de carotenoides tiene una relación positiva con el índice de color de la yema medido con el colorímetro de superficie y con el valor de color asignado por la escala colorimétrica Roche. La concentración de carotenoides cuando no se relaciona con los otros parámetros que evalúan el color de la yema es un parámetro que depende de la cantidad de xantofilas artificiales que se han añadido al pienso de las gallinas convencionales. Esto se muestra muy claramente al sesgar la relación entre el contenido en carotenoides y el índice de color de la yema en función del sistema productivo (figura 80), donde se muestra la estrecha relación para el caso de los huevos de producción convencional, pero curiosamente para el caso de los huevos ecológicos la relación es negativa, evidenciando que el contenido en carotenoides es independiente del color alcanzado en la yema y responde a otros factores nutricionales y/o bioquímicos no analizados en el presente trabajo.

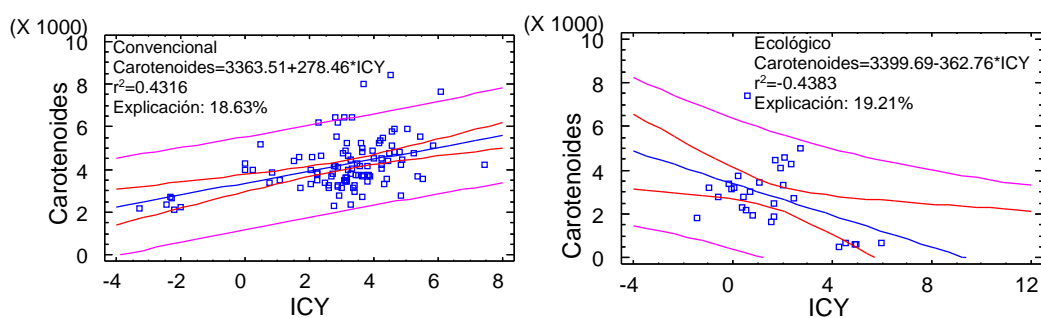


Figura 80. Relaciones entre el contenido en carotenoides y el índice de color de la yema en función del sistema productivo.

Destaca la relación positiva entre la fracción de AGM y el índice de forma e índice de color de la yema, y el color medido por la escala Roche, por tanto, los huevos con yemas con un color intenso y con una forma redondeada aportan más AGM.

Aydin *et al.* (2001) indica que la cantidad de AGS está relacionada con un aumento de la permeabilidad de la membrana vitelina, disminuyendo con ello la consistencia de la yema y por tanto el índice de forma, ambas relaciones se aprecian en el presente trabajo, aunque no hayan mostrado nivel de significación estadística.

4.3. TIPIFICACIÓN DEL HUEVO EN FUNCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD

Para llevar a cabo este estudio se realizó un análisis discriminante, este análisis permite clasificar o tipificar a distintas observaciones en grupos alternativos. Esta clasificación se efectúa a partir de los valores de un conjunto de variables medidas sobre los individuos a los que se pretende clasificar. Cada individuo pertenece a un solo grupo.

Las variables que se utilizan para realizar la clasificación de los individuos, se llaman variables clasificadoras (también variables predictoras, criterio o explicativas). La variable que contiene el grupo en el que se ha clasificado cada individuo se llama variable dependiente.

El objetivo principal del análisis discriminante es calcular las combinaciones lineales de las variedades clasificadoras que maximicen la diferencia entre grupos. Las funciones obtenidas mediante estas combinaciones lineales son las funciones discriminantes (también llamados factores o ejes).

El análisis discriminante se aplica con fines explicativos y predictivos. En su uso explicativo se intenta determinar la contribución de cada variable clasificadora en la clasificación correcta de cada individuo. En una aplicación predictiva, se trata de determinar el grupo al que pertenece un individuo para el que se conocen los valores que toman las variables clasificadoras.

De los coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes se deduce cuáles han sido las variables que con más peso han contribuido a la separación entre grupos.

Para simplificar el desarrollo de funciones discriminantes que ayuden a diferenciar entre los huevos de los dos sistemas de producción avícola en función de las variables explicativas, se ha trabajado con las tandas de huevos, en lugar de con el total de huevos analizados, teniendo en cuenta que cada tanda se corresponde exclusivamente con un sistema productivo. Para este apartado se ha trabajado, en la mayoría de los casos, con 32 tandas (20 convencionales y 12 ecológicas), que tienen todos los datos de parámetros de calidad completos, aunque en algunos casos el estudio ha disminuido el número de tandas, por la disponibilidad de datos.

Se han realizado diferentes estudios para evaluar la clasificación. En el primer estudio se emplean como variables clasificadoras, todos los parámetros de calidad

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

analizados. Se obtienen dos funciones discriminantes, estadísticamente significativas al 95% de nivel de confianza, que pueden ayudar a predecir el tipo de producción al que corresponden las tandas de huevos, basado en los valores de las variables cuantitativas a partir de la primera función canónica discriminante (tabla 53). Esta función que presenta un alto nivel de correlación es capaz de explicar el 100% de la variabilidad.

Tabla 53. Autovalores de la función discriminante en la clasificación de los huevos, con el total de variables, en función del sistema de producción.

| | Autovalor | % de varianza | Correlación canónica | Lambda de wilks | Chi- cuadrado | Grados Libertad | Nivel de significación |
|-----------|-----------|------------------|-------------------------|--------------------|------------------|--------------------|---------------------------|
| Función 1 | 1.263 | 100 | 0.747 | 0.442 | 22.058 | 6 | 0.0012 |

La función clasificadora estandarizada obtenida es:

$$-0.1897*IAD-0.19193*EC-0.27*ICY+0.1977*YT-0.995303*grasa+0.283176*AT$$

Esta función se puede emplear para predecir a qué nivel de producción pertenecerían las nuevas observaciones. La tabla 54 muestra los resultados de la clasificación de los sistemas de producción de huevos en función de los parámetros de calidad evaluados. De las 19 tandas de huevos convencionales, la función clasificadora tipifica correctamente el 100% de las muestras. De las 7 tandas de huevos ecológicos, también se clasifican correctamente la totalidad. Se concluye que de los casos agrupados originales se clasifican correctamente el 100% de las muestras estudiadas, existiendo una elevada eficacia en la tipificación de los sistemas de producción de huevos ecológicos e intensivos, en función de los parámetros de calidad analizados.

Tabla 54. Resultados de la clasificación de los sistemas de producción ecológico y convencional, con el total de variables.

| Tipo de Muestra | | Grupo de pertenencia pronosticada | |
|-----------------|--------------|-----------------------------------|--------------|
| | | Ecológico | Convencional |
| Recuento | Ecológico | 7 | 0 |
| | Convencional | 0 | 19 |
| % | Ecológico | 100% | 0% |
| | Convencional | 0% | 100% |

La figura 81 muestra el diagrama de dispersión del total de tandas de huevos analizados, se observa claramente las tres tandas de huevos ecológicos que se confunden con convencionales y la tanda de huevos convencionales que se aleja del resto de la clasificación, esta tanda procede de una industria de ovoproductos en la que los parámetros no se ajustan al total.

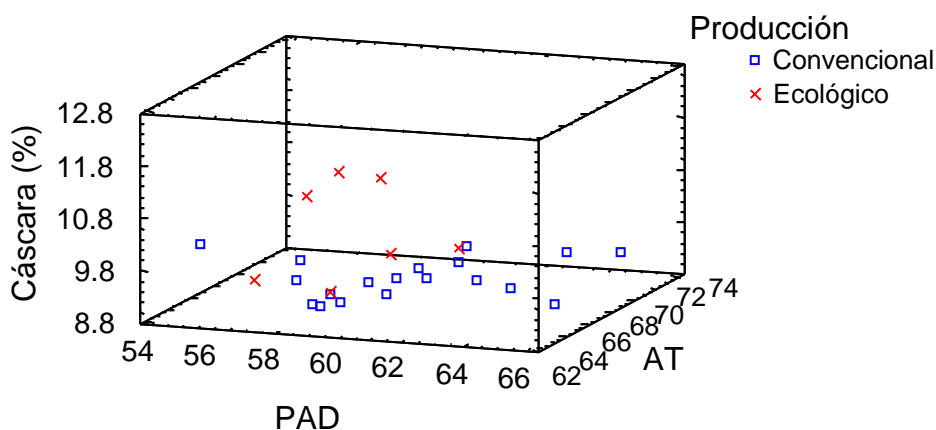


Figura 81. Diagrama de dispersión en la clasificación de las tandas de huevos en función del sistema de producción de huevos (convencionales y ecológicos) con el total de las variables.

El empleo de todos los parámetros para la tipificación de los huevos no es eficiente ya que no aporta disminución en los datos empleados para dicho objetivo, por lo que se realiza un segundo estudio donde se emplean como variables clasificadoras seis parámetros de calidad nutricional (AGS, AGM, AGPI, contenido mineral expresado como cenizas totales, contenido en grasa y contenido en proteína). Se obtienen dos funciones discriminantes, estadísticamente significativas al 95% de nivel de confianza, que pueden ayudar a predecir el tipo de producción al que corresponden las tandas de huevos, basado en los valores de las variables cuantitativas a partir de la primera función canónica discriminante (tabla 55). Esta función presenta un alto nivel de correlación y es capaz de explicar el 100% de la variabilidad.

Tabla 55. Autovalores de la función discriminante en la clasificación de los huevos, con las variables de calidad nutricional, en función del sistema de producción.

| | Autovalor | % de varianza | Correlación canónica | Lambda de wilks | Chi- cuadrado | Grados Libertad | Nivel de significación |
|-----------|-----------|------------------|-------------------------|--------------------|------------------|--------------------|---------------------------|
| Función 1 | 2.603 | 100 | 0.8499 | 0.278 | 34.603 | 6 | 0.0000 |

La función estandarizada clasificadora obtenida es:

$$0.9033*AGM+0.0853*cenizas+0.335*AGPI+0.296*AGS+0.522*grasa+0.318*proteína$$

Se observa que los parámetros que más peso tienen sobre la ecuación son la fracción de AGM y el contenido en grasa del huevo. Esta función se puede emplear para predecir a qué nivel de producción pertenecerían las nuevas observaciones. La tabla 56 muestra los resultados de la clasificación de los sistemas de producción de huevos en función de los parámetros de calidad nutricional. De las 20 tandas de huevos convencionales, la función clasificadora tipifica correctamente la totalidad (100% de las

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

muestras de huevos de gallinas convencionales criadas en jaula). De las 12 tandas de huevos ecológicos, 10 se clasifican correctamente con la función obtenida, como ecológicos y 2 se confunde con huevos convencionales, en total se clasifican bien un 83.33% de las muestras de huevos de gallinas ecológicas. Se concluye que de los casos agrupados originales se clasifican correctamente el 93.75% de las muestras estudiadas, existiendo una elevada eficacia en la tipificación de los sistemas de producción de huevos ecológicos e intensivos, en función de los parámetros de calidad nutricional.

Tabla 56. Resultados de la clasificación de los sistemas de producción ecológico y convencional con las variables de calidad nutricional.

| Tipo de Muestra | | Grupo de pertenencia pronosticada | |
|-----------------|--------------|-----------------------------------|--------------|
| | | Ecológico | Convencional |
| Recuento | Ecológico | 10 | 2 |
| | Convencional | 0 | 20 |
| % | Ecológico | 83.33% | 16.67% |
| | Convencional | - | 100% |

La figura 82 muestra el diagrama de dispersión del total de tandas de huevos analizados, se observa claramente las dos tandas de huevos ecológicos que se confunden con convencionales.

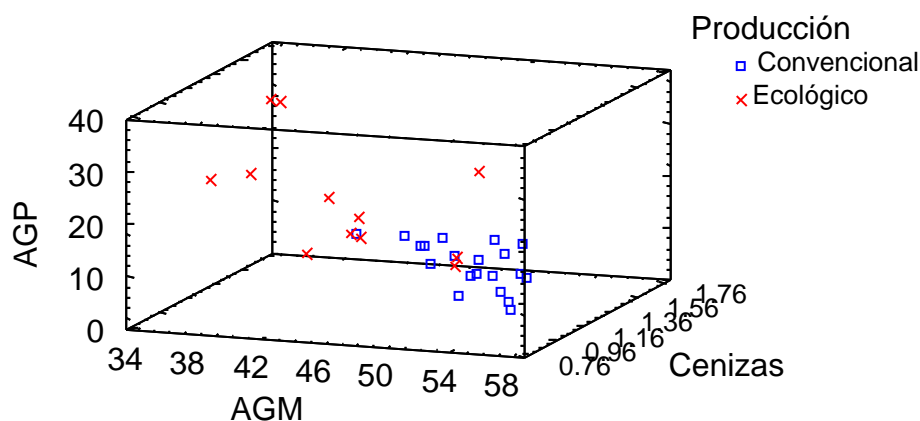


Figura 82. Diagrama de dispersión en la clasificación de las tandas de huevos en función del sistema de producción de huevos (convencionales y ecológicos) con las variables de calidad nutricional.

Por último, se realiza un tercer estudio de tipificación con diferentes parámetros de calidad interna, externa y de calidad nutricional del huevo. En concreto se emplean como variables clasificadoras el índice de albumen denso (IAD), contenido mineral expresado como cenizas totales, contenido en grasa, índice de forma de la yema (IFY), el porcentaje de cáscara (PC) y el porcentaje de albumen total (AT). Se obtienen dos funciones discriminantes, estadísticamente significativas al 95% de nivel de confianza,

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

que pueden ayudar a predecir el tipo de producción al que corresponden las tandas de huevos, basado en los valores de las variables cuantitativas a partir de la primera función canónica discriminante (tabla 57). Esta función presenta un alto nivel de correlación y es capaz de explicar el 100% de la variabilidad.

Tabla 57. Autovalores de la función discriminante en la clasificación de los huevos, con las variables mixtas de calidad, en función del sistema de producción.

| | Autovalor | % de varianza | Correlación canónica | Lambda de wilks | Chi-cuadrado | Grados Libertad | Nivel de significación |
|-----------|-----------|---------------|----------------------|-----------------|--------------|-----------------|------------------------|
| Función 1 | 2.555 | 100 | 0.7488 | 0.281 | 34.24 | 6 | 0.0000 |

La función estandarizada clasificadora obtenida es:

$$0.201*IAD+0.208*cenizas-0.725*IFY+0.702*PC-0.738*grasa+0.449*AT$$

Se observa que los parámetros que más peso tienen sobre la ecuación son el IFY, el contenido en grasa del huevo y el porcentaje de cáscara. Esta función se puede emplear para predecir a qué nivel de producción pertenecerían las nuevas observaciones. La tabla 58 muestra los resultados de la clasificación de los sistemas de producción de huevos en función de los parámetros mixtos de calidad. De las 20 tandas de huevos convencionales, la función clasificadora tipifica correctamente la totalidad (100% de las muestras de huevos de gallinas convencionales criadas en jaula). De las 12 tandas de huevos ecológicos, 11 se clasifican correctamente con la función obtenida, como ecológicos y 1 se confunde con huevos convencionales, en total se clasifican bien un 91.67% de las muestras de huevos de gallinas ecológicas. Se concluye que de los casos agrupados originales se clasifican correctamente el 96.88% de las muestras estudiadas, existiendo una elevada eficacia en la tipificación de los sistemas de producción de huevos ecológicos y convencionales, en función de los parámetros mixtos de calidad.

Tabla 58. Resultados de la clasificación de los sistemas de producción ecológico y convencional con las variables mixtas de calidad.

| Tipo de Muestra | | Grupo de pertenencia pronosticada | |
|-----------------|--------------|-----------------------------------|--------------|
| | | Ecológico | Convencional |
| Recuento | Ecológico | 11 | 1 |
| | Convencional | 0 | 20 |
| % | Ecológico | 91.67% | 8.33% |
| | Convencional | - | 100% |

La figura 83 muestra el diagrama de dispersión del total de tandas de huevos analizados, se observa la tanda de huevos ecológicos que se confunde con las tandas de huevos convencionales.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

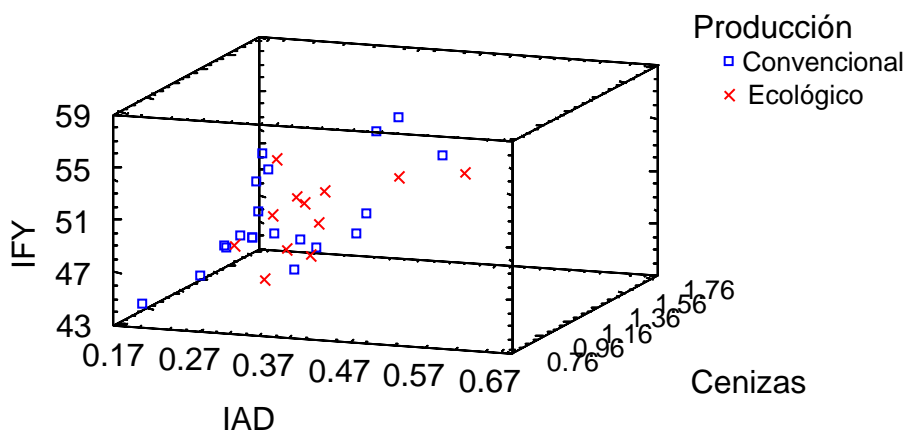


Figura 83. Diagrama de dispersión en la clasificación de las tandas de huevos en función del sistema de producción de huevos (convencionales y ecológicos) con las variables mixtas de calidad.

El análisis discriminante se ha usado con éxito en estudios para evaluar la autenticidad de alimentos de origen ganadero, o para el control del fraude (Sentandreu y Sentandreu, 2014), y también se ha utilizado para predecir las preferencias de consumo, siendo el huevo ecológico la variable discriminante (Gerini *et al.*, 2016), pero no se han encontrado referencias en cuanto a la caracterización del huevo ecológico frente al de producción convencional. De este apartado se deduce que los parámetros de calidad nutricional junto con parámetros de calidad interna, como el índice de albumen denso, o los porcentajes de cáscara y albumen total del huevo son excelentes herramientas para tipificar con éxito los huevos de producción ecológica y convencional.

4.4. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Para complementar el estudio de la clasificación de los huevos, es importante conocer que grupo de parámetros de calidad del huevo están relacionados entre sí, para ello se efectúa un análisis factorial. El análisis factorial es una técnica multivariante que utiliza un procedimiento que permite descomponer una matriz de correlaciones en unos pocos factores que son combinación lineal de los parámetros analizados en los huevos y que explican las correlaciones entre dichos parámetros. Es decir, el análisis factorial se utiliza para el examen y la interpretación de las correlaciones halladas entre un grupo de parámetros con el objetivo de descubrir los posibles factores comunes a todos ellos. Los parámetros que tienen la máxima correlación entre sí y que son además suficientemente independientes de otros, se agrupan en factores. Cada factor está constituido por una

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

combinación lineal de un subconjunto de los parámetros originales y es independiente de los otros factores.

Para la búsqueda de esta distribución se estudia en primer lugar las posibles correlaciones entre los 22 parámetros de calidad. Los resultados indican que se han obtenido 7 factores principales, con los cuales se consigue explicar el 83.26% de la variabilidad de los resultados originales. Se observa que los huevos analizados se pueden clasificar en cuatro categorías, los que presentan altos valores de la componente 2 y bajos de la componente 1, se caracterizan principalmente por sus altos contenidos en cáscara y se ven favorecidos por la alta fracción en AGPI y de minerales totales, expresados como cenizas. Estos parámetros se sitúan gráficamente en el lado opuesto y por lo tanto con baja correlación con los parámetros del color de la cáscara, y color de la yema, que a su vez están bien relacionados con el contenido en proteínas, grasa y las fracciones de AGS y AGM. El tercer grupo de correlaciones se dan en los huevos que tienen bajo valor de la componente 1 y bajo valor de la componente 2, que se caracterizan por un alto peso del huevo y de la yema total del huevo y están en oposición con los parámetros que presentan alta correlación entre sí y relacionados con el contenido en albumen de los huevos (figura 84).

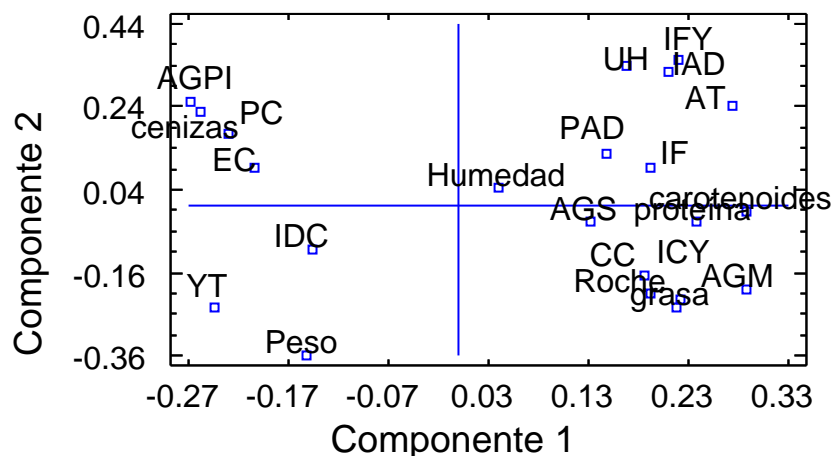


Figura 84. Gráfico de dispersión de los pesos de los componentes principales de todos los parámetros de calidad del huevo.

Para acotar el estudio de componentes principales se divide en tres apartados, en primer lugar, se analizan las relaciones entre los parámetros de calidad externa, seguidos de los parámetros de calidad interna y por último los de calidad nutricional.

Los resultados del estudio de los componentes principales de los parámetros de calidad externa indican que se han obtenido 3 factores principales, con los cuales se consigue explicar el 78.25% de la variabilidad de los resultados originales. Las variables

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

permiten agrupar los huevos que presentan un color de cáscara y un índice de forma moderados, que se corresponden opuestamente a los huevos con mayor espesor de cáscara, porcentaje de cáscara e índice de deposición de la cáscara. Los huevos que se incluyen en este grupo se corresponden mayoritariamente con huevos de producción convencional (figura 85). Los huevos de producción ecológica muestran una mayor dispersión de las variables, por lo que no se puede describir un grupo que represente a los huevos ecológicos, atendiendo a las variables de calidad externa. Las muestras de huevos ecológicos aparecen marcados sobre las gráficas de color rojo y las muestras de huevos convencionales en azul.

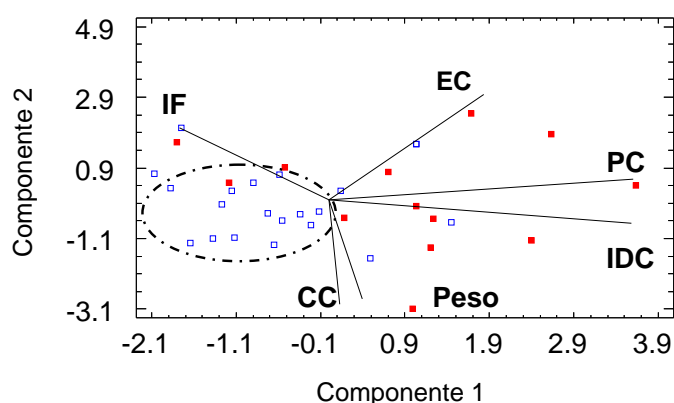


Figura 85. Gráfico de dispersión de los pesos de los componentes principales de todos los parámetros de calidad externa del huevo.

Los resultados del estudio de los componentes principales de los parámetros de calidad interna indican que se han obtenido 3 factores principales, con los cuales se consigue explicar el 82.33% de la variabilidad de los datos originales. Se observa un grupo de huevos que se caracteriza por un contenido moderado de yema (YT) y en contraposición a los parámetros de porcentaje de albumen denso (PAD), porcentaje de albumen total (AT), índice de forma de yema (IFY), índice de albumen denso (IAD) y UH, estrechamente relacionados entre sí. Además los variables relacionadas con el color de la yema (Roche e ICY) se muestran dimensionalmente opuestas al grupo de huevos definido (figura 86). Principalmente, los huevos de producción ecológica se ajustan al grupo descrito, mientras que los de producción convencional muestran una mayor dispersión de las variables. Las muestras de huevos ecológicos aparecen marcados sobre las gráficas de color rojo y las muestras de huevos convencionales en azul.

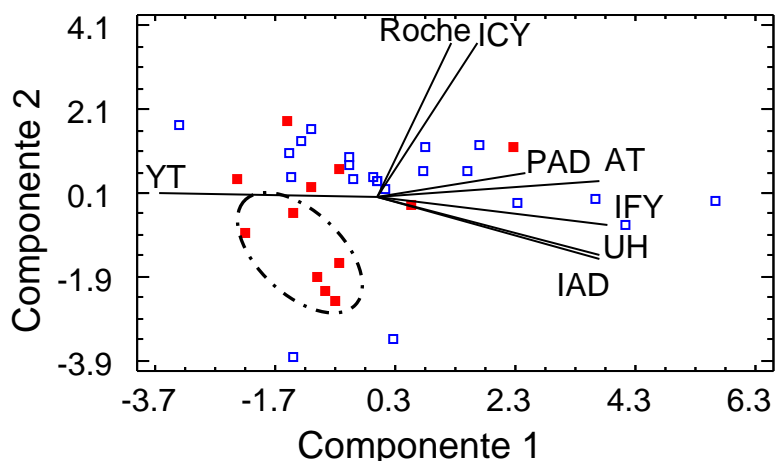


Figura 86. Gráfico de dispersión de los pesos de los componentes principales de todos los parámetros de calidad interna del huevo.

Los resultados del estudio de los componentes principales de los parámetros de calidad nutricional indican que se han obtenido 2 factores principales, con los cuales se consigue explicar el 62.34% de los datos originales. A nivel nutricional se observa la existencia de dos grupos, por un lado, el formado por los huevos con mayor contenido en cenizas que se relacionan con una proporción mayor de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI). Se distingue un segundo grupo de huevos que tienen varios parámetros relacionados, como la concentración de carotenoides, porcentaje de grasa, porcentaje de AGS, porcentaje de AGM y proteína (figura 87). Las muestras de huevos ecológicos aparecen marcados sobre las gráficas de color rojo y las muestras de huevos convencionales en azul.

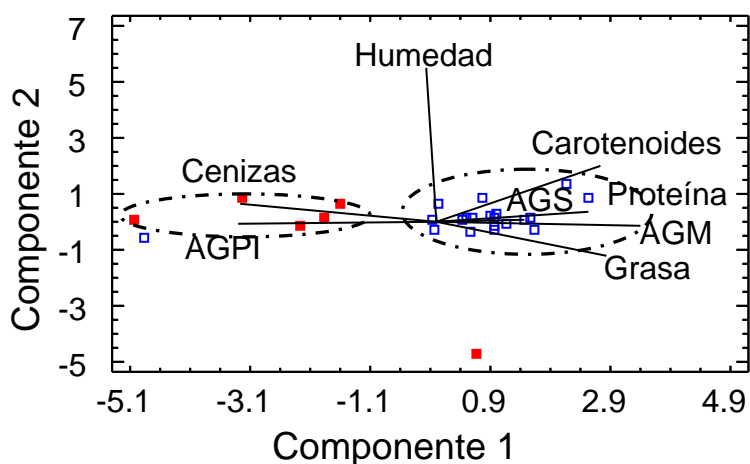


Figura 87. Gráfico de dispersión de los pesos de los componentes principales de los parámetros de calidad nutricional del huevo.

Estos resultados refuerzan las correlaciones simples encontradas y permiten establecer grupos entre los diferentes huevos analizados.

5. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones obtenidas de la presente investigación son:

1. Las gallinas de sistemas ecológicos producen huevos de menor peso, menos redondeados, con mayor índice de deposición de la cáscara y porcentaje de la misma, que los huevos de gallinas de producción convencional. El color de la cáscara y su espesor no se ven afectados por el sistema de producción.

2. La mayor fracción de proteína bruta en los piensos de las gallinas de sistemas convencionales influye en los parámetros de calidad interna, produciendo huevos con mayores valores de unidades Haugh, albumen total y mayor índice de forma de la yema. La presencia de colorantes en estos piensos es la causa de la mayor intensidad de anaranjado en el color de la yema. La producción ecológica de gallinas de puesta influye significativamente en un mayor contenido de yema total del huevo.

3. Nutricionalmente los huevos de sistemas convencionales presentan mayor contenido en proteínas, carotenoides y grasa, siendo los ácidos grasos predominantes en estos huevos, los saturados y los monoinsaturados. Los picoteos de tierra realizados por los animales parecen ser la causa de que en la fracción comestible de los huevos ecológicos exista mayor concentración mineral. La formulación de los piensos ecológicos y la alimentación libre hace que las gallinas ecológicas pongan huevos con mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados y menor concentración en carotenoides.

4. El tipo de gallina influye significativamente sobre los parámetros de calidad externa, interna y nutricional del huevo, excepto en el índice de forma, el albumen denso, el contenido en humedad y cenizas. Las estirpes ligeras, como las razas autóctonas Andaluza Azul y la Negra Castellana, bajo sistemas de producción ecológica han generado los huevos de mayor calibre. La adaptación de la línea *ISABrown* a la producción ecológica precisa de mejoras, ya que da lugar a huevos de bajo calibre, redondeados, con menor contenido en proteína y grasa, aunque con óptimos valores en los parámetros de la calidad de la cáscara, calidad del albumen y en la fracción de ácidos grasos poliinsaturados.

5. El color de la yema del huevo y la fracción de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados es altamente modificable a través de los aportes de la dieta de las gallinas. Los huevos ecológicos se caracterizan por tener yemas de colores amarillentos y con una mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados.

5. CONCLUSIONES

6. Al aumentar la edad de la gallina, la absorción de nutrientes y el depósito de sustancias durante la formación del huevo es menor, dando lugar a huevos con colores de la cáscara menos intensos, peor calidad de albumen y de yema, con menor contenido en proteínas y carotenoides. Las gallinas de mayor edad producen huevos con mayor calidad de la cáscara, aunque las tendencias existentes son débiles. El peso del huevo presenta una variación asintótica con la edad de la gallina, de forma que a partir de la semana 40 de vida de las gallinas, el peso de los huevos se estabiliza. El contenido total de la yema, que sufre un incremento exponencial desde la semana 21 a la semana 40, y a partir de este momento presenta ligeras fluctuaciones con tendencia a la disminución.

7. Las variables independientes, índice de forma de la yema, unidades Haugh e índice de albumen denso presentan una relación positiva con tres parámetros nutricionales, contenido en proteínas, en carotenoides y en ácidos grasos monoinsaturados, parámetros que principalmente permiten caracterizar a los huevos de producción convencional.

8. Las variables índice de albumen denso, contenido mineral expresado como cenizas totales, contenido en grasa, índice de forma de la yema, porcentaje de cáscara y porcentaje de albumen total permiten una óptima clasificación de los huevos en función del sistema productivo. La función $0.201 * IAD + 0.208 * cenizas - 0.725 * IFY + 0.702 * PC - 0.738 * grasa + 0.449 * AT$ es una herramienta útil para tipificar eficazmente la totalidad de los huevos de producción convencional y el 91.7% de los huevos de producción ecológica.

9. Los parámetros de calidad permiten clasificar los huevos en diferentes categorías. Un primer grupo formado por huevos que presentan un color de cáscara y un índice de forma moderados, que se corresponden opuestamente a los huevos con mayor espesor de cáscara, porcentaje de cáscara e índice de deposición de la cáscara, donde se incluyen la mayoría de los huevos de producción convencional. Un segundo grupo caracterizado por huevos que presentan un contenido moderado de yema en contraposición a los parámetros que definen la calidad del albumen y la intensidad del color de la yema. Un tercer grupo formado por huevos con mayor contenido en cenizas que se relacionan con una proporción mayor de ácidos grasos poliinsaturados en oposición a las mayores concentraciones de carotenoides, porcentaje de grasa, porcentaje de ácidos grasos saturados y monoinsaturados. Los huevos de producción ecológica se incluyen en el segundo y en el tercer grupo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- **Abrahamsson, P.; Tauson, R.** (1995). Aviary systems and conventional cages for laying hens: Effects on production, egg quality, health and bird location in three hybrids. *Acta Agriculturae Scandinavica A-Animal Sciences*, 45(3): 191-203.
- **AESAN. Agencia española de seguridad alimentaria y nutrición.** (2012). Informe del comité científico de la AESAN sobre condiciones de uso de determinadas sustancias distintas, minerales y plantas para ser empleadas en complementos alimenticios. Número de referencia: AESAN-2012-008.
- **AOAC (Association of Official Agricultural Chemists)** (2000). *Official Methods of analysis of AOAC international*. Editor, Dr William Horwitz. 17º edición. Publicado por AOAC internacional. Gaithersburg, Maryland USA.
- **Agenjo, C.** (1980). *Enciclopedia de la inspección veterinaria y análisis de alimentos*. Ed. Espasa-Calpe, S.A. Madrid. 1313 pp.
- **Ahn, D.U.; Sell, J.L.; Jo, C.; Chamruspollert, M.; Jeffrey, M.** (1999). Effect of dietary conjugated linoleic acid on the quality characteristics of chicken eggs during refrigerated storage. *Poultry Science*, 78: 922-928.
- **Alquati, A.B.; Rubolini, D.; Romano, M.; Boncoraglio, G.; Fasola, M.; Saino, N.** (2007). Effects of egg albumen removal on yellow-legged gull chick phenotype. *Functional Ecology*, 21(2): 310-316.
- **Amat, P. (Coordinador)** (2007). *Derecho agrario y agroalimentario español y de la Unión Europea*. Ed: Tirant lo Blanch. Valencia. 702 pp.
- **Aparicio, A.; Borroeta, A.C., López-Solaber, A.M.; Ortega, R.M.** (2008). *Tabla de composición del huevo de gallina. Etiquetado nutricional*. Ed: Instituto de estudios del huevo. Madrid. 58 pp.
- **Asato, L.; Wang, M.F.; Chan, Y.C.; Yeh, S.H.; Chung, H.M.; Chung, S.Y.; Chida, S.; Uezato, T.; Suzuki, I.; Yamagata, N.; Kokubu, T.; Yamamoto, S.** (1996). Effect of egg white on serum cholesterol concentration in young women. *Journal Nutrition. Sci. Vitaminol*, 42: 87-96.
- **Ashida, K.; Nakajima, T.; Hirabayashi, M.; Saito, Y.; Matsui, T.; Yano, H.** (1996). Effects of dietary casein phosphopeptides and calcium levels on eggshell quality and bone status in laying hens. *Animal Science and Technology*, 67: 967-974.
- **Aydin, R.; Pariza, M.W.; Cook, M.E.** (2001). Olive Oil Prevents the Adverse Effects of Dietary Conjugated Linoleic Acid on Chick Hatchability and Egg Quality. *The Journal of nutrition. American Society for Nutritional Sciences*, 131 (3): 800-806.

- **Bain, M.M.** (2005). Recent advances in the assessment of eggshell quality and their future application. *World's Poultry Science Journal*, 61: 268-277.
- **Balnave, D.** (1992). Influence of saline drinking water on eggshell quality and formation. *World's Poultry Science Journal*, 49: 109-119.
- **Balnave, D.; Muheereza, S.K.** (1997). Improving eggshell quality at high temperatures with dietary sodium bicarbonate. *Poultry Science*, 76: 588-593.
- **Barrado, E.; Prieto, F.; Sanz, M.A.; Tesedo, A.; Romero, H.** (2007). Estudio comparativo de la composición en ácidos grasos de diversos alimentos cocinados de forma casera y otros tratados industrialmente. *Nutrición y Dietética Hospitalaria*, 27: 20-27.
- **Barroeta, A.C.** (2002). Formación del huevo. En: *Lecciones sobre el huevo*. Ed Instituto de estudios del huevo. Madrid. 45-56.
- **Beaumont, C.; Calenge, F.; Chapuis, H.; Fablet, J.; Minvielle, F.; Tixier-Boichard, M.** (2010) Génétique de la qualité de l'oeuf. *INRA Prod. Anim*, 23(2): 123-132.
- **Berg, C.** (2002). Health and Welfare in Organic Poultry Production. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 43: 1-9.
- **Bouvarel, I.; Nys, Y.; Panheleux, M.; Lescoat, P.** (2010). *INRA Prod. Anim.*, 23(2): 167-182.
- **Butcher, G.D.; Miles R.D.** (2003). Factors causing poor pigmentation of brown-shelled eggs. VM94 University of Florida. Institute of Food and Agricultural Science Extension. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/vm047>.
- **Buxadé, C; Anguera, J.; Atienza, E.; Blanco, P.** (1995). *Avicultura clásica y complementaria*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 423 pp.
- **Buxadé, C.** (2000). *La gallina ponedora: sistemas de explotación y técnicas de producción*. 2ª Edición. Ed: Mundi-Prensa. Madrid. 639 pp.
- **Campo J.L.** (coordinador) (2010). *Razas españolas de gallinas, programa de conservación del INIA (1975-2010)*. INIA. Madrid. 21 pp.
- **Cannavan, A.; Ball, G.; Kennedy, G.** (2000). Nicarbazin contamination in feeds as a cause of residues in eggs. *Food Additives and Contaminants*, 17: 829-836.
- **Carter, T.C.** (1975). The hen's egg. Estimation of shell superficial area and egg volume using measurements of fresh egg weight and shell length and breadth alone or in combination. *British Poultry Science*, 16: 541-543.

- **Carvajal, A.** (2006). Calidad nutricional de los huevos y relación con la salud. *Revista de Nutrición práctica*, 10: 73-76.
- **Castellini, C; Perella, F; Mugnai, C.; Dal Bosco, A.** (2006) Welfare, productivity and qualitative traits of egg in laying hens reared under different rearing systems. XII European Poultry Conference, Verona, 10-14 September.
- **Castelló, J.A.; Roca F.L.L.; Campo J.L.; Orozco, F.** (1989). *Biología de la Gallina*. Tecnograf. Barcelona. 305 pp.
- **Castelló, J.A; Barragán, J.I.; Borroeta, A.C.; Calvet, S.** (2010). *Producción de huevos*. Real Escuela de Avicultura. Barcelona. 575 pp.
- **Clerici, F.; Casiraghi, E.; Hidalgo, A.; Rossi, M.** (2006). Evaluation of eggshell quality characteristics in relation to the housing system of laying hens. *Proceedings of XII European Poultry Conference*. Verona-Italy. Verona, 10-14 September. 165 pp.
- **Cepero, R.** (2002). *Producción de huevos: Situación actual y nueva normativa comunitaria. Lecciones sobre el huevo*. Instituto de estudios del huevo. Coord.: Sastre A y col. Madrid: 7-26.
- **Cepero, R.** (2007). *La demanda en modelo europeo de la producción de huevos*. Comunicación Congreso Futurovo. Madrid. 10 y 11 de julio de 2007.
- **Chalimbaud, J.** (2003). Différents modes d'élevage de poulettes et de pondeuses en France: évolution des effectifs, des performances techniques et des coûts de production. *Journée nationale des professionnels de la pondeuse et de l'oeuf de Consommation*, Ploufragan, France.
- **Chen, J.; Balnave, D.** (2001). The influence of drinking water containing sodium chloride on performance and eggshell quality of a modern, colored layer strain. *Poultry Science*, 80: 91-94.
- **Cherian, G.; Holsonbake, T.B.; Goeger, M.P.** (2002). Fatty acid composition and egg components of specialty eggs. *Poultry Science*, 81: 30-33.
- **Choi, I.; Jung, C.; Choi, H.; Kim, C.; Ha, H.** (2005). Effectiveness of phosvitin peptides on enhancing bioavailability of calcium and its accumulation in bones. *Food Chemistry*, 93: 577-583.
- **Chung, H.; Rasmussen, H.; Johnson, E.** (2004). Lutein bioavailability is higher from lutein enriched eggs than from supplements and spinach. *Journal of nutrition*, 134: 1887-1893.

- **Conso, P.** (1998). La gallina ponedora. Guías de agricultura y ganadería. CEAC. Barcelona. 120 pp.
- **Dantzer, R.; Mormède, P.** (1984). El estrés en la cría intensiva del ganado. Ed. España Acribia. Zaragoza. 130 pp.
- **Davis, E.G.; Miles, R.D.; Butcher, G.D.; Comer, C.W.** (2002). Effects of dietary vanadium on performance and immune responses of commercial egg type laying hens. *Journal of Applied Animal Research*, 22: 113-124.
- **De Boer, I.; Cornelissen, A.** (2002) A Method Using Sustainability Indicators to Compare Conventional and Animal-Friendly Egg Production Systems. *Poultry Science* 81: 173–181.
- **Díaz, C.; Gómez, C.** (coordinadores). (2008). Alimentación, consumo y salud. Fundación "la Caixa". Barcelona. 287 pp.
- **Dietschy, J.M.** (1998). Dietary fatty acids and the regulation of plasma low density lipoprotein cholesterol concentrations. *J. Nutr.*, 128: 444-448.
- **Djoussé, L.; Gaziano, M.J.** (2008). Egg consumption in relation to cardiovascular disease and mortality: the Physicians' Health Study 1–3. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87: 964-969.
- **EFSA. European Food Safety Authority.** (2010). Quantitative risk assessment of *Salmonella Enteritidis* in shell eggs in Europe. *EFSA Journal*; 8(4): 1588.
- **Elibol, O.; Brake, J.** (2008). Effect of egg position during three and fourteen days of storage and turning frequency during subsequent incubation on hatchability of broiler hatching eggs. *Poultry Science*, 87(6): 1237-1241.
- **European Commission.** (2008). Libro Verde sobre la calidad de los productos agrícolas: normas de comercialización, requisitos de producción y regímenes de calidad. Comisión de las Comunidades europeas. Bruselas. Disponible en: http://ec.europa.eu/green-papers/index_es.htm
- **European Commission.** (2010). Usable production of eggs (total eggs). Disponible en: http://ec.europa.eu/agriculture/agrista/2010/table_en/D19-1-41911.pdf
- **European egg processor association.** (2015). Laying hens by way of keeping. Disponible en: <http://www.eepa.info/Statistics.aspx>
- **Eurostat.** (2011). Food: from farm to fork statistics, Eurostat Pocketbook, 2011 edition. Disponible en: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-32-11-743/EN/KS-32-11-743-EN.PDF

- **FAO.** Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1997). Las grasas y aceites en la nutrición humana. 187 pp.
- **FAOSTAT.** (2012a). Trade: Imports/Exports: Countries by Commodity: Hen Eggs in Shell, 2009. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx>
- **FAOSTAT.** (2012b). Production: Livestock Primary: Hen eggs in shell. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/569/default.aspx#ancor>
- **Fariborz, K.; Faraji, M.; Dehkordi, S.K.** (2007). Effects of reduced-protein diets at constant total sulfur amino acids: Lysine ratio on pullet development and subsequent laying hen performance. *Am. J. Anim. Vet. Sci.* 2: 89–92.
- **Farrell, D.J.** (1998). Enrichment of hen eggs with ω -3 long-chain fatty acids and evaluation of enriched eggs in humans. *American Journal of Clinical Nutrition*, 68: 538-544.
- **Fennema, O.R.** (1992). Química de los alimentos. Capítulo 14: Características de los alimentos líquidos de origen animal. Huevos. Ed: Acribia, S.A. Zaragoza. 1095 pp.
- **Francesch, A.** (2006). Gallinas de raza. 2ª Edición. Arte Avícola publicaciones. Valls. 530 pp.
- **Fujita, H.; Sasaki, R.; Yoshikawa, M.** (1995). Potentiation of antihyperactive activity of orally administered ovokinin a vasorelaxing peptide derived from ovoalbumin, by emulsification on egg phosphatidilcholine. *Bioscience Biotechnology Biochemistry*, 59: 2344-2345.
- **Galea, F.** (2011). Nutrition and food management and their influence on egg quality. XLVIII Simposio científico de Avicultura, Santiago de Compostela. | 5 al 7 de octubre de 2011.
- **Galobart, J.; Salas, R.; Rincón-Carruyo, X.E.; Manzanilla, G.; Vila, B.; Gasa, J.** (2004). Egg yolk color as affected by saponification of different natural pigmenting sources. *J. Appl. Poult. Res.*, 13 (2): 328-334.
- **García Trujillo, R.; Berrocal, J.; Moreno, L.; Ferrón, G.** (2007). Características y potencialidades de la avicultura ecológica de puesta en Andalucía. Disponible en: www.agroecologia.net
- **Gendron, M.; Blentz, G.** (1970). La qualité de l'oeuf de consommation. *Nouv. Avic. suppl.*, 125: 1-28.

- **Gerini, F.; Alfnes, F.; Schjøll, A.** (2016). Organic and Animal Welfare labelled Eggs: Competing for the Same Consumers?. *Journal of Agricultural Economics*, 67: 471-490.
- **Giannenas, I.; Nisianakis, P.; Gavriil, A.; Kontopidis, G.; Kyriazakis, I.** (2009). Trace mineral content of conventional, organic and courtyard eggs analysed by inductively coupled plasma mass spectrometry. *Food Chemistry*, 114: 706–711.
- **Goodrow, F.E.; Wilson, T.A.; Crocker-Houde, S.; Vishwanathan, R.; Scollin, A.P.; Handelman, G.; Nicolosi, R.J.** (2006). Consumption of one egg per day increases serum lutein and zeaxanthin concentrations in older adults without altering serum lipid and lipoprotein cholesterol concentrations. *Journal Nutrition*, 136 (10): 2519-2524.
- **Grobas, S.; Mateos, G.G.** (1996). Influencia de la nutrición sobre la composición nutricional del huevo. XII Curso de especialización FEDNA. Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal. Madrid, España: 219-244.
- **Grobas, S.; Mendez, J.; Medel, P.; Lazaro, R.; Mateos, G.G.** (1997). Influence of energy, linoleic acid and fat content of the diet on performance and weight of egg components of brown layers. *Poultry Science*, 76: 256.
- **Grobas, S.; Mendez, J.; De Blas, C.; Mateos G.G.** (1999). Laying hen productivity as affected by energy, supplemental fat and linoleic acid concentration of the diet. *Poultry Science*, 78: 1542–1551.
- **Grosvenor, M.B.; Smolin, L.A.** (2002). *Nutrition from Science to life*. University of Connecticut. Ed. Harcourt. Orlando. Florida. 725 pp.
- **Gunawardana, P.D.; Roland, D.A.; Bryant, M.M.** (2008). Effect of Energy and Protein on Performance, Egg Components, Egg Solids, Egg Quality, and Profits in Molted Hy-Line W-36 Hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 17 (4): 432-439.
- **Hadziosmanovic, A.; Vucemilo, M.; Venglovsky, J.** (1997). Effect of saline drinking water on laying hen productivity. *Veterinarianni Medicina*, 42: 295-298.
- **Halaj, M.; Benkova, J.; Baumgartner, J.** (1998). Parameters of hen egg quality in various breeds and strains. *Czech Journal of Animal Science*, 43: 375-378.
- **Hammershøj, M.; Kjaer, J.B.** (1999). Phase feeding for laying hens: Effect of protein and essential amino acids on egg quality and production. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science*, 49(1): 31-41.

- **Handelman, G.J.; Nightingale, Z.D.; Lichtenstein, A.H.; Schaefer, E.J.; Blumberg, J.B.** (1999). Lutein and zeaxanthin concentrations in plasma after dietary supplementation with egg yolk. *The American journal of clinical nutrition*, 70(2): 247-251.
- **Haugh, R.R.** (1937). The Haugh unit for measuring egg quality. *United States Egg Poultry Magazine*, 43: 552-555.
- **Hernández, J.M.; Seehawer, J.; Hamelin, C.; Bruni, M.; Wakeman, W.** (2000). *Calidad del huevo. Expectativas de los consumidores europeos*. Roche Vitamins Europe Ltd. Madrid. 55 pp.
- **Herron, K.L.; Vega-Lopez, S.; Conde, K.; Ramjiganesh, T.; Shachter, N.S.; Fernandez, M.L.** (2003). Men classified as hypo- or hyper-responders to dietary cholesterol feeding exhibit differences in lipoprotein metabolism. *Journal Nutrition*, 133: 1036-1042.
- **Hidalgo, A.; Rossi, M.; Clerici, F.; Ratti, S.** (2008). A market study on the quality characteristics of eggs from different housing systems. *Food Chemistry*, 106: 1031–1038
- **Holt, P.S.; Davies, R.H.; Dewulf, J.; Gast, R.K.; Huwe, J.K.; Jones, D.R.; Waltman, D.; Willian, K.R.** (2011). The impact of different housing systems on egg safety and quality. *Poultry Science*, 90 (1): 251-262.
- **Howard, Z.; O'bryan, C.A.; Crandall, P.G.; Ricke, S.C.** (2011). *Salmonella Enteritidis* in shell eggs: Current issues and prospects for control. *Food Research International*, 45: 755-764.
- **Hunton, P.** (1981). ¿Por qué huevos marrones? *Shaver Focus*, 10: 2-4.
- **Hunton, P.** (2005). Research on eggshell structure and quality: An historical overview. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 7: 67-71.
- **Huopalahti, R.; López-Fandiño, R.; Anton, M.; Schade, R.** (2007). *Bioactive Egg Compounds*. Ed:Springer. Berlin. 298 pp.
- **Hy-Line International.** 2009. *Hy-Line variedad Brown, guía de manejo comercial*. Hy-Line International. Iowa, Estados Unidos. 41 pp.
- **Instituto de estudios del huevo.** (2009). *El gran libro del huevo*. Ed: Everest S.A. León. 176 pp.

- **Jacob, J.P.; Miles, R.D.; Ben Mather, F.** (2008). Egg quality. Animal Science Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida, 24: 1-12.
- **Jensen, L.S.; Allred, R.; Fry, E.; McGinnis, J.** (1958). Evidence for an unidentified factor necessary for maximum egg weight in chickens. *J. Nutrition*, 65: 219-233.
- **Jones, D.R.; Musgrove, M.T.; Anderson, K.E.; Thesmart, H.S.** (2010). Physical quality and composition on retail shell eggs. *Poultry Science*, 89: 582-587.
- **Junqueira, O.M.; De Laurentiz, A.C.; da Silva Filardi, R.; Rodrigues, E.A.; Casartelli, E.C.** (2006). Effects of energy and protein levels on egg quality and performance of laying hens at early second production cycle. *The Journal of Applied Poultry Research*, 15(1): 110-115.
- **Karadas, F.; Grammenidis, E.; Surai, P.F.; Acamovic, T.; Sparks, N.H.C.** (2006). Effects of carotenoids from lucerne, marigold and tomato on egg yolk pigmentation and carotenoid composition. *British Poultry Science*, 47 (5): 561-566.
- **Khalafalla, M.K.; Bessei, W.** (1995). Reliability of quasi-static compression as an indicator of eggshell quality. *Proceedings of the 6th European symposium on the quality of egg and egg products. Zaragoza. WPSA*, 67–75.
- **Kennedy, G.Y.; Vevers, H.G.** (1973). Eggshell pigments of the Araucana fowl. *Comp. Biochem. Physiol.*, 44: 11-25.
- **Keshavarz, K.** (1996). The effect of different levels of vitamin C and cholecalciferol with adequate or marginal levels of dietary calcium on performance and eggshell quality of laying hens. *Poultry Science*, 75: 1227-1235.
- **Kirunda, D.F.K.; McKee, S.R.** (2000). Relating quality characteristics of aged eggs and fresh eggs to vitelline membrane strength as determined by a texture analyzer. *Poultry Science*, 79: 1189-1193.
- **Krawczyk, J.** (2009). Effect of layer age and egg production level on changes in quality traits of eggs from hens of conservation breeds and commercial hybrids. *Ann. Anim. Sci*, 9(2): 185-193.
- **Lang, M.R.; Wells, J.W.** (1987). A review of eggshell pigmentation. *World Poultry Science Journal*, 43: 238-246.

- **Leeson, S.; Caston, L.; Summers, J.D.** (1997). Layer performance of four strains of Leghorn pullets subjected to various rearing programs. *Poultry Science*, 76: 1-5.
- **Lewis, J.C.; Snell, N.S.; Hirschmann, D.J.; Fraenkel-Conrat, H.** (1950). Amino-acid composition of egg proteins. *Journal of Biological Chemistry*, 186: 23-35.
- **Lewis, N.M.; Schalch, K.; Scheideler, S.E.** (2000). Serum lipid response to n-3 fatty acid enriched eggs in persons with hypercholesterolemia. *Journal of the American dietetic association*, 100, 365-367.
- **Lu, C.L.; Baker, R.** (1986). Characteristics of egg yolk phospholipid as an antioxidant for inhibiting metal-catalyzed phospholipid oxidations. *Poultry science*, 65: 2065-2070.
- **Lund, V.; Algers, B.** (2003). Research on animal health and welfare in organic farming-a literature review. *Livestock Production Science*, 80(1): 55-68.
- **Magdelaine, P.; Braine, A.** (2010) Panorama mondial et européen de la production et la consommation d'œufs. *INRA production animale*, 23: 111-122.
- **MAGRAMA.** (2012a) El sector de la avicultura de puesta en cifras. Principales indicadores económicos en 2011.
Disponible en: www.magrama.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercadosganaderos/INDICADORES_ECONOMICOS_AVICULTURA_DE_PUESTA_2013_tcm7-329705.pdf
- **MAGRAMA.** (2012b). Caracterización del sector de la producción ecológica española en términos de valor, volumen y mercado. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid. 215 pp.
Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/la-agricultura-ecologica/Actualizacion_Caracterizacion_Sector_P_Ecolgica-Sept.2012-Informe_Final_definitivo_-_Web-.20.11.12_tcm7-232360.pdf_tcm7-232360.pdf
- **MAGRAMA.** (2013). Base de datos de consumo en hogares. Disponible en: <http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/panel-de-consumo-alimentario/base-de-datos-de-consumo-en-hogares/resultado1.asp>

- **MAGRAMA.** (2015a) El sector de la avicultura de puesta en cifras principales indicadores económicos en 2014.
Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/indicadoreseconomicosaviculturadepuesta2014_tcm7-379528.pdf
- **MAGRAMA** (2015b). Catálogo Oficial de Razas de Ganado de España.
Disponible en: <http://www.magrama.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razas-ganaderas/razas/catalogo/>
- **Mares-Perlman, J.A.** (1999). Too soon for lutein supplements. *American Journal of Clinical Nutrition*, 70: 431-432.
- **Mares-Perlman, J.A.; Millen, A.E.; Ficek, T.L.; Hankinson, S.E.** (2002). The body of evidence to support a protective role of lutein and zeaxanthin in delaying chronic diseases. Overview symposium: Can lutein protect against chronic disease. *Journal of nutrition*, 132: 2065-2070.
- **Martin, A.** (2001). *Apports nutritionnels conseillés pour la population française*. 3ª Ed: Tec et Doc Lavoisier, Paris. 650 pp.
- **Martín, B.A.; Ciria, J.C.; Romera, J.A.M.; Vidal, A.F.** (2006). Parámetros genéticos y respuesta a la selección en una población de gallinas de raza Castellana Negra. *Archivos de zootecnia*, 55(209): 85-92.
- **Matissek, R.; Schnepel, F.M.; Steiner, G.** (1992). *Análisis de los alimentos. Fundamentos, métodos y aplicaciones. Capítulo 3*. Ed. Acribia. Madrid. 89-112 pp.
- **Mertens, K.; Bain, M.; Perianu, C.; De Baerdemaeker, J.; De Decuypere, E.; Ketelaere, B.** (2010a). Qualité physico-chimique de l'oeuf de table. In: Nau F, Guérin-Dubiard C, Baron F (Ed.), *L'oeuf et les ovoproduits - Science et technologie Tome I Production et qualité de l'oeuf*. Lavoisier, Editions Tec & Doc.
- **Mertens, K.; Vaesen, I.; Löffel, J.; Kemps, B.; Kamers, B.; Perianu, C.; Zoons, J.; Darius, P.; Decuypere, E.; De Baerdemaeker, J.; De Ketelaere, B.** (2010b) The transmission color value: A novel egg quality measure for recording shell color used for monitoring the stress and health status of a brown layer flock. *Poult Sci.*, 89: 609-617.
- **Mills, A.D.; Nys, Y.; Gautron, J.; Zawadski, J.** (1991). Whitening of brown shelled eggs: Individual variation and relationships with age, fearfulness, oviposition interval and stress. *Poultry Science*, 32: 117-129.

- **Mine, Y.; Oberle, C.; Kassaify, Z.** (2003). Eggshell matrix proteins as defence mechanism of avian eggs. *J. Agric. Food Chem.*, 51: 249-253.
- **Mine, Y.** (2008). *Egg bioscience and biotechnology*. John y Wiley Publishing. Nueva York. 366 pp.
- **Minelli, G.; Sirri, F.; Folegatti, E.; Meluzzi, A.; Franchini, A.** (2007) Egg quality traits of laying hens reared in organic and conventional systems. *Italian Journal Animal Science*, 6 (1): 728-730.
- **Naber, E.C.** (1979). The effect of nutrition on the composition of eggs. *Poultry Science*, 58: 518-528.
- **Nagaoka, S.; Masaokaa, M.; Zhanga, Q.; Hasegawab,M.; Watanabea, K.** (2002). Egg Ovomucin Attenuates Hypercholesterolemia in Rats and Inhibits Cholesterol Absorption in Caco-2 Cells. *Lipids*, 37: 267-272.
- **Narushin, V.G.; Romanov, M.N.** (2002). Egg physical characteristics and hatchability. *World's Poultry Science Association*, 58: 297-303.
- **Narváez-Solarte, W.; Rostagno, H.S.; Soares, P.R.; Silva, M.A.; Velasquez, L.F.U.** (2005). Nutritional requirements in methionine+ cystine for white-egg laying hens during the first cycle of production. *International Journal of Poultry Science*, 4(12), 965-968.
- **Nau, F.; Nus, Y.; Yamakawa, S.; Réhault-Godbert, S.** (2010). Intérêt nutritionnel de l'œuf en alimentation humaine. *INRA Prod. Anim*, 23 (2): 225-236.
- **Nielsen, S.S.** (2003) *Análisis de los alimentos* Ed. Acribia. Zaragoza. 657 pp.
- **Novak, C.; Yakout, H.M.; Scheideler, S.E.** (2006). The effect of dietary protein level and total sulfur amino acid: lysine ratio on egg production parameters and egg yield in Hy-Line W-98 hens. *Poultry Science*, 85: 2195-2206.
- **Nys, Y.; Saveur, B.** (2004). Valeur nutritionnelle des œufs. *INRA Production Animale*, 17: 385-393.
- **Nys, Y.; Hincke, M.T.; Hernandez-Hernandez, A.; Rodriguez-Navarro A.B.; Gomez-Morales, J.; Jonchère, V.; Garcia-Ruiz, J.M.; Gautron, J.** (2010). Structure, propriétés et minéralisation de la coquille de l'œuf: rôle de la matrice organique dans le contrôle de la fabrication. *INRA Prod. Anim.*, 23 (2): 143-154.
- **Odabasi, A.Z.; Miles, R.D.; Balaban, M.O.; Portier, K.M.** (2007). Changes in brown eggshell color as the hen ages. *Poultry Science*, 86: 356-363.

- **Orozco, F.** (1989). Razas de gallinas españolas. Coediciones MAPA. Servicio extensión Agraria. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 216 pp.
- **Overfield, N.D.** (1996). What is meant by egg quality?. *Misset World Poultry*, 12: 48-53.
- **Pappas, A.C.; Karadas, F.; Surai, P. F.; Wood, N.A.; Cassey, P.; Bortolotti, G.R.; Speake, B.K.** (2006). Interspecies variation in yolk selenium concentrations among eggs of free-living birds: The effect of phylogeny. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 20(3): 155-160.
- **Pascual, J.J.; Blas, E.** (1997). Bases de la producción animal: Nutrientes y alimentos. Capítulo II: Recomendaciones nutricionales en ponedoras comerciales. Departamento de ciencia animal. Universidad Politécnica de Valencia. 133 pp.
- **Patterson, P.H., Koelkebeck, K.W., Bell, D.D., Carey, J.B., Anderson, K.E., Darre, M.J.** (2001). Egg Marketing in National Supermarkets: Specialty Eggs—Part 2 *Poultry Science*, 80:390–395.
- **Paul, J.; Rana, J.** (2012). Consumer behavior and purchase intention for organic food. *Journal of consumer Marketing*, 29(6): 412-422.
- **Peguri, A.; Coon C.** (1991). Effect of temperature and dietary energy on layer performance. *Poultry Science*, 70 (1): 126-138.
- **Penz, A.M. Jr.; Jensen, L.S.** (1991). Influence of protein concentration, amino acid supplementation, and daily time of access to high or low protein diets on egg weight and components in laying hens. *Poultry Science*, 70: 2460-2466.
- **Perez-Bonilla, A.; Novoa S.; García J.; Mohiti-Asli,M.; Frikha, M.; Mateos G.G.** (2012). Effects of energy concentration of the diet on productive performance and egg quality of brown egg-laying hens differing in initial body weight. *Poultry Science*, 91(12): 3156-3166.
- **Peris, C.** (2000). Producción avícola. EUITA. Universidad Politécnica de Valencia. 150 pp.
- **Pont, J.** (2006). Análisis económico de la producción de huevos de gallina. VII Congreso SEAE. Zaragoza.
- **Pont, J.** (2010). Producción de huevos ecológicos. Curso de especialización en avicultura ecológica. Ed. Associació l'Era. Verloc y Generalitat de Catalunya. Barcelona.

- **Pontes, M.; Castelló, J.A.** (1995). Alimentación de las Aves. Ed. Real Escuela de Avicultura. Barcelona. 505 pp.
- **Quitral, V.; Donoso M.L.; Acevedo, N.** (2009). Comparación físico-química y sensorial de huevos de campo, orgánicos y comerciales. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 10 (2): 10 pp.
- **Rabie, H.M.; Szilagy, M.; Gippert, T.** (1997). Effects of dietary L-carnitine on the performance and egg quality of laying hens from 65-73 weeks of age. *British Journal of Nutrition*, 78: 615-623.
- **Raigón, M. D.; García Martínez, M.D.; Esteve, P.** (2002). Valoración de la calidad del huevo de granja ecológica e intensiva. *Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Gijón (España), 1323-1332.
- **Réhault, S.; Anton, M.; Nau, F.; Gautron, J.; Nys, Y.** (2007). Les activités biologiques de l'œuf. *INRA Prod. Anim.*, 20 (4): 337-348.
- **Reynard, M.; Savoir, C.J.** (1999). Stress induced oviposition delays in laying hens: duration and consequences for eggshell quality. *British Poultry Science*, 40: 585-591.
- **Rizzi, L.; Simioli, M.; Martelli, G.; Paganelli, R.; Sardi, L.** (2006). Effects of organic farming on egg quality and welfare of laying hens. *Proceedings of XII European Poultry Conference*. Verona-Italy. Verona, 10-14 September. 165 pp.
- **Roberts, J.R.; Ball, W.** (1998). Effects of heat stress on egg and egg shell quality in five strains of laying hen. *Proceedings of Australian Poultry Science Symposium*, 10: 76-80.
- **Romanoff A.L.; Romanoff A.J.** (1949). *The avian egg*. John Wiley and Sons, Nueva York. 311pp.
- **Rose, S.P.** (1997). *Principle of Poultry Science*, CAB International, Biddles Ltd, Guildford. 144 pp.
- **Samman, S.; Kung, F.; Carter, L.M.; Foster, M.J.; Ahmad, Z.I.; Phuyal, J.L.; Petocz, P.** (2009). Fatty acid composition of certified organic, conventional and omega-3 eggs. *Food Chemistry*, 116: 911–914.
- **Sanchez-Muniz, F.; Jiménez, O.; Gonzalez-Muñoz, M.J.; Bastida, S.** (2009). Acercamiento a una realidad nutricional: Influencia de la dieta y estirpe de ponedora sobre la composición grasa de huevos consumidos en la Comunidad Autónoma de Madrid. *Instituto de Estudios del Huevo* (Madrid, España), 21 pp.

- **Sentandreu, M.A.; Sentandreu, E.** (2014). Authenticity of meat products: Tools against fraud. *Food Research International*, 60: 19-29.
- **Sastre, A.; Sastre, R.M.; Tortuero, F.; Suarez, G.; Vergara, G.; López, C.** (2002). *Lecciones sobre el huevo*. Ed: Instituto de Estudios del Huevo. Madrid. 176 pp.
- **Sauveur, B.** (1988). *Reproduction des volailles et production d'oeufs*. INRA Editions, Paris, 449 pp.
- **Sauveur, B.** (1991). Mode d'élevage des poules et qualité de l'oeuf de consommation. *INRA Production animal*, 4(2): 123-130.
- **Sauveur, B.; Antoine, H.; Ricard, F.** (1993). Egg characteristics in two ancient experimental lines of layers compared to a modern commercial line. In *Proc. 5th European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products*. Tours, France, 2: 391–396.
- **Scott, T.A.; Silversides, F.G.** (2000). The effect of storage and strain of hen egg quality. *Poultry Science*, 79: 1725-1729.
- **Sekeroglu, A.; Altuntas, E.** (2009). Effects of egg weight on egg quality characteristics. *J. Sci. Food Agric.*, 89: 379-383.
- **Shenstone, F.S.** (1968). The gross composition, chemistry and physico-chemical basis of organization of the yolk and white. In: *Egg Quality: A Study of the Hen's Egg*. TC Carter, ed. Oliver and Boyd, Edinburgh, UK, 26-58.
- **Shi, R.S.; Wang K.H.; Dou T.C.; Yang H.M.** (2009). Egg weight affects some quality traits of chicken eggs. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7: 432-434.
- **Sim, J.S.; Nakai, S.; Guenter, W.** (2000). *Egg nutrition and biotechnology*. Ed: CAB Int. New York. 495 pp.
- **Solomon, S.E.** (1991). *Egg and eggshell quality*. Wolfe publishing Ltd. London. 149 pp.
- **Solomon, S.E.** (2000). The oviduct in chaos. *Worlds Poultry Science Journal*, 58: 41-48.
- **Sørensen, P.** (2001). Breeding strategies in poultry for genetic adaptation to the organic environment. *Proceedings of the Fourth NAHWOA Workshop*: 51-62.
- **Soria, M.A.; Bueno, D.J.; Bernigaud, I.I.C.** (2013). Comparison of Quality Parameters in Hen's Eggs According to Egg Shell Color. *International Journal of Poultry Science*, 12(4): 224.

- **Stadelman, W.J.; Pratt, D.E.** (1989). Factors influencing composition of the hen's egg. *W. Poultry Sci. J.*, 45: 246-267.
- **Summers, J.D.; Leeson S.** (1993). Influence of diets varying in nutrient density on the development and reproductive performance of White Leghorn pullets. *Poultry Science*, 72: 1500–1509.
- **Sutcliffe, C.C.; Boorman, K.N.** (1998). Incidence of blood spots in yolks from phosphorus deficient hens. *British Poultry Science*, 39, S58-S59.
- **Tona, K.; Bamelis, F.; Ketelaere, B.; Bruggeman, V.; Decuyper, E.** (2002). Effect of induced molting on albumen quality, hatchability and chick body weight from broiler breeders. *Poultry Science Association*, 81: 327-332.
- **Travel, A.; Nys, Y.; Lopes, E.** (2010). Facteurs physiologiques et environnementaux influençant la production et la qualité de l'œuf. *Prod. Anim.*, 23(2): 155-166.
- **Ubertazzi, B.; Muñiz, E.** (2009) *Le indicazioni di qualità degli alimenti*. Ed: Giuffrè editore. Milán. 403 pp.
- **Valkonen, E.; Venalainen, L.; Rossow, L.; Valaja, J.** (2008). Effects of dietary energy content on the performance of laying hens in furnished and conventional cages. *Poultry Science*, 87: 844–852.
- **Van Den Brand, H.; Parmentier, H.K.; Kemp, B.** (2004). Effects of housing system (outdoor vs cages) and age of laying hens on egg characteristics. *British Poultry Science*, 45 (6): 745–752.
- **Vignoni, L.; Césari, R.; Forte, M.; Mirábile, M.** (2006). Determinación del índice de color en ajo picado. *Información Tecnológica*, 17(6): 63-67.
- **Wagner, J.R.; Añon, M.C.** (1985). Effect of freezing rate on the denaturation of myofibrillar proteins. *International Journal of Food Science & Technology*, 20: 735-744.
- **Wall, H.; Jonsson, L.; Johansson, L.** (2010). Effects on egg quality traits of genotype and diets with mussel meal or wheat-distillers dried grains soluble. *Poultry Science*, 89: 745-751.
- **Wei, R.; Bitgood, J.J.** (1989). A new objective measurement of eggshell color. A test for potential usefulness of two color measuring devices. *Poultry Science*, 69: 1175-1780.

- **Wenzel, A.J.; Gerweck, C.; Barbato, D.; Nicolosi, R.J.; Handelman, G.J.; Curran-Celentano, J.M.** (2006). A 12-weeks egg intervention increases serum zeaxanthin and macular pigment optical density in women. *Journal of nutrition*, 136: 2568-2573.
- **Wolford, J.H.; Tanaka, K.** (1970). Factors influencing egg shell quality—a review. *World's Poultry Science Journal*, 26(04): 763-780.
- **Zeisel, S.H., Mar, M.H., Howe, J.C., Holden, J.M.** (2003). Concentrations of choline-containing compounds and betaine in common foods. *The Journal of nutrition*, 133(5): 1302-1307.
- **Zita, L.; Tumova, E.; Stolc, L.** (2009). Effects of genotype, age and their interaction on egg quality in Brown-egg laying hens. *Acta Vet. Brno.*, 78: 85-91.

Legislación:

- **Directiva 1999/74/CE** del Consejo de 19 de julio de 1999 por la que se establecen las normas mínimas de protección de las gallinas ponedoras.
- **Directiva 2003/7/CE** de la Comisión de 24 de enero de 2003 por la que se modifican las condiciones para la autorización de la cantaxantina en los piensos conforme a la Directiva 70/524/CEE del Consejo. Publicado en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas el 25 de enero de 2003.
- **Reglamento (CE) número 1804/1999** del Consejo, de 19 de julio de 1999, por el que se completa, para incluir las producciones animales, el Reglamento (CEE) n° 2092/91 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios.
- **Real Decreto 3/2002**, de 11 de enero, por el que se establecen las normas mínimas de protección de las gallinas ponedoras (BOE número 13, de 15 de enero de 2002).
- **Reglamento (CE) número 178/2002** de 28 de enero de 2002 por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria.
- **Reglamento (CE) número 852/2004** del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 relativo a la higiene de los productos alimenticios.

- **Reglamento (CE) número 834/2007** del Consejo de 28 de junio de 2007 sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CEE) n° 2092/91.
- **Reglamento (CE) número 889/2008** de la Comisión de 5 de septiembre de 2008 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) n° 834/2007 del consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control.
- **Reglamento (CE) número 589/2008** de la Comisión de 23 de junio de 2008 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) n° 1234/2007 del Consejo en lo que atañe a las normas de comercialización de los huevos.
- **Reglamento CEE número 2568/91** de la Comisión de 11 de julio de 1991 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis. Versión consolidada Publicado en el Diario Oficial el 9 de agosto de 2012.

Páginas web:

- <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QL/S>. Dirección de estadística de la organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Consulta realizada en enero de 2016.

7. ANEXO DE DATOS

Tabla 59. Valores de los parámetros de calidad externa de los huevos convencionales analizados.

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Peso (g) | Índice de forma la cáscara | Índice de color de la cáscara | Índice de deposición | Espesor de la cáscara (mm) | Porcentaje de cáscara |
|-----------------|----------------|----------|----------------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| | | 73.364 | 79.860 | 8.131 | 8.152 | 0.493 | 9.113 |
| | | 61.590 | 77.805 | 10.389 | 8.275 | 0.410 | 9.807 |
| | | 61.771 | 78.436 | 10.186 | 9.814 | 0.417 | 11.619 |
| | | 63.240 | 78.051 | 7.042 | 9.570 | 0.487 | 11.241 |
| | | 67.943 | 78.386 | 5.309 | 8.417 | 0.437 | 9.654 |
| | | 56.552 | 76.817 | 6.761 | 8.280 | 0.430 | 10.095 |
| | | 71.679 | 79.904 | 6.947 | 8.835 | 0.480 | 9.954 |
| | | 63.684 | 79.354 | 7.648 | 7.408 | 0.370 | 8.682 |
| | | 60.596 | 80.100 | 6.956 | 7.655 | 0.397 | 9.121 |
| | | 63.096 | 79.081 | 7.185 | 7.701 | 0.500 | 9.252 |
| | | 59.098 | 75.280 | 7.190 | 8.676 | 0.477 | 10.236 |
| | | 68.563 | 72.775 | 8.310 | 7.863 | 0.523 | 10.299 |
| | | 61.289 | 84.913 | 7.603 | 8.860 | 0.433 | 9.221 |
| | | 63.550 | 77.143 | 9.135 | 8.940 | 0.453 | 9.888 |
| | | 73.733 | 81.361 | 10.395 | 8.679 | 0.437 | 10.114 |
| | | 70.791 | 79.148 | 6.467 | 8.618 | 0.453 | 10.117 |
| | | 64.702 | 79.864 | 7.570 | 8.275 | 0.410 | 10.215 |
| | | 61.546 | 74.541 | 8.492 | 8.152 | 0.493 | 9.807 |
| | 44 | 61.590 | 77.805 | 10.389 | 8.275 | 0.410 | 9.113 |
| | 44 | 73.364 | 79.857 | 8.131 | 8.275 | 0.410 | 9.807 |
| | 44 | 61.590 | 77.805 | 10.389 | 9.814 | 0.417 | 11.619 |
| | 44 | 61.771 | 78.436 | 10.186 | 9.570 | 0.487 | 11.241 |
| | 44 | 63.240 | 78.051 | 7.042 | 8.417 | 0.437 | 9.654 |
| | 44 | 67.943 | 78.386 | 5.309 | 8.280 | 0.430 | 10.095 |
| | 44 | 56.552 | 76.817 | 6.761 | 8.835 | 0.480 | 9.954 |
| | 44 | 71.679 | 79.904 | 6.947 | 7.408 | 0.370 | 8.682 |
| | 44 | 63.684 | 79.354 | 7.648 | 7.655 | 0.397 | 9.121 |
| | 44 | 60.596 | 80.100 | 6.956 | 7.701 | 0.377 | 9.252 |
| | 44 | 59.098 | 75.280 | 7.190 | 8.952 | 0.500 | 10.236 |
| | 44 | 68.563 | 72.775 | 8.310 | 8.676 | 0.477 | 10.299 |
| | 44 | 61.289 | 84.913 | 7.603 | 7.863 | 0.523 | 9.221 |
| | 44 | 63.550 | 77.143 | 9.135 | 8.860 | 0.433 | 9.888 |
| | 44 | 73.733 | 81.361 | 10.395 | 8.940 | 0.453 | 10.114 |
| | 44 | 70.791 | 79.148 | 6.467 | 8.679 | 0.437 | 10.117 |
| | 44 | 64.702 | 79.864 | 7.570 | 8.618 | 0.453 | 10.215 |
| | 44 | 61.546 | 74.541 | 8.492 | 8.541 | 0.487 | 10.040 |
| | 44 | 63.096 | 79.081 | 7.185 | 7.701 | 0.377 | 9.252 |
| | 101 | 76.958 | 78.112 | 6.537 | 8.001 | 0.275 | 8.804 |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Peso (g) | Índice de forma | Índice de color de la cáscara | Índice de deposición | Espesor de la cáscara (mm) | Porcentaje de cáscara |
|-----------------|----------------|----------|-----------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| ISABROWN | 101 | 67.350 | 84.316 | 7.248 | 7.098 | 0.230 | 8.165 |
| ISABROWN | 101 | 71.382 | 75.523 | 6.840 | 8.193 | 0.260 | 9.243 |
| ISABROWN | 101 | 64.444 | 78.834 | 6.960 | 7.963 | 0.278 | 9.295 |
| ISABROWN | 101 | 84.172 | 82.495 | 10.119 | 7.757 | 0.260 | 8.283 |
| ISABROWN | 101 | 66.531 | 76.627 | 6.653 | 9.343 | 0.273 | 10.790 |
| ISABROWN | 101 | 64.155 | 82.325 | 7.678 | 8.273 | 0.298 | 9.672 |
| ISABROWN | 101 | 70.931 | 81.128 | 9.692 | 8.755 | 0.305 | 9.898 |
| ISABROWN | 101 | 66.722 | 78.733 | 5.602 | 8.023 | 0.320 | 9.258 |
| ISABROWN | 101 | 68.804 | 75.108 | 9.000 | 8.433 | 0.353 | 9.632 |
| ISABROWN | 101 | 72.630 | 82.042 | 7.922 | 7.856 | 0.303 | 8.812 |
| ISABROWN | 101 | 64.012 | 73.100 | 7.514 | 7.428 | 0.343 | 8.691 |
| ISABROWN | 101 | 75.474 | 80.475 | 8.800 | 7.942 | 0.278 | 8.795 |
| ISABROWN | 101 | 79.593 | 77.706 | 7.437 | 8.209 | 0.325 | 8.932 |
| ISABROWN | 101 | 62.316 | 75.847 | 5.891 | 7.826 | 0.315 | 9.238 |
| ISABROWN | 101 | 64.454 | 79.489 | 8.345 | 8.714 | 0.330 | 10.172 |
| ISABROWN | 101 | 69.290 | 79.570 | 6.049 | 8.390 | 0.318 | 9.560 |
| ISABROWN | 101 | 76.586 | 73.379 | 8.382 | 8.788 | 0.393 | 9.685 |
| ISABROWN | 101 | 67.084 | 79.849 | 7.663 | 8.358 | 0.183 | 9.627 |
| LOHMANN | 23 | 60.967 | 86.315 | 9.832 | 7.812 | 0.278 | 9.289 |
| LOHMANN | 23 | 53.956 | 80.530 | 10.164 | 8.166 | 0.308 | 10.114 |
| LOHMANN | 23 | 70.190 | 81.387 | 12.117 | 7.507 | 0.275 | 8.517 |
| LOHMANN | 23 | 51.490 | 79.348 | 11.901 | 7.556 | 0.300 | 9.505 |
| LOHMANN | 23 | 51.977 | 73.842 | 9.976 | 7.007 | 0.268 | 8.787 |
| LOHMANN | 23 | 53.228 | 80.776 | 9.975 | 7.348 | 0.310 | 9.142 |
| LOHMANN | 23 | 55.829 | 75.266 | 9.549 | 7.166 | 0.185 | 8.775 |
| LOHMANN | 23 | 49.076 | 74.827 | 8.896 | 8.072 | 0.260 | 10.319 |
| LOHMANN | 23 | 59.566 | 78.315 | 9.684 | 8.218 | 0.213 | 9.848 |
| LOHMANN | 23 | 63.774 | 74.483 | 10.531 | 7.170 | 0.245 | 8.398 |
| LOHMANN | 23 | 52.492 | 76.649 | 11.506 | 7.490 | 0.280 | 9.361 |
| LOHMANN | 23 | 60.605 | 81.063 | 11.049 | 7.692 | 0.168 | 9.164 |
| LOHMANN | 23 | 58.807 | 77.740 | 11.446 | 8.599 | 0.263 | 10.349 |
| LOHMANN | 23 | 52.925 | 83.137 | 9.110 | 7.390 | 0.258 | 9.211 |
| LOHMANN | 23 | 46.667 | 80.608 | 11.592 | 8.142 | 0.245 | 10.583 |
| LOHMANN | 23 | 56.199 | 89.690 | 11.807 | 7.240 | 0.143 | 8.845 |
| LOHMANN | 23 | 59.282 | 79.694 | 10.581 | 9.040 | 0.243 | 10.850 |
| LOHMANN | 23 | 51.200 | 78.008 | 10.739 | 7.742 | 0.193 | 9.758 |
| LOHMANN | 71 | 72.696 | 71.596 | 8.336 | 7.754 | 0.308 | 8.695 |
| LOHMANN | 71 | 60.517 | 77.328 | 8.309 | 7.789 | 0.248 | 9.285 |
| LOHMANN | 71 | 69.688 | 75.866 | 8.757 | 8.517 | 0.198 | 9.686 |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Peso (g) | Índice de forma | Índice de color de la cáscara | Índice de deposición | Espesor de la cáscara (mm) | Porcentaje de cáscara |
|-----------------|----------------|----------|-----------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| LOHMANN | 71 | 78.251 | 78.635 | 8.180 | 7.271 | 0.255 | 7.955 |
| LOHMANN | 71 | 72.124 | 80.075 | 9.394 | 7.470 | 0.210 | 8.398 |
| LOHMANN | 71 | 59.304 | 74.404 | 7.016 | 8.170 | 0.235 | 9.805 |
| LOHMANN | 71 | 69.363 | 80.318 | 7.208 | 7.947 | 0.235 | 9.052 |
| LOHMANN | 71 | 71.937 | 76.986 | 8.600 | 8.085 | 0.200 | 9.098 |
| LOHMANN | 71 | 72.477 | 81.446 | 6.789 | 8.194 | 0.245 | 9.197 |
| LOHMANN | 71 | 69.389 | 74.838 | 8.000 | 7.628 | 0.230 | 8.687 |
| LOHMANN | 71 | 71.418 | 75.091 | 9.423 | 8.227 | 0.225 | 9.281 |
| LOHMANN | 71 | 64.283 | 79.674 | 7.928 | 7.485 | 0.215 | 8.744 |
| LOHMANN | 71 | 66.034 | 79.491 | 6.883 | 7.305 | 0.253 | 8.458 |
| LOHMANN | 71 | 73.310 | 72.619 | 7.438 | 7.236 | 0.313 | 8.092 |
| LOHMANN | 71 | 61.967 | 77.442 | 7.456 | 7.655 | 0.258 | 9.053 |
| LOHMANN | 71 | 68.347 | 77.239 | 7.190 | 8.254 | 0.268 | 9.447 |
| LOHMANN | 71 | 81.760 | 70.419 | 6.158 | 7.261 | 0.283 | 7.829 |
| LOHMANN | 71 | 71.827 | 79.277 | 6.104 | 7.918 | 0.240 | 8.914 |
| LOHMANN | 71 | 73.031 | 76.819 | 7.332 | 7.059 | 0.213 | 7.903 |
| LOHMANN | 71 | 67.312 | 79.438 | 6.019 | 7.106 | 0.253 | 8.175 |
| LOHMANN | 71 | 74.631 | 79.694 | 9.712 | 8.108 | 0.265 | 9.012 |
| LOHMANN | 71 | 67.536 | 71.597 | 7.844 | 8.712 | 0.280 | 10.012 |
| LOHMANN | 71 | 59.683 | 76.580 | 8.652 | 7.909 | 0.230 | 9.472 |
| LOHMANN | 71 | 59.920 | 75.896 | 5.976 | 8.000 | 0.203 | 9.568 |
| LOHMANN | 71 | 73.287 | 73.543 | 7.194 | 8.370 | 0.213 | 9.360 |
| LOHMANN | 71 | 64.661 | 80.060 | 9.526 | 8.101 | 0.235 | 9.446 |
| LOHMANN | 71 | 65.985 | 78.672 | 8.010 | 8.096 | 0.215 | 9.376 |
| LOHMANN | 71 | 78.342 | 72.788 | 7.615 | 7.706 | 0.193 | 8.428 |
| LOHMANN | 71 | 71.556 | 71.946 | 8.976 | 8.431 | 0.223 | 9.504 |
| LOHMANN | 71 | 63.340 | 84.032 | 9.598 | 7.501 | 0.218 | 8.806 |
| LOHMANN | 71 | 58.680 | 69.739 | 9.121 | 7.989 | 0.223 | 9.622 |
| LOHMANN | 71 | 72.615 | 71.742 | 9.403 | 7.765 | 0.285 | 8.710 |
| LOHMANN | 71 | 71.667 | 82.944 | 8.266 | 8.013 | 0.270 | 9.028 |
| LOHMANN | 71 | 78.588 | 83.588 | 8.475 | 7.217 | 0.278 | 7.885 |
| LOHMANN | 71 | 76.192 | 82.131 | 7.802 | 8.382 | 0.288 | 9.253 |
| LOHMANN | 71 | 62.475 | 77.183 | 8.927 | 6.321 | 0.250 | 7.456 |
| LOHMANN | 71 | 68.381 | 81.579 | 9.214 | 8.477 | 0.325 | 9.702 |
| LOHMANN | 24 | 62.391 | 81.243 | 11.700 | 8.127 | 0.283 | 9.590 |
| LOHMANN | 24 | 60.187 | 80.022 | 9.253 | 8.214 | 0.253 | 9.809 |
| LOHMANN | 24 | 62.932 | 80.874 | 9.890 | 6.993 | 0.273 | 8.228 |
| LOHMANN | 24 | 59.284 | 73.125 | 10.415 | 8.077 | 0.315 | 9.694 |
| LOHMANN | 24 | 50.148 | 80.070 | 9.186 | 8.757 | 0.320 | 11.113 |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Peso (g) | Índice de forma | Índice de color de la cáscara | Índice de deposición | Espesor de la cáscara (mm) | Porcentaje de cáscara |
|-----------------|----------------|----------|-----------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| LOHMANN | 24 | 56.625 | 77.713 | 11.547 | 8.165 | 0.316 | 9.951 |
| LOHMANN | 24 | 56.470 | 83.962 | 8.750 | 8.325 | 0.275 | 10.156 |
| LOHMANN | 24 | 56.333 | 74.509 | 12.490 | 8.465 | 0.258 | 10.335 |
| LOHMANN | 24 | 59.093 | 73.797 | 10.783 | 8.048 | 0.284 | 9.670 |
| LOHMANN | 24 | 54.681 | 76.792 | 8.098 | 7.610 | 0.283 | 9.384 |
| LOHMANN | 24 | 51.829 | 81.016 | 11.131 | 8.634 | 0.338 | 10.838 |
| LOHMANN | 24 | 56.396 | 75.461 | 8.597 | 8.110 | 0.285 | 9.898 |
| LOHMANN | 24 | 58.350 | 25.515 | 9.612 | 7.945 | 0.295 | 9.587 |
| LOHMANN | 24 | 55.801 | 78.276 | 10.029 | 7.615 | 0.300 | 9.326 |
| LOHMANN | 24 | 55.112 | 80.565 | 10.011 | 7.568 | 0.250 | 9.307 |
| LOHMANN | 24 | 64.680 | 76.448 | 10.967 | 8.789 | 0.288 | 10.247 |
| LOHMANN | 24 | 59.330 | 78.753 | 9.200 | 7.907 | 0.253 | 9.488 |
| LOHMANN | 24 | 59.890 | 75.728 | 9.201 | 8.100 | 0.303 | 9.689 |
| HYLINE | 58 | 68.490 | 73.173 | 10.302 | 8.007 | 0.290 | 9.159 |
| HYLINE | 58 | 73.026 | 72.830 | 9.779 | 7.528 | 0.258 | 8.429 |
| HYLINE | 58 | 61.984 | 77.797 | 11.737 | 7.191 | 0.265 | 8.504 |
| HYLINE | 58 | 71.777 | 78.911 | 8.927 | 7.813 | 0.260 | 8.798 |
| HYLINE | 58 | 67.483 | 76.287 | 8.989 | 7.575 | 0.265 | 8.707 |
| HYLINE | 58 | 66.979 | 79.509 | 9.115 | 7.280 | 0.300 | 8.389 |
| HYLINE | 58 | 68.231 | 71.722 | 9.517 | 8.402 | 0.303 | 9.623 |
| HYLINE | 58 | 67.623 | 74.765 | 8.339 | 8.007 | 0.310 | 9.198 |
| HYLINE | 58 | 71.697 | 76.745 | 11.655 | 7.848 | 0.288 | 8.841 |
| HYLINE | 58 | 63.822 | 78.698 | 8.586 | 8.818 | 0.315 | 10.327 |
| HYLINE | 58 | 75.849 | 77.488 | 10.276 | 8.433 | 0.303 | 9.324 |
| HYLINE | 58 | 76.453 | 75.166 | 11.191 | 8.421 | 0.285 | 9.285 |
| HYLINE | 58 | 68.082 | 76.343 | 7.178 | 8.329 | 0.323 | 9.546 |
| HYLINE | 58 | 74.132 | 82.087 | 10.501 | 9.097 | 0.378 | 10.135 |
| HYLINE | 58 | 69.222 | 75.204 | 11.176 | 8.175 | 0.288 | 9.318 |
| HYLINE | 58 | 71.412 | 76.772 | 9.605 | 8.105 | 0.310 | 9.143 |
| HYLINE | 58 | 62.905 | 77.737 | 10.229 | 7.160 | 0.265 | 8.425 |
| HYLINE | 58 | 65.578 | 75.488 | 9.974 | 8.236 | 0.295 | 9.558 |
| HYLINE | 63 | 73.961 | 57.004 | 11.517 | 9.489 | 0.378 | 10.580 |
| HYLINE | 63 | 73.518 | 74.861 | 11.234 | 7.775 | 0.380 | 8.686 |
| HYLINE | 63 | 70.067 | 72.831 | 9.838 | 9.383 | 0.380 | 10.651 |
| HYLINE | 63 | 60.845 | 87.082 | 9.772 | 8.044 | 0.390 | 9.572 |
| HYLINE | 63 | 67.884 | 76.597 | 13.592 | 7.985 | 0.390 | 9.161 |
| HYLINE | 63 | 68.147 | 77.232 | 7.887 | 9.723 | 0.415 | 11.141 |
| HYLINE | 63 | 68.727 | 70.245 | 8.428 | 7.748 | 0.380 | 8.852 |
| HYLINE | 63 | 64.678 | 79.879 | 10.518 | 9.459 | 0.363 | 11.028 |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Peso (g) | Índice de forma | Índice de color de la cáscara | Índice de deposición | Espesor de la cáscara (mm) | Porcentaje de cáscara |
|-----------------|----------------|----------|-----------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| HYLINE | 63 | 66.626 | 78.023 | 8.488 | 8.911 | 0.345 | 10.287 |
| HYLINE | 63 | 66.578 | 74.874 | 11.672 | 8.106 | 0.385 | 9.360 |
| HYLINE | 63 | 67.969 | 76.722 | 9.405 | 9.018 | 0.420 | 10.341 |
| HYLINE | 63 | 68.551 | 72.720 | 9.795 | 7.849 | 0.370 | 8.976 |
| HYLINE | 63 | 68.070 | 75.999 | 8.817 | 8.789 | 0.365 | 10.073 |
| HYLINE | 63 | 63.761 | 74.628 | 9.079 | 7.029 | 0.350 | 8.234 |
| HYLINE | 63 | 67.434 | 83.105 | 9.550 | 7.452 | 0.313 | 8.568 |
| HYLINE | 63 | 69.645 | 72.442 | 8.957 | 8.266 | 0.340 | 9.402 |
| HYLINE | 63 | 78.047 | 75.397 | 7.399 | 9.283 | 0.340 | 10.166 |
| HYLINE | 63 | 61.720 | 75.900 | 8.675 | 9.886 | 0.410 | 11.708 |
| HYLINE | 63 | 66.650 | 73.393 | 7.207 | 9.886 | 0.410 | 11.708 |
| LOHMANN | 26 | 55.627 | 81.063 | 8.017 | 7.603 | 0.308 | 9.321 |
| LOHMANN | 26 | 51.417 | 79.443 | 8.771 | 9.042 | 0.339 | 11.380 |
| LOHMANN | 26 | 64.487 | 79.296 | 9.382 | 7.894 | 0.305 | 9.213 |
| LOHMANN | 26 | 64.443 | 78.578 | 11.722 | 8.171 | 0.328 | 9.539 |
| LOHMANN | 26 | 61.579 | 81.510 | 9.564 | 7.941 | 0.300 | 9.411 |
| LOHMANN | 26 | 57.610 | 81.691 | 10.022 | 7.574 | 0.293 | 9.177 |
| LOHMANN | 26 | 57.551 | 77.828 | 13.241 | 8.066 | 0.338 | 9.777 |
| LOHMANN | 26 | 56.261 | 77.854 | 10.023 | 8.409 | 0.308 | 10.270 |
| LOHMANN | 26 | 60.572 | 75.641 | 11.585 | 7.327 | 0.285 | 8.732 |
| LOHMANN | 26 | 56.669 | 79.036 | 13.199 | 8.294 | 0.313 | 10.106 |
| LOHMANN | 26 | 58.442 | 80.861 | 7.709 | 8.326 | 0.325 | 10.041 |
| LOHMANN | 26 | 63.449 | 80.479 | 9.004 | 7.789 | 0.288 | 9.140 |
| LOHMANN | 26 | 56.274 | 78.489 | 9.873 | | | |
| LOHMANN | 26 | 56.431 | 80.254 | 8.751 | 8.011 | 0.313 | 9.775 |
| LOHMANN | 26 | 57.793 | 77.105 | 10.102 | 7.739 | 0.325 | 9.368 |
| LOHMANN | 26 | 53.815 | 76.733 | 10.472 | 11.441 | 0.315 | 14.182 |
| LOHMANN | 26 | 59.212 | 82.088 | 9.683 | 8.796 | 0.343 | 10.562 |
| LOHMANN | 26 | 59.986 | 80.975 | 8.815 | 6.745 | 0.268 | 8.064 |
| LOHMANN | 26 | 61.051 | 77.856 | 8.552 | 7.607 | 0.290 | 9.042 |
| LOHMANN | 75 | 65.025 | 75.118 | 7.801 | 8.012 | 0.368 | 9.324 |
| LOHMANN | 75 | 61.926 | 70.989 | 7.143 | 6.733 | 0.288 | 7.964 |
| LOHMANN | 75 | 65.906 | 80.053 | 9.168 | 8.824 | 0.393 | 10.224 |
| LOHMANN | 75 | 96.979 | 80.197 | 10.320 | 6.239 | 0.353 | 6.355 |
| LOHMANN | 75 | 69.513 | 74.781 | 7.369 | 5.645 | 0.248 | 6.425 |
| LOHMANN | 75 | 77.972 | 77.841 | 8.346 | 8.084 | 0.328 | 8.856 |
| LOHMANN | 75 | 68.304 | 77.257 | 7.553 | 7.742 | 0.315 | 8.863 |
| LOHMANN | 75 | 66.251 | 81.021 | 8.416 | 5.450 | 0.250 | 6.303 |
| LOHMANN | 75 | 63.241 | 78.033 | 7.505 | 8.747 | 0.385 | 10.275 |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Peso (g) | Índice de forma | Índice de color de la cáscara | Índice de deposición | Espesor de la cáscara (mm) | Porcentaje de cáscara |
|-----------------|----------------|----------|-----------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| LOHMANN | 75 | 61.723 | 75.220 | 7.535 | 8.200 | 0.350 | 9.711 |
| LOHMANN | 75 | 61.993 | 75.857 | 7.731 | 8.276 | 0.330 | 9.787 |
| LOHMANN | 75 | 79.639 | 81.654 | 7.794 | 8.154 | 0.335 | 8.870 |
| LOHMANN | 75 | 63.825 | 80.440 | 9.123 | 7.837 | 0.323 | 9.178 |
| LOHMANN | 75 | 76.193 | 78.844 | 8.892 | 8.001 | 0.333 | 8.833 |
| LOHMANN | 75 | 64.487 | 80.824 | 8.373 | 8.645 | 0.370 | 10.089 |
| LOHMANN | 75 | 61.094 | 79.978 | 8.928 | 7.961 | 0.343 | 9.459 |
| LOHMANN | 75 | 68.090 | 75.949 | 7.972 | 8.343 | 0.343 | 9.562 |
| LOHMANN | 75 | 61.611 | 77.151 | 10.273 | 8.541 | 0.365 | 10.120 |
| LOHMANN | 75 | 75.957 | 73.612 | 2.980 | 7.442 | 0.328 | 8.224 |
| HYLINE | 65 | 65.777 | 75.789 | 10.252 | 7.667 | 0.340 | 8.889 |
| HYLINE | 65 | 56.977 | 77.351 | 8.875 | 7.790 | 0.330 | 9.474 |
| HYLINE | 65 | 62.580 | 74.458 | 8.981 | 8.581 | 0.358 | 10.115 |
| HYLINE | 65 | 68.491 | 76.575 | 10.325 | 7.475 | 0.283 | 8.550 |
| HYLINE | 65 | 65.344 | 76.894 | 11.196 | 7.863 | 0.308 | 9.136 |
| HYLINE | 65 | 68.210 | 75.268 | 10.604 | 8.156 | 0.303 | 9.342 |
| HYLINE | 65 | 72.959 | 71.649 | 8.274 | 7.788 | 0.328 | 8.723 |
| HYLINE | 65 | 67.585 | 78.033 | 10.232 | 8.242 | 0.325 | 9.470 |
| HYLINE | 65 | 66.130 | 76.052 | 10.009 | 7.776 | 0.300 | 8.999 |
| HYLINE | 65 | 63.747 | 76.627 | 9.871 | 7.508 | 0.268 | 8.796 |
| HYLINE | 65 | 65.855 | 75.330 | 9.058 | 7.981 | 0.328 | 9.249 |
| HYLINE | 65 | 60.494 | 74.717 | 9.832 | 6.987 | 0.285 | 8.330 |
| HYLINE | 65 | 76.752 | 74.344 | 11.894 | 7.229 | 0.268 | 7.961 |
| HYLINE | 65 | 72.856 | 79.446 | 9.908 | 7.280 | 0.315 | 8.157 |
| HYLINE | 65 | 68.168 | 77.505 | 10.299 | 6.980 | 0.305 | 7.996 |
| HYLINE | 65 | 63.819 | 70.843 | 9.534 | 7.095 | 0.280 | 8.309 |
| HYLINE | 65 | 77.503 | 75.490 | 9.230 | 7.380 | 0.280 | 8.100 |
| HYLINE | 65 | 73.178 | 75.658 | 10.029 | 8.547 | 0.328 | 9.563 |
| HYLINE | 65 | 68.622 | 76.253 | 9.647 | 7.941 | 0.345 | 9.077 |
| HYLINE | 21 | 59.163 | 81.073 | 8.135 | 7.826 | 0.323 | 9.399 |
| HYLINE | 21 | 51.553 | 78.149 | 7.059 | 7.523 | 0.303 | 9.460 |
| HYLINE | 21 | 54.980 | 81.884 | 5.887 | 7.423 | 0.338 | 9.136 |
| HYLINE | 21 | 49.161 | 78.923 | 8.123 | 8.132 | 0.278 | 10.388 |
| HYLINE | 21 | 50.293 | 78.699 | 7.157 | 7.598 | 0.328 | 9.634 |
| HYLINE | 21 | 47.020 | 79.965 | 7.179 | 7.937 | 0.315 | 10.291 |
| HYLINE | 21 | 60.953 | 77.270 | 6.725 | 6.771 | 0.318 | 8.052 |
| HYLINE | 21 | 52.097 | 86.916 | 5.045 | 6.158 | 0.235 | 7.716 |
| HYLINE | 21 | 58.977 | 81.035 | 8.099 | 8.425 | 0.273 | 10.129 |
| HYLINE | 21 | 59.414 | 76.796 | 7.818 | 8.647 | 0.328 | 10.371 |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Peso (g) | Índice de forma | Índice de color de la cáscara | Índice de deposición | Espesor de la cáscara (mm) | Porcentaje de cáscara |
|-----------------|----------------|----------|-----------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| HYLINE | 21 | 60.169 | 78.507 | 7.327 | 7.552 | 0.325 | 9.020 |
| HYLINE | 21 | 60.038 | 75.978 | 7.055 | 7.815 | 0.355 | 9.341 |
| HYLINE | 21 | 50.651 | 79.393 | 6.487 | 7.057 | 0.265 | 8.926 |
| HYLINE | 21 | 58.054 | 79.362 | 7.027 | 7.471 | 0.320 | 9.030 |
| HYLINE | 21 | 53.701 | 77.833 | 7.715 | 8.054 | 0.318 | 9.991 |
| HYLINE | 21 | 62.407 | 87.268 | 6.750 | 7.694 | 0.285 | 9.078 |
| HYLINE | 21 | 52.509 | 82.702 | 6.896 | 8.294 | 0.345 | 10.366 |
| HYLINE | 21 | 51.233 | 81.451 | 7.169 | 8.070 | 0.328 | 10.169 |
| HYLINE | 48 | 63.879 | 77.910 | 7.689 | 7.627 | 0.348 | 8.929 |
| HYLINE | 48 | 55.451 | 76.759 | 6.355 | 8.080 | 0.335 | 9.917 |
| HYLINE | 48 | 63.400 | 74.588 | 7.478 | 7.901 | 0.320 | 9.273 |
| HYLINE | 48 | 57.412 | 72.612 | 6.486 | 8.283 | 0.368 | 10.048 |
| HYLINE | 48 | 63.516 | 77.054 | 6.724 | 7.663 | 0.410 | 8.988 |
| HYLINE | 48 | 66.903 | 70.705 | 11.078 | 8.015 | 0.275 | 9.240 |
| HYLINE | 48 | 60.259 | 73.794 | 9.479 | 8.095 | 0.333 | 9.663 |
| HYLINE | 48 | 57.420 | 76.015 | 6.808 | 8.063 | 0.268 | 9.781 |
| HYLINE | 48 | 62.407 | 78.993 | 5.634 | 7.609 | 0.315 | 8.978 |
| HYLINE | 48 | 64.643 | 74.078 | 7.476 | 7.912 | 0.355 | 9.226 |
| HYLINE | 48 | 64.511 | 74.932 | 6.924 | 7.822 | 0.350 | 9.127 |
| HYLINE | 48 | 66.734 | 73.512 | 8.179 | 7.766 | 0.388 | 8.961 |
| HYLINE | 48 | 70.107 | 78.491 | 9.506 | 7.362 | 0.423 | 8.356 |
| HYLINE | 48 | 59.870 | 81.486 | 8.046 | 7.632 | 0.355 | 9.130 |
| HYLINE | 48 | 64.363 | 77.101 | 8.045 | 7.663 | 0.293 | 8.949 |
| HYLINE | 48 | 72.957 | 81.281 | 7.260 | 7.185 | 0.378 | 8.047 |
| HYLINE | 48 | 61.832 | 81.211 | 8.789 | 7.535 | 0.365 | 8.918 |
| HYLINE | 48 | 65.870 | 76.088 | 8.354 | 7.648 | 0.415 | 8.863 |
| HYLINE | 48 | 67.427 | 80.434 | 9.464 | 7.364 | 0.388 | 8.467 |
| HYLINE | 79 | 70.740 | 73.826 | 8.595 | 8.131 | 0.313 | 9.201 |
| HYLINE | 79 | 65.747 | 77.645 | 8.147 | 8.441 | 0.335 | 9.788 |
| HYLINE | 79 | 66.086 | 78.219 | 8.930 | 7.762 | 0.343 | 8.985 |
| HYLINE | 79 | 84.045 | 74.895 | 9.485 | 8.206 | 0.368 | 8.768 |
| HYLINE | 79 | 71.841 | 79.703 | 8.369 | 8.439 | 0.345 | 9.500 |
| HYLINE | 79 | 73.469 | 80.851 | 12.730 | 8.293 | 0.283 | 9.266 |
| HYLINE | 79 | 72.367 | 78.799 | 9.542 | 8.814 | 0.335 | 9.898 |
| HYLINE | 79 | 58.029 | 77.179 | 10.858 | 7.748 | 0.355 | 9.366 |
| HYLINE | 79 | 72.941 | 77.936 | 8.053 | 8.116 | 0.343 | 9.091 |
| HYLINE | 79 | 70.152 | 77.200 | 9.157 | 8.438 | 0.383 | 9.575 |
| HYLINE | 79 | 63.247 | 75.838 | 8.196 | 7.460 | 0.358 | 8.762 |
| HYLINE | 79 | 70.507 | 73.932 | 9.518 | 8.105 | 0.258 | 9.182 |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Peso (g) | Índice de forma | Índice de color de la cáscara | Índice de deposición | Espesor de la cáscara (mm) | Porcentaje de cáscara |
|-----------------|----------------|----------|-----------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| HYLINE | 79 | 69.561 | 78.890 | 8.617 | 8.776 | 0.313 | 9.987 |
| HYLINE | 79 | 67.496 | 76.094 | 7.954 | 8.127 | 0.368 | 9.341 |
| HYLINE | 79 | 67.496 | 77.267 | 9.542 | 7.252 | 0.333 | 8.335 |
| HYLINE | 79 | 58.428 | 81.310 | 10.385 | 8.438 | 0.300 | 10.177 |
| HYLINE | 79 | 61.852 | 71.486 | 8.917 | 7.522 | 0.338 | 8.902 |
| HYLINE | 79 | 59.222 | 78.499 | 8.225 | 7.624 | 0.338 | 9.154 |
| HYLINE | 79 | 65.133 | 80.534 | 11.926 | 8.529 | 0.363 | 9.921 |
| HYLINE | 26 | 63.051 | 79.401 | 8.347 | 6.971 | 0.298 | 8.197 |
| HYLINE | 26 | 61.574 | 75.095 | 6.989 | 6.942 | 0.280 | 8.227 |
| HYLINE | 26 | 61.773 | 80.162 | 9.821 | 7.458 | 0.323 | 8.829 |
| HYLINE | 26 | 61.183 | 79.468 | 6.716 | 4.252 | 0.323 | 5.050 |
| HYLINE | 26 | 59.940 | 80.730 | 6.652 | 6.964 | 0.373 | 8.328 |
| HYLINE | 26 | 53.388 | 81.936 | 8.997 | 5.825 | 0.385 | 7.239 |
| HYLINE | 26 | 62.523 | 82.150 | 9.163 | 8.366 | 0.365 | 9.865 |
| HYLINE | 26 | 54.751 | 80.916 | 10.271 | 7.890 | 0.338 | 9.724 |
| HYLINE | 26 | 57.768 | 77.087 | 10.169 | 7.340 | 0.340 | 8.886 |
| HYLINE | 26 | 66.401 | 80.186 | 13.949 | 8.579 | 0.325 | 9.916 |
| HYLINE | 26 | 59.124 | 80.018 | 10.775 | 8.283 | 0.338 | 9.950 |
| HYLINE | 26 | 50.601 | 69.105 | 5.983 | 6.088 | 0.235 | 7.703 |
| HYLINE | 26 | 52.061 | 74.328 | 6.774 | 8.720 | 0.385 | 10.929 |
| HYLINE | 26 | 52.092 | 81.528 | 14.180 | 9.388 | 0.000 | 11.764 |
| HYLINE | 26 | 63.042 | 83.312 | 11.112 | 7.569 | 0.358 | 8.900 |
| HYLINE | 26 | 59.370 | 75.096 | 9.471 | 7.512 | 0.348 | 9.011 |
| HYLINE | 26 | 61.254 | 80.833 | 10.640 | 7.651 | 0.320 | 9.083 |
| HYLINE | 26 | 59.401 | 72.975 | 11.565 | 8.091 | 0.298 | 9.705 |
| LOHMANN | 30 | 65.163 | 95.261 | 8.588 | 7.360 | 0.335 | 8.560 |
| LOHMANN | 30 | 62.766 | 81.579 | 11.210 | 7.789 | 0.350 | 9.172 |
| LOHMANN | 30 | 64.285 | 80.704 | 9.598 | 8.077 | 0.340 | 9.436 |
| LOHMANN | 30 | 64.347 | 81.486 | 9.210 | 6.917 | 0.323 | 8.078 |
| LOHMANN | 30 | 72.650 | 79.696 | 9.184 | 8.002 | 0.340 | 8.975 |
| LOHMANN | 30 | 64.181 | 78.414 | 10.147 | 8.632 | 0.338 | 10.090 |
| LOHMANN | 30 | 66.894 | 79.680 | 8.302 | 7.333 | 0.315 | 8.454 |
| LOHMANN | 30 | 66.181 | 84.600 | 11.448 | 8.371 | 0.358 | 9.686 |
| LOHMANN | 30 | 67.508 | 80.280 | 10.966 | 8.204 | 0.338 | 9.430 |
| LOHMANN | 30 | 65.125 | 81.101 | 10.542 | 8.526 | 0.330 | 9.918 |
| LOHMANN | 30 | 73.283 | 79.304 | 8.990 | 8.025 | 0.313 | 8.975 |
| LOHMANN | 30 | 70.714 | 79.153 | 9.443 | 7.873 | 0.313 | 8.911 |
| LOHMANN | 30 | 64.219 | 73.219 | 8.919 | 7.595 | 0.320 | 8.876 |
| LOHMANN | 30 | 62.789 | 80.501 | 9.458 | 8.487 | 0.350 | 9.994 |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Peso (g) | Índice de forma | Índice de color de la cáscara | Índice de deposición | Espesor de la cáscara (mm) | Porcentaje de cáscara |
|-----------------|----------------|----------|-----------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| LOHMANN | 30 | 64.032 | 76.088 | 7.817 | 7.959 | 0.350 | 9.311 |
| LOHMANN | 30 | 70.147 | 80.250 | 9.731 | 8.035 | 0.345 | 9.118 |
| LOHMANN | 30 | 68.493 | 78.720 | 11.259 | 8.015 | 0.350 | 9.167 |
| LOHMANN | 30 | 63.801 | 78.257 | 19.225 | 8.597 | 0.385 | 10.069 |
| ISABROWN | 40 | 66.158 | 82.778 | 9.881 | 8.401 | 0.270 | 9.721 |
| ISABROWN | 40 | 72.893 | 85.153 | 6.676 | 8.867 | 0.338 | 9.934 |
| ISABROWN | 40 | 65.521 | 74.654 | 9.345 | 9.386 | 0.323 | 10.896 |
| ISABROWN | 40 | 67.478 | 81.241 | 9.027 | 8.427 | 0.318 | 9.688 |
| ISABROWN | 40 | 71.423 | 77.217 | 7.072 | 8.865 | 0.328 | 10.000 |
| ISABROWN | 40 | 67.049 | 74.465 | 6.686 | 8.787 | 0.350 | 10.122 |
| ISABROWN | 40 | 67.664 | 80.706 | 9.678 | 8.279 | 0.348 | 9.509 |
| ISABROWN | 40 | 65.584 | 77.813 | 7.959 | 7.978 | 0.363 | 9.258 |
| ISABROWN | 40 | 69.529 | 83.385 | 5.940 | 9.025 | 0.330 | 10.272 |
| ISABROWN | 40 | 65.766 | 77.456 | 8.817 | 9.120 | 0.343 | 10.574 |
| ISABROWN | 40 | 67.529 | 79.413 | 7.884 | 8.616 | 0.270 | 9.902 |
| ISABROWN | 40 | 66.603 | 80.179 | 7.047 | 7.712 | 0.323 | 8.904 |
| ISABROWN | 40 | 68.979 | 82.949 | 8.399 | 7.702 | 0.330 | 8.790 |
| ISABROWN | 40 | 69.328 | 81.050 | 5.008 | 8.690 | 0.308 | 9.899 |
| ISABROWN | 40 | 63.736 | 76.671 | 7.825 | 8.561 | 0.315 | 10.030 |
| ISABROWN | 40 | 71.506 | 77.050 | 6.071 | 8.415 | 0.275 | 9.489 |
| ISABROWN | 40 | 65.716 | 82.926 | 8.280 | 8.697 | 0.310 | 10.086 |
| ISABROWN | 40 | 68.286 | 78.870 | 8.601 | 8.613 | 0.360 | 9.861 |
| BOVANS | 70 | 66.688 | 77.554 | 7.082 | 7.949 | 0.288 | 9.174 |
| BOVANS | 70 | 63.184 | 79.232 | 9.181 | 8.676 | 0.308 | 10.194 |
| BOVANS | 70 | 69.376 | 78.004 | 9.021 | 8.454 | 0.288 | 9.629 |
| BOVANS | 70 | 67.303 | 76.828 | 9.527 | 8.220 | 0.310 | 9.457 |
| BOVANS | 70 | 67.077 | 75.857 | 9.444 | 8.621 | 0.305 | 9.930 |
| BOVANS | 70 | 62.532 | 71.507 | 8.384 | 7.933 | 0.253 | 9.354 |
| BOVANS | 70 | 62.007 | 78.296 | 7.923 | 8.514 | 0.298 | 10.067 |
| BOVANS | 70 | 63.984 | 76.547 | 9.572 | 8.194 | 0.285 | 9.588 |
| BOVANS | 70 | 64.840 | 78.206 | 8.243 | 8.102 | 0.308 | 9.439 |
| BOVANS | 70 | 66.683 | 74.369 | 8.924 | 8.255 | 0.290 | 9.527 |
| BOVANS | 70 | 65.081 | 74.587 | 6.251 | 9.049 | 0.325 | 10.528 |
| BOVANS | 70 | 63.386 | 70.679 | 9.267 | 7.560 | 0.250 | 8.874 |
| BOVANS | 70 | 65.031 | 82.563 | 9.306 | 8.271 | 0.305 | 9.626 |
| BOVANS | 70 | 68.741 | 74.147 | 9.022 | 8.144 | 0.278 | 9.304 |
| BOVANS | 70 | 69.582 | 73.394 | 9.305 | 8.380 | 0.260 | 9.536 |
| BOVANS | 70 | 68.795 | 79.285 | 8.237 | 7.294 | 0.268 | 8.331 |
| BOVANS | 70 | 67.530 | 77.283 | 7.564 | 8.325 | 0.295 | 9.568 |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Peso (g) | Índice de forma | Índice de color de la cáscara | Índice de deposición | Espesor de la cáscara (mm) | Porcentaje de cáscara |
|-----------------|----------------|----------|-----------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| BOVANS | 70 | 64.208 | 76.683 | 9.543 | 7.786 | 0.303 | 9.100 |
| LOHMANN | 77 | 67.695 | 74.902 | 6.902 | 8.734 | 0.290 | 10.029 |
| LOHMANN | 77 | 75.081 | 74.915 | 6.794 | 9.044 | 0.265 | 10.033 |
| LOHMANN | 77 | 74.857 | 70.907 | 8.354 | 9.118 | 0.253 | 10.125 |
| LOHMANN | 77 | 72.375 | 74.512 | 7.776 | 8.605 | 0.243 | 9.664 |
| LOHMANN | 77 | 67.040 | 78.003 | 7.523 | 8.099 | 0.268 | 9.330 |
| LOHMANN | 77 | 65.255 | 72.952 | 7.749 | 8.564 | 0.263 | 9.955 |
| LOHMANN | 77 | 65.791 | 74.260 | 6.930 | 9.180 | 0.273 | 10.643 |
| LOHMANN | 77 | 78.179 | 76.914 | 6.538 | 8.212 | 0.310 | 8.988 |
| LOHMANN | 77 | 71.455 | 73.387 | 6.937 | 7.272 | 0.220 | 8.201 |
| LOHMANN | 77 | 66.300 | 77.051 | 8.360 | 8.969 | 0.243 | 10.371 |
| LOHMANN | 77 | 76.523 | 75.452 | 6.898 | 8.872 | 0.325 | 9.780 |
| LOHMANN | 77 | 64.585 | 72.093 | 9.133 | 8.064 | 0.243 | 9.406 |
| LOHMANN | 77 | 67.595 | 70.615 | 6.146 | 7.653 | 0.218 | 8.792 |
| LOHMANN | 77 | 66.182 | 78.989 | 6.047 | 9.031 | 0.283 | 10.448 |
| LOHMANN | 77 | 71.828 | 77.058 | 6.008 | 8.614 | 0.243 | 9.698 |
| LOHMANN | 77 | 78.365 | 71.127 | 7.555 | 7.871 | 0.260 | 8.608 |
| LOHMANN | 77 | 66.927 | 73.467 | 5.298 | 8.277 | 0.213 | 9.540 |
| LOHMANN | 77 | 71.609 | 74.361 | 8.739 | 8.498 | 0.258 | 9.577 |
| LOHMANN | 107 | 70.692 | 77.746 | 2.859 | 6.083 | 0.238 | 6.885 |
| LOHMANN | 107 | 72.599 | 75.875 | 6.538 | 8.161 | 0.313 | 9.156 |
| LOHMANN | 107 | 76.201 | 67.844 | 5.873 | 8.961 | 0.305 | 9.892 |
| LOHMANN | 107 | 65.806 | 78.982 | 6.081 | 8.744 | 0.320 | 10.136 |
| LOHMANN | 107 | 66.652 | 76.402 | 5.680 | 7.967 | 0.253 | 9.196 |
| LOHMANN | 107 | 66.648 | 74.047 | 10.020 | 8.909 | 0.235 | 10.284 |
| LOHMANN | 107 | 66.172 | 94.581 | 7.489 | 7.663 | 0.273 | 8.866 |
| LOHMANN | 107 | 70.985 | 75.145 | 7.498 | 8.283 | 0.283 | 9.363 |
| LOHMANN | 107 | 72.306 | 73.488 | 7.707 | 9.860 | 0.275 | 11.077 |
| LOHMANN | 107 | 70.516 | 77.114 | 6.117 | 6.622 | 0.263 | 7.502 |
| LOHMANN | 107 | 68.603 | 75.115 | 6.340 | 7.817 | 0.260 | 8.937 |
| LOHMANN | 107 | 60.196 | 72.603 | 5.229 | 8.295 | 0.293 | 9.906 |
| LOHMANN | 107 | 63.080 | 72.257 | 7.957 | 8.625 | 0.328 | 10.140 |
| LOHMANN | 107 | 65.633 | 71.417 | 6.131 | 8.235 | 0.315 | 9.555 |
| LOHMANN | 107 | 71.993 | 78.131 | 6.040 | 6.743 | 0.268 | 7.585 |
| LOHMANN | 107 | 60.227 | 77.376 | 5.591 | 8.085 | 0.305 | 9.653 |
| LOHMANN | 107 | 68.392 | 70.346 | 4.864 | 7.684 | 0.293 | 8.793 |

Tabla 60. Valores de los parámetros de calidad externa de los huevos ecológicos analizados.

| tipo de gallina | Edad (semanas) | Peso (g) | Índice de forma | Índice de color de la cáscara | Índice de deposición | Espesor de la cáscara (mm) | Porcentaje de cáscara |
|-----------------------|----------------|----------|-----------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 64.110 | 75.038 | 5.954 | 7.506 | 0.320 | 9.811 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 65.956 | 79.106 | 6.716 | 8.174 | 0.385 | 10.480 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 64.216 | 79.588 | 5.939 | 7.784 | 0.318 | 10.044 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 69.254 | 75.959 | 8.775 | 8.488 | 0.375 | 10.776 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 66.164 | 73.391 | 2.756 | 7.039 | 0.315 | 9.006 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 66.464 | 74.979 | 6.694 | 8.829 | 0.363 | 10.988 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 61.462 | 76.770 | 5.569 | 7.173 | 0.350 | 9.577 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 66.331 | 75.662 | 5.628 | 6.957 | 0.293 | 8.955 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 62.480 | 80.645 | 7.752 | 8.537 | 0.385 | 11.175 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 64.083 | 78.451 | 5.749 | 6.625 | 0.270 | 8.651 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 64.524 | 75.590 | 1.466 | 7.543 | 0.315 | 10.016 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 66.917 | 78.458 | 6.269 | 7.896 | 0.378 | 9.944 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 61.933 | 78.764 | 7.643 | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 61.837 | 74.863 | 7.254 | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 64.667 | 78.830 | 6.114 | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 63.581 | 77.957 | 4.425 | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 66.557 | 75.185 | 4.923 | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 63.912 | 78.181 | 4.865 | | | |
| ISABROWN | | 52.579 | 78.968 | 5.167 | 8.817 | 0.468 | 12.406 |
| ISABROWN | | 66.087 | 78.203 | 6.837 | 8.821 | 0.503 | 11.570 |
| ISABROWN | | 59.819 | 72.658 | 6.221 | 8.310 | 0.493 | 11.934 |
| ISABROWN | | 55.979 | 78.062 | 7.024 | | | |
| ISABROWN | | 62.315 | 75.207 | 3.459 | 7.684 | 0.425 | 10.384 |
| ISABROWN | | 67.295 | 75.828 | 5.941 | 9.285 | 0.513 | 11.680 |
| ISABROWN | | 65.586 | 77.867 | 6.999 | 8.748 | 0.495 | 11.586 |
| ISABROWN | | 70.052 | 81.127 | 5.169 | 9.560 | 0.613 | 11.891 |
| ISABROWN | | 55.816 | 75.718 | 3.975 | 8.748 | 0.545 | 12.276 |
| ISABROWN | | 58.908 | 76.863 | 3.701 | | | |
| ISABROWN | | 57.280 | 70.202 | 6.648 | 9.002 | 0.490 | 11.809 |
| ISABROWN | | 59.959 | 73.396 | 6.580 | 9.607 | 0.540 | 13.364 |
| ISABROWN | | 63.138 | 73.373 | 8.400 | 7.152 | 0.345 | 9.796 |
| ISABROWN | | 58.520 | 76.376 | 6.307 | 9.412 | 0.413 | 13.049 |
| ISABROWN | | 56.832 | 76.100 | 4.723 | 8.091 | 0.478 | 11.370 |
| ISABROWN | | 61.531 | 76.987 | 5.829 | | 0.000 | |
| ISABROWN | | 66.294 | 77.747 | 7.772 | 8.756 | 0.495 | 11.092 |
| ISABROWN | | 76.143 | 73.251 | 7.270 | | | |
| ISABROWN | | 64.521 | 76.351 | -0.345 | | | |
| ISABROWN | | 63.481 | 79.116 | 4.408 | | | |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Peso (g) | Índice de forma | Índice de color de la cáscara | Índice de deposición | Espesor de la cáscara (mm) | Porcentaje de cáscara |
|-----------------|----------------|----------|-----------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| ISABROWN | 63.597 | 71.832 | 3.594 | 8.138 | 0.435 | 10.279 | |
| ISABROWN | 62.334 | 75.724 | 4.467 | | | | |
| ISABROWN | 63.706 | 73.778 | 4.918 | | | | |
| ISABROWN | 57.963 | 74.343 | 5.143 | | | | |
| ISABROWN | 69.578 | 78.075 | 6.674 | 8.280 | 0.473 | 10.485 | |
| ISABROWN | 53.071 | 78.654 | 6.498 | | 0.000 | | |
| ISABROWN | 59.369 | 75.689 | 5.313 | 8.649 | 0.478 | 12.579 | |
| ISABROWN | 63.936 | 75.210 | 6.413 | 8.285 | 0.468 | 10.808 | |
| ISABROWN | 61.586 | 73.172 | 4.867 | | | | |
| ISABROWN | 65.885 | 76.256 | 6.308 | | | | |
| ANDALUZA AZUL | 63.048 | 73.170 | 2.115 | 7.342 | 0.378 | 8.933 | |
| ANDALUZA AZUL | 57.416 | 70.781 | -0.285 | | | | |
| ANDALUZA AZUL | 65.640 | 77.860 | 6.597 | 7.778 | 0.388 | 9.484 | |
| ANDALUZA AZUL | 65.514 | 75.843 | 3.905 | 6.677 | 0.400 | 7.995 | |
| ANDALUZA AZUL | 59.076 | 75.208 | 0.670 | | | | |
| ANDALUZA AZUL | 69.033 | 76.145 | 1.966 | 6.940 | 0.423 | 8.326 | |
| ANDALUZA AZUL | 73.830 | 76.621 | 2.576 | | | | |
| ANDALUZA AZUL | 65.959 | 67.557 | 6.876 | | | | |
| ANDALUZA AZUL | 72.773 | 74.640 | 4.466 | | | | |
| ANDALUZA AZUL | 62.724 | 76.047 | 4.804 | 6.884 | 0.315 | 8.284 | |
| ANDALUZA AZUL | 67.309 | 78.555 | 6.562 | | | | |
| ANDALUZA AZUL | 66.525 | 74.611 | 4.683 | | | | |
| ANDALUZA AZUL | 70.129 | 77.306 | 4.562 | | | | |
| ANDALUZA AZUL | 71.730 | 75.485 | 4.773 | 7.021 | 0.385 | 8.168 | |
| ANDALUZA AZUL | 66.890 | 74.210 | 5.292 | | | | |
| ANDALUZA AZUL | 60.732 | 75.077 | 2.335 | 6.268 | 0.340 | 8.226 | |
| ANDALUZA AZUL | 63.016 | 74.280 | 4.066 | 8.257 | 0.368 | 9.996 | |
| ANDALUZA AZUL | 60.337 | 77.286 | 0.552 | 6.721 | 0.328 | 8.764 | |
| ANDALUZA AZUL | 63.598 | 77.707 | 6.078 | 6.924 | 0.398 | 8.596 | |
| ANDALUZA AZUL | 71.806 | 73.948 | 0.000 | | | | |
| ANDALUZA AZUL | 44.510 | 78.327 | -0.240 | 7.568 | 0.363 | 10.431 | |
| ANDALUZA AZUL | 71.982 | 76.968 | 3.498 | 7.078 | 0.365 | 8.397 | |
| ANDALUZA AZUL | 59.460 | 73.579 | 7.288 | | | | |
| ANDALUZA AZUL | 60.144 | 84.573 | 1.472 | 7.017 | 0.375 | 8.699 | |
| ANDALUZA AZUL | 65.585 | 79.780 | 1.693 | 6.777 | 0.433 | 9.016 | |
| ANDALUZA AZUL | 62.126 | 71.339 | 3.778 | 7.480 | 0.385 | 9.880 | |
| ANDALUZA AZUL | 79.686 | 80.342 | 5.872 | 8.289 | 0.405 | 10.561 | |
| ANDALUZA AZUL | 56.205 | 89.188 | 3.555 | 5.578 | 0.255 | 7.928 | |
| ANDALUZA AZUL | 54.255 | 74.603 | 2.568 | | | | |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Peso (g) | Índice de forma | Índice de color de la cáscara | Índice de deposición | Espesor de la cáscara (mm) | Porcentaje de cáscara |
|-----------------------|----------------|----------|-----------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| ANDALUZA AZUL | | 64.225 | 76.783 | 7.333 | 6.983 | 0.340 | 9.356 |
| ISABROWN | | 60.754 | 73.605 | 4.592 | 8.539 | 0.450 | 11.426 |
| ISABROWN | | 57.730 | 74.978 | 3.776 | | | |
| ISABROWN | | 59.723 | 76.079 | 4.035 | | | |
| ISABROWN | | 61.420 | 76.400 | 1.575 | 9.084 | 0.470 | 11.648 |
| ISABROWN | | 61.295 | 75.100 | 5.754 | 8.590 | 0.418 | 11.533 |
| ISABROWN | | 60.032 | 77.255 | 3.558 | 7.505 | 0.385 | 9.612 |
| ISABROWN | | 68.960 | 77.053 | 2.241 | | | |
| ISABROWN | | 64.238 | 78.526 | 4.457 | 9.688 | 0.483 | 12.187 |
| ISABROWN | | 70.939 | 76.763 | 7.338 | 7.618 | 0.410 | 9.620 |
| ISABROWN | | 52.720 | 73.222 | 2.480 | 8.237 | 0.428 | 10.998 |
| ISABROWN | | 61.541 | 75.390 | 3.632 | | | |
| ISABROWN | | 56.901 | 76.560 | 2.958 | 8.806 | 0.428 | 11.824 |
| ISABROWN | | 68.266 | 69.523 | -1.369 | 6.244 | 0.370 | 7.734 |
| ISABROWN | | 62.764 | 80.996 | 1.852 | 8.398 | 0.423 | 10.692 |
| ISABROWN | | 62.532 | 76.146 | 3.539 | 8.404 | 0.433 | 10.876 |
| ISABROWN | | 53.774 | 78.507 | 1.599 | 7.856 | 0.425 | 15.255 |
| ISABROWN | | 55.173 | 75.911 | 2.963 | 8.051 | 0.415 | 10.538 |
| ISABROWN | | 59.893 | 74.025 | 4.584 | 8.639 | 0.443 | 11.420 |
| ISABROWN | | 57.220 | 77.210 | 3.247 | 7.032 | 0.400 | 10.362 |
| ISABROWN | | 61.867 | 73.224 | 4.314 | 8.919 | 0.470 | 11.517 |
| ISABROWN | | 73.784 | 80.285 | 4.640 | 7.592 | 0.413 | 10.096 |
| ISABROWN | | 59.762 | 76.976 | 5.464 | 8.747 | 0.425 | 11.419 |
| ISABROWN | | 57.909 | 70.817 | 5.456 | 8.958 | 0.433 | 11.630 |
| ISABROWN | | 65.231 | 75.616 | 0.595 | | | |
| ISABROWN | | 59.720 | 80.524 | 1.833 | | | |
| ISABROWN | | 57.895 | 77.543 | 3.376 | | | |
| ISABROWN | | 69.343 | 76.803 | 2.004 | | | |
| ISABROWN | | 64.331 | 70.271 | 2.544 | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 72.067 | 82.425 | 2.423 | 7.819 | 0.393 | 10.289 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 59.949 | 75.616 | 4.204 | 6.281 | 0.238 | 8.607 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 73.773 | 73.069 | 5.436 | 8.155 | 0.315 | 10.325 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 65.963 | 78.624 | 6.648 | 9.545 | 0.358 | 12.844 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 61.941 | 73.956 | 3.754 | 8.280 | 0.318 | 11.488 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 72.138 | 73.223 | 5.764 | 7.260 | 0.328 | 10.251 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 62.058 | 79.394 | 6.469 | 7.939 | 0.330 | 10.398 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 60.775 | 77.961 | 5.047 | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 75.511 | 78.157 | 3.119 | 7.888 | 0.300 | 11.329 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 71.881 | 75.511 | 0.559 | 8.294 | 0.390 | 13.113 |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Peso (g) | Índice de forma | Índice de color de la cáscara | Índice de deposición | Espesor de la cáscara (mm) | Porcentaje de cáscara |
|-----------------------|----------------|----------|-----------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 64.972 | 72.891 | 6.351 | 8.048 | 0.285 | 11.408 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 60.908 | 78.531 | 4.263 | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 72.249 | 74.349 | 4.600 | 8.026 | 0.338 | 10.806 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 57.441 | 75.747 | 3.901 | 7.832 | 0.305 | 10.756 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 75.873 | 73.320 | -2.001 | 8.394 | 0.290 | 10.908 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 73.350 | 72.525 | 4.416 | 8.279 | 0.368 | 10.636 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 65.501 | 81.217 | 4.392 | 8.720 | 0.333 | 11.710 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 69.764 | 74.388 | 4.045 | 8.470 | 0.323 | 11.218 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 66.221 | 77.486 | 4.123 | 8.195 | 0.325 | 11.349 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 58.872 | 81.449 | 4.641 | 7.331 | 0.265 | 10.143 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 64.604 | 74.338 | 6.459 | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 60.524 | 77.537 | 5.987 | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 52.845 | 71.436 | 3.531 | | | |
| ISABROWN | | 58.500 | 75.864 | 10.474 | 7.041 | 0.333 | 10.106 |
| ISABROWN | | 53.000 | 76.728 | 7.393 | 6.964 | 0.260 | 10.225 |
| ISABROWN | | 53.500 | 77.745 | 6.207 | 8.314 | 0.320 | 11.696 |
| ISABROWN | | 51.000 | 72.796 | 10.333 | | | |
| ISABROWN | | 60.800 | 75.945 | 7.488 | 7.959 | 0.290 | 10.570 |
| ISABROWN | | 59.100 | 77.527 | 9.603 | | | |
| ISABROWN | | 61.500 | 77.699 | 14.503 | | | |
| ISABROWN | | 59.300 | 74.162 | 7.576 | 8.628 | 0.303 | 11.455 |
| ISABROWN | | 76.200 | 72.249 | 11.789 | 7.533 | 0.280 | 9.588 |
| ISABROWN | | 66.100 | 70.465 | 10.655 | 8.928 | 0.340 | 11.697 |
| ISABROWN | | 52.600 | 71.234 | 9.014 | 9.015 | 0.340 | 12.270 |
| ISABROWN | | 60.100 | 75.472 | 13.315 | 8.296 | 0.298 | 11.151 |
| ISABROWN | | 70.800 | 77.629 | 11.191 | 9.081 | 0.320 | 11.340 |
| ISABROWN | | 66.500 | 75.516 | 7.480 | 8.191 | 0.320 | 10.817 |
| ISABROWN | | 56.900 | 74.170 | 8.124 | | | |
| ISABROWN | | 51.500 | 77.040 | 10.366 | | | |
| ISABROWN | | 57.500 | 74.063 | 6.503 | 8.302 | 0.323 | 11.123 |
| ISABROWN | | 61.200 | 76.507 | 7.159 | | | |
| ISABROWN | | 65.900 | 73.853 | 12.219 | | | |
| ISABROWN | | 58.000 | 78.422 | 10.070 | 7.560 | 0.283 | 10.586 |
| ISABROWN | | 64.000 | 74.349 | 8.804 | 8.243 | 0.300 | 10.848 |
| ISABROWN | | 67.900 | 76.557 | 11.783 | | | |
| ISABROWN | | 66.600 | 72.887 | 8.819 | 8.702 | 0.305 | 11.233 |
| ISABROWN | | 63.200 | 76.377 | 9.316 | | | |
| ISABROWN | | 58.900 | 74.965 | 11.069 | | | |
| ISABROWN | | 56.700 | 75.009 | 7.733 | 7.840 | 0.285 | 11.392 |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Peso (g) | Índice de forma | Índice de color de la cáscara | Índice de deposición | Espesor de la cáscara (mm) | Porcentaje de cáscara |
|-----------------|----------------|----------|-----------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| ISABROWN | | 63.900 | 74.851 | 10.762 | | | |
| ISABROWN | | 65.500 | 76.380 | 8.117 | | | |
| ISABROWN | | 63.700 | 76.745 | 6.849 | 8.614 | 0.323 | 11.113 |
| ISABROWN | | 51.500 | 74.885 | 12.048 | 9.384 | 0.330 | 13.181 |
| ISABROWN | | 78.300 | 75.717 | 10.394 | 8.458 | 0.337 | 10.230 |
| ISABROWN | | 69.800 | 75.401 | 12.005 | 8.196 | 0.313 | 10.693 |
| ISABROWN | | 74.900 | 76.447 | 8.303 | 8.126 | 0.270 | 10.010 |
| ISABROWN | | 62.700 | 78.873 | 8.968 | 8.590 | 0.253 | 10.935 |
| ISABROWN | | 54.500 | 78.886 | 7.819 | 7.835 | 0.300 | 10.614 |
| ISABROWN | | 58.100 | 80.414 | 7.957 | 8.159 | 0.215 | 10.678 |
| ISABROWN | | 66.700 | 71.489 | 9.349 | 9.041 | 0.340 | 12.077 |
| ISABROWN | | 63.600 | 78.018 | 12.247 | 9.235 | 0.315 | 11.862 |
| ISABROWN | | 64.000 | 78.491 | 10.021 | 5.983 | 0.145 | 8.419 |
| ISABROWN | | 63.600 | 78.073 | 8.342 | 8.526 | 0.235 | 10.986 |
| ISABROWN | | 58.900 | 80.282 | 10.121 | 8.023 | 0.240 | 10.743 |
| ISABROWN | | 60.900 | 80.691 | 7.479 | 8.903 | 0.285 | 11.892 |
| ISABROWN | | 74.100 | 80.610 | 12.044 | 7.718 | 0.278 | 10.079 |
| ISABROWN | | 66.100 | 75.270 | 8.551 | 8.545 | 0.253 | 10.909 |
| ISABROWN | | 64.700 | 76.928 | 8.758 | 8.098 | 0.280 | 10.395 |
| ISABROWN | | 68.100 | 76.924 | 12.479 | 8.525 | 0.315 | 11.821 |
| ISABROWN | | 60.100 | 79.819 | 14.005 | 8.850 | 0.245 | 12.220 |
| ISABROWN | | 58.700 | 77.917 | 7.731 | 8.761 | 0.235 | 11.857 |
| ISABROWN | | 68.300 | 78.127 | 8.207 | | | |
| ISABROWN | | 66.100 | 76.444 | 9.921 | | | |
| ISABROWN | | 55.200 | 77.005 | 6.967 | | | |
| ISABROWN | | 65.800 | 77.143 | 10.116 | | | |
| ISABROWN | | 58.800 | 75.035 | 7.674 | | | |
| ISABROWN | | 70.800 | 77.372 | 9.683 | | | |
| ISABROWN | | 65.500 | 76.230 | 9.928 | | | |
| ISABROWN | | 59.400 | 78.407 | 8.191 | | | |
| ISABROWN | | 55.000 | 78.138 | 11.926 | | | |
| ISABROWN | | 59.900 | 78.375 | 8.225 | | | |
| ISABROWN | | 58.200 | 77.078 | 10.233 | | | |
| ISABROWN | | 59.500 | 75.009 | 9.989 | | | |
| ISABROWN | | 64.000 | 75.235 | 12.594 | 7.910 | 0.367 | 9.560 |
| ISABROWN | | 63.400 | 74.090 | 14.183 | 8.799 | 0.288 | 10.738 |
| ISABROWN | | 55.100 | 79.657 | 13.216 | 7.874 | 0.253 | 10.066 |
| ISABROWN | | 67.000 | 66.904 | 14.742 | 8.478 | 0.255 | 10.157 |
| ISABROWN | | 57.600 | 79.933 | 13.739 | 9.902 | 0.305 | 12.345 |

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Peso (g) | Índice de forma | Índice de color de la cáscara | Índice de deposición | Espesor de la cáscara (mm) | Porcentaje de cáscara |
|-----------------|----------------|----------|-----------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| ISABROWN | | 64.200 | 79.740 | 14.316 | 8.970 | 0.278 | 11.213 |
| ISABROWN | | 64.600 | 78.392 | 13.387 | 8.695 | 0.285 | 10.695 |
| ISABROWN | | 59.500 | 83.312 | 15.069 | 7.866 | 0.258 | 9.781 |
| ISABROWN | | 63.000 | 76.184 | 12.745 | 8.127 | 0.225 | 10.048 |
| ISABROWN | | 63.500 | 75.240 | 14.234 | 8.614 | 0.315 | 10.840 |
| ISABROWN | | 57.000 | 78.787 | 14.643 | 9.415 | 0.313 | 11.973 |
| ISABROWN | | 55.200 | 74.717 | 13.255 | 8.760 | 0.283 | 11.597 |
| ISABROWN | | 59.200 | 72.845 | 14.585 | 8.039 | 0.270 | 10.040 |
| ISABROWN | | 60.000 | 78.276 | 12.948 | 8.749 | 0.298 | 10.806 |
| ISABROWN | | 65.500 | 82.611 | 24.092 | 8.877 | 0.310 | 10.995 |
| ISABROWN | | 61.900 | 80.441 | 12.866 | 8.768 | 0.300 | 10.891 |
| ISABROWN | | 73.700 | 78.406 | 12.944 | 9.992 | 0.330 | 11.890 |
| ISABROWN | | 58.000 | 75.544 | 10.802 | 8.726 | 0.285 | 11.007 |
| ISABROWN | | 72.100 | 66.536 | 7.915 | 8.213 | 0.383 | 9.936 |
| ISABROWN | | 83.000 | 71.922 | 9.348 | 9.132 | 0.325 | 10.804 |
| ISABROWN | | 73.900 | 71.891 | 12.838 | 7.272 | 0.298 | 9.131 |
| ISABROWN | | 77.000 | 75.656 | 10.503 | 7.881 | 0.290 | 9.448 |
| ISABROWN | | 79.600 | 74.941 | 12.402 | 8.186 | 0.305 | 9.828 |
| ISABROWN | | 81.300 | 76.935 | 13.597 | 8.104 | 0.285 | 9.663 |
| ISABROWN | | 76.500 | 79.240 | 13.775 | 7.665 | 0.275 | 9.229 |
| ISABROWN | | 71.600 | 63.092 | 14.461 | 8.257 | 0.328 | 11.345 |
| ISABROWN | | 76.100 | 78.084 | 15.530 | 8.464 | 0.310 | 10.225 |
| ISABROWN | | 76.600 | 75.367 | 14.750 | 8.789 | 0.315 | 10.779 |
| ISABROWN | | 81.400 | 77.092 | 11.206 | 8.986 | 0.338 | 10.853 |
| ISABROWN | | 70.400 | 73.352 | 12.763 | 8.206 | 0.300 | 10.991 |
| ISABROWN | | 80.300 | 70.081 | 18.672 | 8.011 | 0.303 | 10.125 |
| ISABROWN | | 74.700 | 73.156 | 14.067 | 7.542 | 0.278 | 9.501 |
| ISABROWN | | 75.200 | 69.299 | 7.947 | 7.610 | 0.265 | 9.113 |
| ISABROWN | | 75.500 | 75.677 | 10.302 | | | |
| ISABROWN | | 74.600 | 70.611 | 14.147 | 9.589 | 0.350 | 12.202 |
| ISABROWN | | 75.300 | 72.948 | 13.599 | 9.181 | 0.333 | 11.097 |
| ISABROWN | | 65.200 | 71.615 | 7.309 | 8.032 | 0.380 | 10.383 |
| ISABROWN | | 70.300 | 77.231 | 9.378 | 8.341 | 0.303 | 10.654 |
| ISABROWN | | 70.300 | 76.134 | 11.035 | 8.891 | 0.320 | 11.646 |
| ISABROWN | | 75.000 | 75.385 | 6.242 | 8.575 | 0.325 | 11.104 |
| ISABROWN | | 70.100 | 76.680 | 9.539 | | | |
| ISABROWN | | 58.000 | 75.869 | 12.497 | 9.269 | 0.343 | 12.543 |
| ISABROWN | | 57.800 | 76.197 | 8.450 | 8.195 | 0.308 | 11.156 |
| ISABROWN | | 67.600 | 74.503 | 6.333 | | | |

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Peso (g) | Índice de forma | Índice de color de la cáscara | Índice de deposición | Espesor de la cáscara (mm) | Porcentaje de cáscara |
|-----------------|----------------|----------|-----------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| ISABROWN | | 64.800 | 73.037 | 5.741 | 8.637 | 0.310 | 11.685 |
| ISABROWN | | 62.700 | 73.884 | 11.849 | 8.894 | 0.315 | 11.829 |
| ISABROWN | | 73.500 | 76.620 | 12.149 | 8.993 | 0.340 | 12.039 |
| ISABROWN | | 69.800 | 78.006 | 11.459 | 8.551 | 0.308 | 11.225 |
| ISABROWN | | 74.200 | 78.519 | 9.807 | 9.589 | 0.350 | 11.961 |
| ISABROWN | | 68.300 | 80.288 | 11.718 | 7.829 | 0.285 | 10.448 |
| ISABROWN | | 55.300 | 71.957 | 14.811 | 8.003 | 0.305 | 11.904 |
| ISABROWN | | 74.100 | 74.996 | 9.693 | 8.739 | 0.323 | 11.668 |
| ISABROWN | | 66.200 | 74.183 | 7.849 | 9.247 | 0.338 | 12.909 |
| ISABROWN | | 73.900 | 72.665 | 14.362 | | | |
| ISABROWN | | 71.300 | 75.029 | 8.471 | | | |
| ISABROWN | | 62.800 | 75.397 | 7.107 | | | |
| ISABROWN | | 65.900 | 74.262 | 11.758 | | | |
| ISABROWN | | 67.000 | 79.815 | 5.543 | | | |
| ISABROWN | | 71.300 | 80.283 | 4.864 | 9.646 | 0.355 | 12.839 |
| ISABROWN | | 71.500 | 80.621 | 5.626 | | | |
| ISABROWN | | 66.300 | 70.985 | 5.480 | 8.721 | 0.343 | 12.404 |
| ISABROWN | | 52.900 | | | | | |
| ISABROWN | | 57.100 | | | | | |
| ISABROWN | | 62.700 | | | | | |
| ISABROWN | | 59.500 | | | | | |
| ISABROWN | | 63.600 | | | | | |
| ISABROWN | | 59.700 | | | | | |
| ISABROWN | | 56.700 | | | | | |
| ISABROWN | | 57.100 | | | | | |
| ISABROWN | | 55.400 | | | | | |
| ISABROWN | | 57.900 | | | | | |
| ISABROWN | | 65.900 | | | | | |
| ISABROWN | | 57.700 | | | | | |
| ISABROWN | | 58.700 | | | | | |
| ISABROWN | | 64.300 | | | | | |
| ISABROWN | | 62.500 | | | | | |
| ISABROWN | | 65.000 | | | | | |
| ISABROWN | | 58.600 | | | | | |
| ISABROWN | | 70.200 | | | | | |
| ISABROWN | | 57.600 | | | | | |
| ISABROWN | | 46.300 | | | | | |
| ISABROWN | | 57.200 | | | | | |
| ISABROWN | | 58.400 | | | | | |

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Peso (g) | Índice de forma | Índice de color de la cáscara | Índice de deposición | Espesor de la cáscara (mm) | Porcentaje de cáscara |
|-----------------|----------------|----------|-----------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| ISABROWN | | 61.200 | | | | | |
| ISABROWN | | 57.300 | | | | | |
| ISABROWN | | 58.400 | | | | | |
| ISABROWN | | 59.800 | | | | | |
| ISABROWN | | 66.300 | | | | | |
| ISABROWN | | 65.700 | | | | | |
| ISABROWN | | 58.500 | | | | | |
| ISABROWN | | 64.700 | | | | | |
| ISABROWN | | 64.800 | | | | | |
| ISABROWN | | 59.300 | | | | | |
| ISABROWN | | 56.000 | | | | | |
| ISABROWN | | 61.700 | | | | | |
| ISABROWN | | 59.600 | | | | | |
| ISABROWN | | 60.100 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 72.000 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 73.000 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 66.700 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 71.200 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 75.000 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 77.100 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 67.300 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 84.400 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 66.500 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 72.000 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 72.200 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 65.100 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 67.600 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 66.900 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 71.300 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 71.800 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 69.500 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 74.500 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 75.300 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 62.100 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 68.300 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 55.200 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 50.500 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 52.900 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 49.300 | | | | | |

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Peso (g) | Índice de forma | Índice de color de la cáscara | Índice de deposición | Espesor de la cáscara (mm) | Porcentaje de cáscara |
|-----------------|----------------|----------|-----------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| | | 47.000 | | | | | |
| | | 46.600 | | | | | |
| | | 52.300 | | | | | |
| | | 50.200 | | | | | |
| | | 45.600 | | | | | |
| | | 52.900 | | | | | |
| | | 53.500 | | | | | |
| | | 46.800 | | | | | |
| | | 53.200 | | | | | |
| | | 55.400 | | | | | |
| | | 48.800 | | | | | |
| | | 54.700 | | | | | |
| | | 47.800 | | | | | |
| | | 52.500 | | | | | |
| | | 49.700 | | | | | |
| | | 52.900 | | | | | |
| | | 50.500 | | | | | |
| | | 49.300 | | | | | |
| | | 47.000 | | | | | |
| | | 46.600 | | | | | |
| | | 52.300 | | | | | |
| | | 50.200 | | | | | |
| | | 45.600 | | | | | |
| | | 52.900 | | | | | |
| | | 53.500 | | | | | |
| | | 46.800 | | | | | |
| | | 53.200 | | | | | |
| | | 55.400 | | | | | |
| | | 48.800 | | | | | |
| | | 54.700 | | | | | |
| | | 47.800 | | | | | |
| | | 52.500 | | | | | |
| | | 49.700 | | | | | |
| | | 44.800 | | | | | |
| | | 41.700 | | | | | |
| | | 49.300 | | | | | |
| | | 43.100 | | | | | |
| | | 60.300 | | | | | |
| | | 56.200 | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| HYLINE | | | | | | | |
| ISABROWN | | | | | | | |
| ISABROWN | | | | | | | |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Peso (g) | Índice de forma | Índice de color de la cáscara | Índice de deposición | Espesor de la cáscara (mm) | Porcentaje de cáscara |
|-----------------|----------------|----------|-----------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|
| ISABROWN | | 57.100 | | | | | |
| ISABROWN | | 62.700 | | | | | |
| ISABROWN | | 69.300 | | | | | |
| ISABROWN | | 60.800 | | | | | |
| ISABROWN | | 60.400 | | | | | |
| ISABROWN | | 58.600 | | | | | |
| ISABROWN | | 55.200 | | | | | |
| ISABROWN | | 58.900 | | | | | |
| ISABROWN | | 59.900 | | | | | |
| ISABROWN | | 62.900 | | | | | |
| ISABROWN | | 62.000 | | | | | |
| ISABROWN | | 55.700 | | | | | |
| ISABROWN | | 64.300 | | | | | |
| ISABROWN | | 63.700 | | | | | |
| ISABROWN | | 61.900 | | | | | |
| ISABROWN | | 57.400 | | | | | |
| ISABROWN | | 55.600 | | | | | |
| ISABROWN | | 51.600 | | | | | |
| ISABROWN | | 70.700 | | | | | |
| ISABROWN | 30 | 53.640 | 76.841 | 5.619 | 6.706 | 0.283 | 8.322 |
| ISABROWN | 30 | 67.948 | 71.010 | 8.168 | 7.449 | 0.288 | 8.543 |
| ISABROWN | 30 | 65.620 | 75.577 | 7.822 | 8.446 | 0.365 | 9.800 |
| ISABROWN | 30 | 60.637 | 72.202 | 5.635 | 7.699 | 0.298 | 9.171 |
| ISABROWN | 30 | 63.565 | 77.429 | 5.954 | 9.088 | 0.310 | 10.657 |
| ISABROWN | 30 | 62.544 | 77.596 | 8.052 | 6.494 | 0.248 | 7.657 |
| ISABROWN | 30 | 66.171 | 72.570 | 6.013 | 8.168 | 0.328 | 9.451 |
| ISABROWN | 30 | 60.488 | 80.244 | 6.488 | 8.363 | 0.353 | 9.971 |
| ISABROWN | 30 | 59.206 | 74.504 | 5.839 | 8.475 | 0.343 | 10.176 |
| ISABROWN | 30 | 56.298 | 77.477 | 5.860 | 6.450 | 0.300 | 7.876 |
| ISABROWN | 30 | 65.478 | 75.411 | 5.958 | 7.647 | 0.300 | 8.879 |
| ISABROWN | 30 | 65.581 | 73.124 | 6.319 | 7.990 | 0.328 | 9.273 |
| ISABROWN | 30 | 57.667 | 78.569 | 5.062 | 6.980 | 0.283 | 8.455 |
| ISABROWN | 30 | 62.657 | 74.277 | 4.595 | 7.855 | 0.250 | 9.255 |
| ISABROWN | 30 | 66.379 | 77.578 | 5.649 | 7.320 | 0.235 | 8.461 |
| ISABROWN | 30 | 51.190 | 77.086 | 5.933 | 8.044 | 0.268 | 10.139 |
| ISABROWN | 30 | 64.694 | 78.486 | 4.955 | 8.251 | 0.283 | 9.619 |
| ISABROWN | 30 | 53.197 | 75.943 | 8.205 | 8.260 | 0.275 | 10.279 |
| ISABROWN | 30 | 51.153 | 73.248 | 3.857 | 6.220 | 0.260 | 7.841 |

Tabla 61. Valores de los parámetros de calidad interna de los huevos convencionales analizados.

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Unidades Haugh | Índice de albumen | | %albumen | | %albumen total | %yema | Índice de yema | Índice de color de la yema | Valor Roche |
|-----------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------------|----------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------------------|-------------|
| | | | denso | Índice de albumen denso | denso | %albumen denso | | | | | |
| . | . | 87.661 | 0.434 | 45.678 | 66.897 | 23.990 | 48.989 | 4.658 | 13 | | |
| . | . | 90.045 | 0.496 | 37.818 | 63.971 | 26.222 | 48.633 | 2.499 | 12 | | |
| . | . | 90.582 | 0.467 | 59.768 | 63.510 | 24.871 | 49.523 | 3.685 | 12 | | |
| . | . | 90.335 | 0.405 | 35.737 | 66.708 | 22.051 | 51.621 | 3.581 | 13 | | |
| . | . | 84.604 | 0.284 | 59.002 | 69.527 | 20.819 | 49.372 | 3.384 | 12 | | |
| . | . | 90.278 | 0.464 | 54.147 | 61.094 | 28.811 | 45.678 | 2.871 | 13 | | |
| . | . | 93.592 | 0.531 | 58.921 | 66.775 | 23.270 | 51.534 | 4.718 | 14 | | |
| . | . | 98.886 | 0.601 | 62.981 | 68.433 | 22.885 | 55.027 | 4.673 | 14 | | |
| . | . | 92.381 | 0.464 | 52.144 | 64.321 | 26.558 | 49.384 | 4.263 | 12 | | |
| . | . | 83.148 | 0.343 | 57.332 | 63.834 | 26.125 | 46.740 | 5.115 | 13 | | |
| . | . | 90.754 | 0.414 | 67.708 | 63.730 | 27.018 | 52.582 | 4.012 | 13 | | |
| . | . | 73.343 | 0.268 | 49.802 | 67.029 | 22.735 | 49.520 | 3.691 | 11 | | |
| . | . | 89.937 | 0.504 | 55.339 | 63.649 | 26.052 | 52.207 | 2.722 | 12 | | |
| . | . | 92.171 | 0.446 | 51.611 | 64.623 | 26.156 | 54.380 | 4.254 | 13 | | |
| . | . | 90.735 | 0.511 | 53.087 | 61.443 | 28.668 | 45.389 | 3.282 | 12 | | |
| . | . | 87.973 | 0.415 | 54.165 | 66.130 | 23.756 | 50.942 | 3.631 | 13 | | |
| . | . | 83.301 | 0.314 | 58.837 | 64.383 | 25.500 | 45.415 | 2.784 | 14 | | |
| . | . | 85.513 | 0.371 | 63.104 | 65.484 | 24.301 | 47.208 | 3.151 | 13 | | |
| HYLINE | 44 | 87.661 | 0.434 | 45.678 | 66.897 | 23.990 | 48.989 | 4.658 | 13 | | |
| HYLINE | 44 | 90.045 | 0.496 | 37.818 | 63.971 | 26.222 | 48.633 | 2.499 | 12 | | |
| HYLINE | 44 | 90.582 | 0.467 | 59.768 | 63.510 | 24.871 | 49.523 | 3.685 | 12 | | |
| HYLINE | 44 | 90.335 | 0.405 | 35.737 | 66.708 | 22.051 | 51.621 | 3.581 | 13 | | |
| HYLINE | 44 | 84.604 | 0.284 | 59.002 | 69.527 | 20.819 | 49.372 | 3.384 | 12 | | |
| HYLINE | 44 | 90.278 | 0.464 | 54.147 | 61.094 | 28.811 | 45.678 | 2.871 | 13 | | |
| HYLINE | 44 | 93.592 | 0.531 | 58.921 | 66.775 | 23.270 | 51.534 | 4.718 | 14 | | |
| HYLINE | 44 | 98.886 | 0.601 | 62.981 | 68.433 | 22.885 | 55.027 | 4.673 | 14 | | |
| HYLINE | 44 | 92.381 | 0.464 | 52.144 | 64.321 | 26.558 | 49.384 | 4.263 | 12 | | |
| HYLINE | 44 | 83.148 | 0.343 | 57.332 | 63.834 | 26.125 | 46.740 | 5.115 | 13 | | |
| HYLINE | 44 | 90.754 | 0.414 | 67.708 | 63.730 | 27.018 | 52.582 | 4.012 | 13 | | |
| HYLINE | 44 | 73.343 | 0.268 | 49.802 | 67.029 | 22.735 | 49.520 | 3.691 | 11 | | |
| HYLINE | 44 | 89.937 | 0.504 | 55.339 | 63.649 | 26.052 | 52.207 | 2.722 | 12 | | |
| HYLINE | 44 | 92.171 | 0.446 | 51.611 | 64.623 | 26.156 | 54.380 | 4.254 | 13 | | |
| HYLINE | 44 | 90.735 | 0.511 | 53.087 | 61.443 | 28.668 | 45.389 | 3.282 | 12 | | |
| HYLINE | 44 | 87.973 | 0.415 | 54.165 | 66.130 | 23.756 | 50.942 | 3.631 | 13 | | |
| HYLINE | 44 | 83.301 | 0.314 | 58.837 | 64.383 | 25.500 | 45.415 | 2.784 | 14 | | |
| HYLINE | 44 | 85.513 | 0.371 | 63.104 | 65.484 | 24.301 | 47.208 | 3.151 | 13 | | |
| ISABROWN | 101 | 75.877 | | | | | | | | | |
| ISABROWN | 101 | 74.577 | 0.262 | 62.431 | 70.552 | 21.283 | 33.964 | 3.076 | 12 | | |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Unidades Haugh | Índice de albumen denso | %albumen denso | %albumen total | %yema | Índice de yema | Índice de color de la yema | Valor Roche |
|-----------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------|--------|----------------|----------------------------|-------------|
| ISABROWN | 101 | 66.260 | 0.295 | 60.571 | 70.913 | 19.844 | 31.815 | 2.038 | 13 |
| ISABROWN | 101 | 85.971 | 0.414 | 58.822 | 64.994 | 25.711 | 51.650 | 1.688 | 12 |
| ISABROWN | 101 | 82.199 | 0.360 | 58.904 | 64.922 | 26.795 | 50.697 | 3.980 | 14 |
| ISABROWN | 101 | 86.852 | 0.369 | 49.953 | 62.998 | 26.212 | 59.245 | 3.471 | 14 |
| ISABROWN | 101 | 60.667 | 0.115 | 45.862 | 63.569 | 26.759 | 45.621 | 0.356 | 11 |
| ISABROWN | 101 | 52.604 | 0.102 | 58.116 | 65.702 | 24.400 | 48.501 | 4.048 | 12 |
| ISABROWN | 101 | 66.528 | 0.177 | 58.685 | 68.060 | 22.682 | 46.548 | 2.864 | 11 |
| ISABROWN | 101 | 64.883 | 0.142 | 58.591 | 64.929 | 25.439 | 47.420 | 3.464 | 12 |
| ISABROWN | 101 | 78.500 | 0.267 | 60.328 | 65.794 | 25.394 | 48.450 | 3.112 | 12 |
| ISABROWN | 101 | 83.134 | 0.331 | 56.822 | 62.716 | 28.593 | 47.656 | 3.402 | 13 |
| ISABROWN | 101 | 86.401 | 0.388 | 52.956 | 63.516 | 27.689 | 49.647 | 3.243 | 13 |
| ISABROWN | 101 | 71.006 | 0.165 | 60.231 | 67.581 | 23.487 | 52.453 | 3.245 | 12 |
| ISABROWN | 101 | 82.947 | 0.277 | 56.258 | 66.116 | 24.645 | 48.584 | 2.090 | 12 |
| ISABROWN | 101 | 76.111 | 0.222 | 58.214 | 63.847 | 25.981 | 49.398 | 2.260 | 13 |
| ISABROWN | 101 | 74.614 | 0.206 | 56.398 | 66.344 | 24.096 | 51.452 | 2.289 | 11 |
| ISABROWN | 101 | 63.077 | 0.134 | 59.951 | 67.366 | 22.949 | 45.543 | 2.227 | 12 |
| ISABROWN | 101 | 77.493 | 0.229 | 53.667 | 66.248 | 24.125 | 51.456 | 3.092 | 13 |
| LOHMANN | 23 | 100.725 | 0.522 | 60.328 | 71.504 | 19.207 | 58.150 | 3.288 | 13 |
| LOHMANN | 23 | 91.287 | 0.473 | 62.013 | 66.942 | 22.945 | 55.372 | 4.146 | 13 |
| LOHMANN | 23 | 108.617 | 0.816 | 64.428 | 72.422 | 19.061 | 62.325 | 3.083 | 12 |
| LOHMANN | 23 | 96.882 | 0.588 | 60.192 | 69.412 | 21.084 | 70.393 | 3.872 | 14 |
| LOHMANN | 23 | 93.622 | 0.448 | 60.742 | 69.706 | 21.508 | 53.573 | 2.825 | 13 |
| LOHMANN | 23 | 103.939 | 0.915 | 57.288 | 67.316 | 23.542 | 54.917 | 3.055 | 12 |
| LOHMANN | 23 | 90.378 | 0.400 | 55.500 | 68.171 | 23.054 | 60.173 | 3.943 | 13 |
| LOHMANN | 23 | 78.858 | 0.236 | 59.200 | 67.501 | 22.180 | 55.351 | 3.718 | 13 |
| LOHMANN | 23 | 97.886 | 0.444 | 63.568 | 70.003 | 20.149 | 53.928 | 3.248 | 12 |
| LOHMANN | 23 | 92.144 | 0.416 | 62.778 | 71.365 | 20.237 | 56.105 | 4.063 | 13 |
| LOHMANN | 23 | 99.530 | 0.664 | 62.288 | 67.542 | 23.097 | 50.482 | 2.596 | 12 |
| LOHMANN | 23 | 90.514 | 0.359 | 62.323 | 68.440 | 22.396 | 65.763 | 3.437 | 13 |
| LOHMANN | 23 | 82.210 | 0.234 | 62.651 | 69.509 | 20.142 | 60.942 | 3.037 | 12 |
| LOHMANN | 23 | 85.597 | 0.289 | 59.129 | 68.094 | 22.694 | 55.984 | 3.978 | 13 |
| LOHMANN | 23 | 93.731 | 0.397 | 66.717 | 64.860 | 24.557 | 60.220 | 3.222 | 13 |
| LOHMANN | 23 | 99.417 | 0.485 | 59.131 | 70.322 | 20.833 | 63.652 | 2.860 | 13 |
| LOHMANN | 23 | 93.075 | 0.425 | 62.360 | 68.122 | 21.028 | 57.530 | 4.210 | 12 |
| LOHMANN | 23 | 90.929 | 0.450 | 61.189 | 65.736 | 24.506 | 55.390 | 1.506 | 11 |
| LOHMANN | 71 | 85.703 | 0.321 | 55.313 | 67.870 | 23.435 | 51.577 | 3.461 | 13 |
| LOHMANN | 71 | 88.165 | 0.404 | 57.234 | 65.028 | 25.687 | 79.245 | 2.669 | 12 |
| LOHMANN | 71 | 78.525 | 0.335 | 58.034 | 62.490 | 27.824 | 75.320 | 3.830 | 13 |
| LOHMANN | 71 | 84.156 | 0.307 | 60.113 | 69.361 | 22.683 | 52.022 | 2.362 | 12 |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Unidades Haugh | Índice de albumen denso | %albumen denso | %albumen total | %yema | Índice de yema | Índice de color de la yema | Valor Roche |
|-----------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------|--------|----------------|----------------------------|-------------|
| LOHMANN | 71 | 91.072 | 0.412 | 62.064 | 66.796 | 24.806 | 49.707 | 3.478 | 13 |
| LOHMANN | 71 | 88.930 | 0.416 | 58.094 | 64.205 | 25.990 | 53.591 | 4.396 | 13 |
| LOHMANN | 71 | 77.510 | 0.249 | 57.587 | 66.440 | 24.507 | 53.633 | 3.998 | 14 |
| LOHMANN | 71 | 89.040 | 0.360 | 59.328 | 65.524 | 25.378 | 51.641 | 2.875 | 12 |
| LOHMANN | 71 | 71.803 | 0.199 | 64.523 | 68.375 | 22.428 | 45.285 | 2.802 | 12 |
| LOHMANN | 71 | 79.895 | 0.295 | 51.903 | 65.308 | 25.411 | 45.345 | 4.827 | 14 |
| LOHMANN | 71 | 91.983 | 0.551 | 58.541 | 60.087 | 31.168 | 52.737 | 4.614 | 13 |
| LOHMANN | 71 | 83.975 | 0.276 | 49.043 | 64.193 | 27.350 | 49.939 | 2.566 | 12 |
| LOHMANN | 71 | 68.139 | 0.223 | 55.317 | 67.219 | 24.690 | 56.130 | 2.099 | 12 |
| LOHMANN | 71 | 76.670 | 0.231 | 56.921 | 63.490 | 27.457 | 53.537 | 1.528 | 11 |
| LOHMANN | 71 | 81.471 | 0.253 | 61.638 | 67.020 | 23.533 | 49.958 | 1.087 | 11 |
| LOHMANN | 71 | 54.699 | 0.157 | 60.607 | 69.517 | 22.654 | 68.332 | 0.742 | 11 |
| LOHMANN | 71 | 71.993 | 0.185 | 57.684 | 65.964 | 26.133 | 49.541 | 0.248 | 13 |
| LOHMANN | 71 | 81.145 | 0.276 | 57.782 | 68.472 | 23.352 | 49.545 | 2.541 | 12 |
| LOHMANN | 71 | 97.377 | 0.550 | 44.494 | 65.262 | 25.725 | 57.536 | 3.048 | 12 |
| LOHMANN | 71 | 63.202 | 0.145 | 54.070 | 60.541 | 29.447 | 50.801 | 3.644 | 13 |
| LOHMANN | 71 | 87.488 | 0.351 | 54.501 | 63.568 | 26.961 | 46.166 | 1.996 | 11 |
| LOHMANN | 71 | 87.668 | 0.406 | 57.108 | 64.655 | 25.778 | 51.292 | 2.170 | 11 |
| LOHMANN | 71 | 87.608 | 0.351 | 62.236 | 66.205 | 24.434 | 46.813 | 2.862 | 12 |
| LOHMANN | 71 | 74.874 | 0.218 | 81.139 | 63.616 | 26.937 | 49.930 | 3.835 | 12 |
| LOHMANN | 71 | 89.278 | 0.415 | 58.976 | 64.553 | 26.071 | 47.000 | 2.831 | 12 |
| LOHMANN | 71 | 63.719 | 0.163 | 61.428 | 70.116 | 21.456 | 48.788 | 3.346 | 13 |
| LOHMANN | 71 | 67.172 | 0.125 | 59.246 | 65.853 | 24.642 | 50.737 | 4.872 | 14 |
| LOHMANN | 71 | 92.247 | 0.504 | 57.232 | 63.560 | 27.633 | 46.957 | 3.876 | 13 |
| LOHMANN | 71 | 80.686 | 0.269 | 53.787 | 63.782 | 26.597 | 49.729 | 3.397 | 13 |
| LOHMANN | 71 | 66.403 | 0.219 | 52.350 | 68.230 | 23.060 | 46.645 | 3.894 | 13 |
| LOHMANN | 71 | 79.002 | 0.272 | 57.806 | 65.341 | 25.631 | 50.148 | 4.112 | 12 |
| LOHMANN | 71 | 80.852 | 0.256 | 59.879 | 67.196 | 24.919 | 52.093 | 2.980 | 13 |
| LOHMANN | 71 | 80.342 | 0.263 | 57.959 | 66.645 | 24.102 | 55.946 | 2.404 | 12 |
| LOHMANN | 71 | 98.137 | 0.527 | 61.226 | 68.456 | 24.088 | 63.680 | 2.827 | 11 |
| LOHMANN | 71 | 77.147 | 0.199 | 58.662 | 66.119 | 24.179 | 53.750 | 2.649 | 12 |
| LOHMANN | 24 | 83.357 | 0.273 | 60.449 | 70.965 | 19.445 | 53.840 | 3.620 | 12 |
| LOHMANN | 24 | 96.662 | 0.465 | 62.693 | 69.811 | 20.380 | 58.096 | 5.374 | 14 |
| LOHMANN | 24 | 105.092 | 0.770 | 61.722 | 71.518 | 20.254 | 59.548 | 3.315 | 13 |
| LOHMANN | 24 | 94.280 | 0.455 | 61.511 | 66.897 | 23.409 | 55.790 | 4.416 | 12 |
| LOHMANN | 24 | 100.123 | 0.621 | 59.418 | 64.832 | 24.055 | 58.455 | 3.613 | 12 |
| LOHMANN | 24 | 102.594 | 0.758 | 60.284 | 69.153 | 20.895 | 46.612 | 2.289 | 11 |
| LOHMANN | 24 | 105.166 | 0.710 | 52.848 | 67.156 | 22.688 | 62.020 | 1.548 | 9 |
| LOHMANN | 24 | 97.382 | 0.551 | 59.123 | 67.648 | 22.017 | 57.435 | 3.046 | 12 |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Unidades Haugh | Índice de albumen denso | %albumen denso | %albumen total | %yema | Índice de yema | Índice de color de la yema | Valor Roche |
|-----------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------|--------|----------------|----------------------------|-------------|
| LOHMANN | 24 | 95.881 | 0.483 | 64.067 | 69.296 | 21.035 | 58.250 | 3.638 | 11 |
| LOHMANN | 24 | 107.702 | 0.775 | 63.435 | 70.341 | 20.276 | 59.582 | 2.095 | 9 |
| LOHMANN | 24 | 87.892 | 0.381 | 58.153 | 64.119 | 25.044 | 57.008 | 2.937 | 11 |
| LOHMANN | 24 | 90.156 | 0.422 | 62.228 | 68.485 | 21.617 | 56.264 | 4.778 | 13 |
| LOHMANN | 24 | 97.191 | 0.502 | 59.979 | 67.357 | 23.056 | 53.491 | 2.924 | 12 |
| LOHMANN | 24 | 107.706 | 0.887 | 63.162 | 68.990 | 21.684 | 59.152 | 1.634 | 11 |
| LOHMANN | 24 | 110.784 | 1.204 | 61.762 | 68.644 | 22.050 | 63.992 | 2.620 | 11 |
| LOHMANN | 24 | 91.136 | 0.355 | 65.487 | 72.330 | 17.423 | 55.144 | 3.879 | 12 |
| LOHMANN | 24 | 80.542 | 0.268 | 64.094 | 68.731 | 21.782 | 57.549 | 4.183 | 13 |
| LOHMANN | 24 | 94.777 | 0.408 | 65.417 | 70.915 | 19.396 | 54.142 | 3.777 | 12 |
| HYLINE | 58 | 56.450 | 0.124 | 51.460 | 62.689 | 28.152 | 48.104 | 3.963 | 13 |
| HYLINE | 58 | 92.537 | 0.502 | 50.939 | 66.706 | 24.865 | 47.861 | 7.440 | 14 |
| HYLINE | 58 | 90.999 | 0.380 | 69.778 | 63.147 | 28.349 | 51.931 | 3.290 | 13 |
| HYLINE | 58 | 92.681 | 0.488 | 53.425 | 69.748 | 21.454 | 49.883 | 5.828 | 13 |
| HYLINE | 58 | 85.373 | 0.280 | 70.640 | 65.951 | 25.341 | 53.786 | 5.230 | 12 |
| HYLINE | 58 | 94.794 | 0.479 | 71.755 | 64.543 | 27.068 | 50.917 | 5.031 | 14 |
| HYLINE | 58 | 82.962 | 0.349 | 59.933 | 65.725 | 24.652 | 52.437 | 5.199 | 13 |
| HYLINE | 58 | 92.798 | 0.406 | 67.461 | 66.448 | 24.354 | 49.484 | 3.841 | 12 |
| HYLINE | 58 | 90.875 | 0.457 | 57.864 | 67.543 | 23.616 | 48.388 | 3.760 | 13 |
| HYLINE | 58 | 95.511 | 0.477 | 69.418 | 62.676 | 26.997 | 51.776 | 4.452 | 13 |
| HYLINE | 58 | 95.429 | 0.529 | 51.535 | 70.298 | 20.379 | 53.987 | 4.924 | 14 |
| HYLINE | 58 | 82.826 | 0.365 | 50.848 | 68.637 | 22.078 | 46.008 | 3.274 | 12 |
| HYLINE | 58 | 65.672 | 0.188 | 57.849 | 64.979 | 25.475 | 43.305 | 6.749 | 15 |
| HYLINE | 58 | 86.256 | 0.332 | 59.467 | 65.375 | 24.490 | 48.292 | 5.539 | 14 |
| HYLINE | 58 | 97.112 | 0.548 | 54.790 | 68.962 | 21.720 | 50.457 | 3.814 | 12 |
| HYLINE | 58 | 93.334 | 0.418 | 60.516 | 65.965 | 24.892 | 48.139 | 5.495 | 13 |
| HYLINE | 58 | 93.527 | 0.409 | 64.710 | 64.472 | 27.103 | 48.243 | 4.188 | 13 |
| HYLINE | 58 | 104.250 | 0.741 | 56.664 | 62.715 | 27.727 | 51.296 | 5.730 | 13 |
| HYLINE | 63 | 93.155 | 0.469 | 54.360 | 65.282 | 24.138 | 48.516 | 3.229 | 12 |
| HYLINE | 63 | 92.327 | 0.454 | 61.628 | 68.760 | 22.554 | 46.990 | 3.997 | 12 |
| HYLINE | 63 | 74.992 | 0.205 | 59.866 | 65.584 | 23.764 | 50.965 | 3.279 | 12 |
| HYLINE | 63 | 87.732 | 0.482 | 55.972 | 63.639 | 26.789 | 51.683 | 3.317 | 13 |
| HYLINE | 63 | 96.814 | 0.526 | 59.823 | 65.655 | 25.184 | 56.344 | 1.841 | 12 |
| HYLINE | 63 | 90.868 | 0.410 | 58.535 | 63.981 | 24.879 | 59.976 | 4.514 | 13 |
| HYLINE | 63 | 76.647 | 0.242 | 55.622 | 62.630 | 28.517 | 44.986 | 4.331 | 12 |
| HYLINE | 63 | 75.042 | 0.217 | 59.028 | 64.744 | 24.228 | 49.891 | 4.466 | 13 |
| HYLINE | 63 | 72.986 | 0.256 | 32.085 | 66.641 | 23.072 | 47.489 | 3.057 | 12 |
| HYLINE | 63 | 84.468 | 0.281 | 63.535 | 70.130 | 20.510 | 49.249 | 3.996 | 13 |
| HYLINE | 63 | 76.875 | 0.210 | 59.034 | 65.227 | 24.432 | 47.976 | 2.910 | 12 |

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Unidades Haugh | Índice de albumen denso | %albumen denso | %albumen total | %yema | Índice de yema | Índice de color de la yema | Valor Roche |
|-----------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------|--------|----------------|----------------------------|-------------|
| HYLINE | 63 | 88.921 | 0.331 | 58.915 | 64.867 | 26.157 | 48.319 | 3.899 | 12 |
| HYLINE | 63 | 93.592 | 0.336 | 58.434 | 65.993 | 25.773 | 50.378 | 4.797 | 13 |
| HYLINE | 63 | 66.817 | 0.282 | 60.604 | 66.985 | 24.446 | 48.467 | 3.855 | 13 |
| HYLINE | 63 | 65.183 | 0.113 | 59.421 | 66.212 | 24.387 | 46.528 | 4.883 | 13 |
| HYLINE | 63 | 72.521 | 0.119 | 60.785 | 67.801 | 22.033 | 42.571 | 4.434 | 14 |
| HYLINE | 63 | 70.225 | 0.170 | 57.158 | 62.797 | 25.496 | 46.098 | 4.243 | 14 |
| HYLINE | 63 | 95.946 | 0.250 | 60.080 | 60.560 | 27.732 | 45.108 | 4.220 | 14 |
| LOHMANN | 26 | 89.266 | 0.383 | 95.934 | 68.859 | 21.820 | 52.145 | 2.293 | 12 |
| LOHMANN | 26 | 94.584 | 0.212 | 47.991 | 70.418 | 18.202 | 57.203 | 2.908 | 12 |
| LOHMANN | 26 | 89.829 | 0.426 | 63.470 | 69.174 | 21.613 | 57.160 | 2.627 | 12 |
| LOHMANN | 26 | 89.829 | 0.373 | 60.053 | 64.769 | 25.692 | 51.928 | 3.853 | 13 |
| LOHMANN | 26 | 64.167 | 0.174 | 58.140 | 66.109 | 24.481 | 58.817 | 2.408 | 12 |
| LOHMANN | 26 | 85.337 | 0.317 | 91.149 | 64.438 | 26.384 | 48.017 | 2.471 | 11 |
| LOHMANN | 26 | 78.870 | 0.224 | 62.955 | 67.813 | 22.410 | 54.620 | 4.265 | 14 |
| LOHMANN | 26 | 72.314 | 0.222 | 62.884 | 67.413 | 22.317 | 49.519 | 2.317 | 11 |
| LOHMANN | 26 | 84.398 | 0.365 | 62.815 | 68.111 | 23.158 | 61.927 | 3.853 | 13 |
| LOHMANN | 26 | 81.960 | 0.248 | 60.972 | 66.883 | 23.011 | 50.269 | 3.328 | 13 |
| LOHMANN | 26 | 77.445 | 0.224 | 60.590 | 66.760 | 23.199 | 53.556 | 5.016 | 13 |
| LOHMANN | 26 | 89.557 | 0.397 | 57.402 | 67.014 | 23.846 | 47.125 | 2.383 | 11 |
| LOHMANN | 26 | 79.365 | 0.229 | 64.961 | 79.753 | 20.247 | 48.923 | 5.507 | 13 |
| LOHMANN | 26 | 80.647 | 0.201 | 66.825 | 68.170 | 22.055 | 52.496 | 3.635 | 12 |
| LOHMANN | 26 | 91.093 | 0.370 | 64.091 | 69.351 | 21.281 | 56.896 | 4.640 | 13 |
| LOHMANN | 26 | 82.038 | 0.367 | 57.958 | 64.128 | 21.690 | 47.053 | 5.430 | 14 |
| LOHMANN | 26 | 81.885 | 0.245 | 64.831 | 70.648 | 18.790 | 54.534 | 4.865 | 13 |
| LOHMANN | 26 | 79.604 | 0.235 | 63.687 | 74.287 | 17.649 | 50.663 | 3.175 | 12 |
| LOHMANN | 26 | 77.560 | 0.220 | 63.366 | 66.134 | 24.824 | 49.095 | 4.837 | 14 |
| LOHMANN | 75 | 85.677 | 0.381 | 53.223 | 62.762 | 27.914 | 47.056 | 3.669 | 12 |
| LOHMANN | 75 | 85.359 | 0.355 | 56.734 | 63.757 | 28.279 | 48.956 | 3.970 | 12 |
| LOHMANN | 75 | 83.288 | 0.293 | 55.649 | 61.782 | 27.994 | 47.850 | 3.530 | 12 |
| LOHMANN | 75 | 71.166 | 0.202 | 43.436 | 74.961 | 18.684 | 50.723 | 4.087 | 13 |
| LOHMANN | 75 | 101.834 | 0.541 | 60.376 | 68.832 | 24.744 | 53.764 | 1.740 | 12 |
| LOHMANN | 75 | 83.692 | 0.242 | 62.007 | 67.755 | 23.389 | 52.286 | 2.115 | 11 |
| LOHMANN | 75 | 78.242 | 0.269 | 58.708 | 64.815 | 26.322 | 49.970 | 5.497 | 12 |
| LOHMANN | 75 | 98.578 | 0.581 | 57.234 | 68.295 | 25.402 | 47.491 | 5.230 | 12 |
| LOHMANN | 75 | 79.499 | 0.252 | 59.425 | 64.594 | 25.131 | 49.675 | 3.559 | 12 |
| LOHMANN | 75 | 80.074 | 0.272 | 57.465 | 62.861 | 27.427 | 48.240 | 1.948 | 9 |
| LOHMANN | 75 | 86.229 | 0.349 | 56.714 | 64.291 | 25.922 | 47.114 | 3.972 | 14 |
| LOHMANN | 75 | 82.979 | 0.351 | 64.069 | 69.250 | 21.880 | 47.076 | 3.677 | 14 |
| LOHMANN | 75 | 90.229 | 0.377 | 63.436 | 69.344 | 21.477 | 49.733 | 3.399 | 12 |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Unidades Haugh | Índice de albumen denso | %albumen denso | %albumen total | %yema | Índice de yema | Índice de color de la yema | Valor Roche |
|-----------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------|--------|----------------|----------------------------|-------------|
| LOHMANN | 75 | 63.693 | 0.136 | 58.515 | 66.494 | 24.673 | 50.711 | 4.556 | 13 |
| LOHMANN | 75 | 73.918 | 0.221 | 63.287 | 66.137 | 23.774 | 43.486 | 4.215 | 12 |
| LOHMANN | 75 | 83.647 | 0.270 | 62.551 | 66.596 | 23.945 | 50.632 | 3.167 | 12 |
| LOHMANN | 75 | 71.798 | 0.191 | | | | 45.295 | 3.120 | 12 |
| LOHMANN | 75 | 86.838 | 0.313 | 59.043 | 64.034 | 25.846 | 49.351 | 4.190 | 12 |
| LOHMANN | 75 | 62.238 | 0.146 | 58.240 | 67.216 | 24.560 | 45.293 | 3.200 | 13 |
| HYLINE | 65 | 96.007 | 0.527 | 55.167 | 65.062 | 26.049 | 55.771 | 4.526 | 13 |
| HYLINE | 65 | 94.155 | 0.515 | 54.698 | 64.931 | 25.595 | 53.086 | 4.752 | 13 |
| HYLINE | 65 | 78.766 | 0.274 | 57.069 | 62.456 | 27.429 | 49.350 | 2.723 | 11 |
| HYLINE | 65 | 95.897 | 0.540 | 58.240 | 63.893 | 27.557 | 53.426 | 4.718 | 14 |
| HYLINE | 65 | 95.934 | 0.525 | 58.568 | 64.751 | 26.113 | 49.108 | 1.900 | 11 |
| HYLINE | 65 | 95.077 | 0.421 | 62.607 | 73.843 | 16.816 | 52.414 | 3.485 | 13 |
| HYLINE | 65 | 81.700 | 0.284 | 31.620 | 64.764 | 26.514 | 49.167 | 1.016 | 10 |
| HYLINE | 65 | 95.138 | 0.441 | 60.300 | 66.410 | 24.121 | 52.205 | 3.557 | 12 |
| HYLINE | 65 | 90.082 | 0.333 | 60.056 | 67.233 | 23.768 | 49.256 | 4.284 | 12 |
| HYLINE | 65 | 88.473 | 0.388 | 58.688 | 64.696 | 26.508 | 50.485 | 3.322 | 11 |
| HYLINE | 65 | 92.625 | 0.413 | 58.911 | 65.432 | 25.319 | 49.590 | 1.606 | 11 |
| HYLINE | 65 | 97.833 | 0.492 | 60.249 | 66.769 | 24.902 | 50.662 | 5.624 | 13 |
| HYLINE | 65 | 72.502 | 0.181 | 60.276 | 67.985 | 24.054 | 51.963 | 0.830 | 13 |
| HYLINE | 65 | 92.016 | 0.478 | 56.227 | 63.638 | 28.205 | 46.169 | 3.815 | 10 |
| HYLINE | 65 | 82.916 | 0.267 | 60.399 | 66.492 | 25.512 | 43.604 | 3.793 | 13 |
| HYLINE | 65 | 71.605 | 0.249 | 59.960 | 66.123 | 25.568 | 47.538 | 0.000 | 12 |
| HYLINE | 65 | 84.728 | 0.334 | 63.110 | 65.745 | 24.692 | 46.072 | 4.463 | 13 |
| HYLINE | 65 | 84.589 | 0.304 | 60.604 | 65.733 | 25.190 | 50.210 | 0.000 | 12 |
| HYLINE | 21 | 98.461 | 0.529 | 60.159 | 70.421 | 20.180 | 50.148 | 4.374 | 11 |
| HYLINE | 21 | 101.121 | 0.570 | 70.186 | 76.139 | 14.401 | 63.008 | 3.015 | 12 |
| HYLINE | 21 | 101.746 | 0.584 | 69.183 | 74.067 | 16.797 | 59.117 | 6.122 | 12 |
| HYLINE | 21 | 88.572 | 0.346 | 61.467 | 66.835 | 22.776 | 57.348 | 3.119 | 12 |
| HYLINE | 21 | 103.605 | 0.606 | 65.230 | 71.666 | 18.700 | 64.029 | 4.461 | 12 |
| HYLINE | 21 | 91.175 | 0.342 | 62.607 | 69.579 | 20.130 | 59.278 | 3.555 | 12 |
| HYLINE | 21 | 93.064 | 0.357 | 69.079 | 76.428 | 15.520 | 56.001 | 1.779 | 11 |
| HYLINE | 21 | 101.359 | 0.615 | 66.658 | 72.213 | 20.070 | 61.794 | 3.146 | 11 |
| HYLINE | 21 | 95.174 | 0.427 | 66.913 | 70.178 | 19.692 | 57.436 | 1.761 | 12 |
| HYLINE | 21 | 91.525 | 0.392 | 63.000 | 68.980 | 20.648 | 52.397 | 3.053 | 12 |
| HYLINE | 21 | 100.886 | 0.543 | 51.969 | 73.739 | 17.241 | 56.418 | 2.702 | 11 |
| HYLINE | 21 | 85.958 | 0.288 | 68.765 | 74.233 | 16.426 | 58.470 | 2.492 | 11 |
| HYLINE | 21 | 93.445 | 0.434 | 65.353 | 71.722 | 19.352 | 59.198 | 6.063 | 13 |
| HYLINE | 21 | 92.495 | 0.400 | 67.504 | 73.473 | 17.498 | 57.586 | 3.666 | 12 |
| HYLINE | 21 | 103.393 | 0.637 | 65.986 | 71.150 | 18.860 | 60.463 | 4.564 | 12 |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Unidades Haugh | Índice de albumen denso | %albumen denso | %albumen total | %yema | Índice de yema | Índice de color de la yema | Valor Roche |
|-----------------|-------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|--------|----------------|-------------------------------|----------------|
| HYLINE | 21 | 96.759 | 0.420 | 67.903 | 73.783 | 17.139 | 60.219 | 4.531 | 12 |
| HYLINE | 21 | 97.297 | 0.585 | 65.589 | 70.306 | 19.328 | 59.064 | 4.629 | 12 |
| HYLINE | 21 | 102.060 | 0.670 | 65.965 | 71.212 | 18.619 | 61.314 | 2.868 | 12 |
| HYLINE | 48 | 72.102 | 0.224 | 55.330 | 65.649 | 25.422 | 46.713 | 2.702 | 11 |
| HYLINE | 48 | 84.271 | 0.328 | 57.016 | 63.461 | 26.622 | 45.845 | 3.009 | 11 |
| HYLINE | 48 | 87.375 | 0.321 | 59.986 | 64.584 | 26.144 | 51.454 | 2.476 | 11 |
| HYLINE | 48 | 71.762 | 0.178 | 58.200 | 65.046 | 24.906 | 50.048 | 1.645 | 10 |
| HYLINE | 48 | 68.548 | 0.221 | 51.511 | 62.617 | 28.394 | 44.413 | 2.292 | 11 |
| HYLINE | 48 | 70.447 | 0.182 | 63.108 | 67.673 | 23.087 | 48.105 | 3.596 | 12 |
| HYLINE | 48 | 79.702 | 0.247 | 59.815 | 64.114 | 26.106 | 49.865 | 2.762 | 12 |
| HYLINE | 48 | 75.154 | 0.197 | 61.850 | 66.730 | 24.292 | 48.344 | 2.355 | 11 |
| HYLINE | 48 | 77.400 | 0.256 | 55.536 | 62.250 | 28.524 | 47.102 | 2.001 | 11 |
| HYLINE | 48 | 77.170 | 0.241 | 55.383 | 64.059 | 26.814 | 48.560 | 2.293 | 11 |
| HYLINE | 48 | 75.311 | 0.246 | 60.118 | 66.483 | 24.556 | 48.207 | 1.369 | 11 |
| HYLINE | 48 | 78.484 | 0.251 | 55.959 | 68.594 | 23.050 | 48.435 | 3.035 | 12 |
| HYLINE | 48 | 88.538 | 0.372 | 56.718 | 64.266 | 26.604 | 50.632 | 1.718 | 11 |
| HYLINE | 48 | 81.811 | 0.304 | 60.334 | 66.182 | 24.868 | 45.577 | 2.490 | 11 |
| HYLINE | 48 | 85.953 | 0.309 | 61.893 | 68.476 | 23.477 | 46.145 | 3.006 | 12 |
| HYLINE | 48 | 81.509 | 0.268 | 59.235 | 67.185 | 23.897 | 41.020 | 2.224 | 9 |
| HYLINE | 48 | 73.639 | 0.197 | 57.334 | 65.417 | 25.720 | 48.529 | 2.775 | 11 |
| HYLINE | 48 | 77.089 | 0.260 | 60.059 | 66.000 | 25.533 | 51.838 | 2.227 | 11 |
| HYLINE | 79 | 75.518 | 0.249 | 56.261 | 66.012 | 24.787 | 50.031 | 2.470 | 11 |
| HYLINE | 79 | 71.176 | 0.202 | 56.695 | 61.975 | 28.237 | 46.725 | 2.467 | 11 |
| HYLINE | 79 | 83.093 | 0.278 | 60.780 | 67.318 | 23.696 | 47.308 | 1.711 | 12 |
| HYLINE | 79 | 82.622 | 0.259 | 63.429 | 68.277 | 22.956 | 53.023 | 3.247 | 11 |
| HYLINE | 79 | 87.745 | 0.352 | 61.990 | 68.827 | 21.673 | 50.420 | 2.715 | 12 |
| HYLINE | 79 | 85.642 | 0.281 | 62.331 | 69.142 | 21.591 | 49.587 | 2.342 | 11 |
| HYLINE | 79 | 85.058 | 0.319 | 62.665 | 66.812 | 23.290 | 50.520 | 4.271 | 12 |
| HYLINE | 79 | 77.336 | 0.244 | 63.232 | 64.352 | 26.282 | 47.869 | 2.913 | 12 |
| HYLINE | 79 | 94.360 | 0.464 | 60.504 | 67.427 | 23.482 | 49.118 | 3.838 | 11 |
| HYLINE | 79 | 79.160 | 0.249 | 61.767 | 67.652 | 22.773 | 53.850 | 3.930 | 11 |
| HYLINE | 79 | 94.948 | 0.509 | 58.872 | 64.321 | 26.917 | 46.932 | 1.801 | 10 |
| HYLINE | 79 | 86.973 | 0.314 | 68.125 | 65.823 | 24.995 | 49.093 | 1.411 | 12 |
| HYLINE | 79 | 72.196 | 0.177 | 49.134 | 62.627 | 27.386 | 50.746 | 3.111 | 12 |
| HYLINE | 79 | 85.476 | 0.300 | 32.317 | 66.721 | 23.938 | 50.773 | 2.605 | 12 |
| HYLINE | 79 | 78.362 | 0.220 | 66.747 | 65.155 | 24.668 | 47.243 | 2.811 | 12 |
| HYLINE | 79 | 80.221 | 0.258 | 60.991 | 68.481 | 22.617 | 47.261 | 1.419 | 12 |
| HYLINE | 79 | 90.398 | 0.298 | 58.412 | 62.669 | 28.177 | 49.311 | 2.953 | 11 |
| HYLINE | 79 | 82.677 | 0.288 | 63.130 | 64.572 | 25.506 | 50.647 | 2.598 | 11 |

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Unidades Haugh | Índice de albumen denso | %albumen denso | %albumen total | %yema | Índice de yema | Índice de color de la yema | Valor Roche |
|-----------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------|--------|----------------|----------------------------|-------------|
| HYLINE | 26 | 83.432 | 0.257 | 64.848 | 71.069 | 20.734 | 53.055 | 3.606 | 12 |
| HYLINE | 26 | 87.200 | 0.352 | 62.801 | 67.842 | 23.931 | 51.340 | 2.551 | 11 |
| HYLINE | 26 | 82.285 | 0.249 | 88.362 | 66.882 | 24.289 | 48.631 | 2.736 | 11 |
| HYLINE | 26 | 104.358 | 0.851 | 61.231 | 71.636 | 23.314 | 56.987 | 3.030 | 12 |
| HYLINE | 26 | 87.979 | 0.315 | 59.771 | 66.218 | 25.454 | 54.371 | 2.928 | 12 |
| HYLINE | 26 | 86.458 | 0.249 | 63.640 | 69.911 | 22.850 | 89.056 | 3.653 | 11 |
| HYLINE | 26 | 81.990 | 0.325 | 60.664 | 66.336 | 23.799 | 52.522 | 3.012 | 12 |
| HYLINE | 26 | 96.599 | 0.541 | 60.366 | 66.349 | 23.927 | 48.251 | 3.658 | 12 |
| HYLINE | 26 | 77.973 | 0.242 | 61.615 | 67.048 | 24.067 | 52.230 | 3.407 | 11 |
| HYLINE | 26 | 86.636 | 0.285 | 62.460 | 67.872 | 22.212 | 57.766 | 2.524 | 12 |
| HYLINE | 26 | 80.660 | 0.281 | 62.306 | 67.188 | 22.862 | 54.523 | 4.486 | 12 |
| HYLINE | 26 | 62.109 | 0.087 | 58.163 | 67.113 | 25.183 | 48.128 | 3.507 | 13 |
| HYLINE | 26 | 93.398 | 0.347 | 73.884 | 65.368 | 23.703 | 50.020 | 2.051 | 9 |
| HYLINE | 26 | 85.858 | 0.290 | 72.804 | 59.996 | 28.240 | 50.560 | 4.284 | 13 |
| HYLINE | 26 | 79.003 | 0.194 | 65.299 | 70.647 | 20.453 | 47.041 | 3.219 | 11 |
| HYLINE | 26 | 85.759 | 0.311 | 65.626 | 67.544 | 23.445 | 49.376 | 2.878 | 11 |
| HYLINE | 26 | 78.727 | 0.255 | 61.603 | 66.089 | 24.828 | 49.940 | 3.931 | 12 |
| HYLINE | 26 | 80.942 | 0.253 | 59.391 | 68.728 | 21.567 | 62.148 | 4.308 | 12 |
| LOHMANN | 30 | 105.363 | 0.770 | 51.060 | 70.067 | 21.373 | 53.643 | 1.811 | 12 |
| LOHMANN | 30 | 96.516 | 0.519 | 61.844 | 66.264 | 24.564 | 49.021 | 1.801 | 11 |
| LOHMANN | 30 | 88.206 | 0.413 | 63.520 | 68.045 | 22.518 | 52.577 | 2.142 | 11 |
| LOHMANN | 30 | 99.614 | 0.562 | 58.216 | 64.452 | 27.470 | 49.690 | 1.386 | 11 |
| LOHMANN | 30 | 87.849 | 0.333 | 66.822 | 70.468 | 20.557 | 49.470 | 4.240 | 14 |
| LOHMANN | 30 | 89.204 | 0.475 | 63.897 | 68.922 | 20.988 | 51.893 | 2.997 | 11 |
| LOHMANN | 30 | 89.427 | 0.447 | 60.675 | 67.930 | 23.616 | 52.212 | 4.070 | 14 |
| LOHMANN | 30 | 88.781 | 0.358 | 60.910 | 65.067 | 25.247 | 50.491 | 3.362 | 12 |
| LOHMANN | 30 | 95.204 | 0.451 | 63.086 | 67.063 | 23.507 | 56.946 | 4.173 | 13 |
| LOHMANN | 30 | 97.445 | 0.608 | 62.506 | 66.337 | 23.745 | 54.123 | 2.488 | 11 |
| LOHMANN | 30 | 92.931 | 0.338 | 68.297 | 74.079 | 16.947 | 53.824 | 3.982 | 12 |
| LOHMANN | 30 | 101.144 | 0.582 | 66.630 | 71.711 | 19.378 | 56.259 | 2.327 | 9 |
| LOHMANN | 30 | 91.946 | 0.384 | 60.409 | 65.356 | 25.768 | 50.446 | 3.417 | 12 |
| LOHMANN | 30 | 86.558 | 0.311 | 62.057 | 67.486 | 22.520 | 51.493 | 2.233 | 11 |
| LOHMANN | 30 | 96.841 | 0.442 | 62.741 | 68.264 | 22.425 | 49.683 | 2.204 | 11 |
| LOHMANN | 30 | 89.106 | 0.373 | 63.829 | 69.156 | 21.726 | 50.030 | 2.917 | 12 |
| LOHMANN | 30 | 98.659 | 0.571 | 63.335 | 68.156 | 22.677 | 53.291 | 4.240 | 12 |
| LOHMANN | 30 | 82.177 | 0.367 | 57.043 | 65.099 | 24.832 | 46.697 | 3.781 | 12 |
| ISABROWN | 40 | 69.434 | 0.218 | 52.656 | 63.865 | 26.414 | 46.185 | 2.853 | 12 |
| ISABROWN | 40 | 47.337 | 0.089 | 57.455 | 66.902 | 23.164 | 44.068 | 2.993 | 12 |
| ISABROWN | 40 | 54.291 | 0.102 | 59.262 | 62.436 | 26.668 | 40.839 | 3.240 | 13 |

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Unidades Haugh | Índice de albumen denso | %albumen denso | %albumen total | %yema | Índice de yema | Índice de color de la yema | Valor Roche |
|-----------------|-------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|--------|----------------|-------------------------------|----------------|
| ISABROWN | 40 | 64.030 | 0.134 | 60.000 | 65.767 | 24.546 | 44.589 | 3.119 | 12 |
| ISABROWN | 40 | 67.155 | 0.174 | 59.076 | 62.800 | 27.200 | 47.008 | 2.574 | 12 |
| ISABROWN | 40 | 57.429 | 0.128 | 57.685 | 64.890 | 24.988 | 40.731 | 2.817 | 12 |
| ISABROWN | 40 | 58.911 | 0.143 | 56.155 | 64.683 | 25.808 | 42.099 | 2.989 | 12 |
| ISABROWN | 40 | 61.123 | 0.162 | 59.309 | 64.752 | 25.990 | 43.294 | 3.055 | 12 |
| ISABROWN | 40 | 41.842 | 0.066 | 54.000 | 62.883 | 26.845 | 41.802 | 2.573 | 12 |
| ISABROWN | 40 | 67.917 | 0.141 | 58.311 | 63.334 | 26.093 | 39.373 | 3.049 | 12 |
| ISABROWN | 40 | 55.882 | 0.107 | 57.380 | 63.003 | 27.095 | 40.300 | 2.636 | 12 |
| ISABROWN | 40 | 66.249 | 0.188 | 55.909 | 64.715 | 26.382 | 47.636 | 2.848 | 12 |
| ISABROWN | 40 | 48.956 | 0.209 | 50.742 | 64.286 | 26.924 | 42.696 | 3.114 | 12 |
| ISABROWN | 40 | 72.648 | 0.220 | 59.795 | 65.392 | 24.709 | 43.340 | 2.663 | 11 |
| ISABROWN | 40 | 77.847 | 0.279 | 56.983 | 65.765 | 24.205 | 46.775 | 2.765 | 12 |
| ISABROWN | 40 | 77.401 | 0.243 | 60.938 | 64.755 | 25.756 | 49.451 | 2.897 | 12 |
| ISABROWN | 40 | 71.990 | 0.228 | 60.343 | 64.074 | 25.840 | 47.157 | 2.861 | 13 |
| ISABROWN | 40 | 76.118 | 0.226 | 61.857 | 67.318 | 22.820 | 43.286 | 3.121 | 12 |
| BOVANS | 70 | 82.564 | 0.395 | 52.548 | 65.507 | 25.319 | 46.925 | 3.634 | 12 |
| BOVANS | 70 | 81.887 | 0.305 | 65.930 | 63.970 | 25.836 | 50.605 | 4.533 | 12 |
| BOVANS | 70 | 86.048 | 0.339 | 61.268 | 65.546 | 24.826 | 49.219 | 4.134 | 12 |
| BOVANS | 70 | 87.598 | 0.405 | 63.496 | 66.288 | 24.254 | 47.678 | 4.792 | 12 |
| BOVANS | 70 | 77.677 | 0.267 | 55.772 | 61.432 | 28.637 | 47.650 | 4.063 | 12 |
| BOVANS | 70 | 85.733 | 0.344 | 61.700 | 64.263 | 26.383 | 56.321 | 4.300 | 12 |
| BOVANS | 70 | 79.584 | 0.255 | 57.581 | 60.671 | 29.263 | 47.255 | 4.133 | 14 |
| BOVANS | 70 | 86.037 | 0.204 | 57.016 | 65.135 | 25.277 | 43.056 | 3.158 | 13 |
| BOVANS | 70 | 65.768 | 0.177 | 63.762 | 63.282 | 27.279 | 46.849 | 4.114 | 14 |
| BOVANS | 70 | 65.572 | 0.420 | 60.183 | 66.680 | 23.793 | 40.654 | 2.919 | 14 |
| BOVANS | 70 | 67.376 | 0.161 | 62.974 | 65.718 | 23.753 | 47.533 | 3.942 | 13 |
| BOVANS | 70 | 76.253 | 0.257 | 75.047 | 67.449 | 23.677 | 44.886 | 3.178 | 12 |
| BOVANS | 70 | 63.021 | 0.185 | 58.148 | 66.987 | 23.387 | 49.639 | 3.443 | 14 |
| BOVANS | 70 | 77.068 | 0.226 | 61.042 | 68.060 | 22.636 | 45.875 | 4.821 | 14 |
| BOVANS | 70 | 68.087 | 0.152 | 57.880 | 68.554 | 21.911 | 45.966 | 3.652 | 13 |
| BOVANS | 70 | 77.399 | 0.216 | 57.253 | 68.230 | 23.439 | 43.359 | 3.380 | 12 |
| BOVANS | 70 | 62.541 | 0.140 | 58.306 | 65.910 | 24.522 | 47.150 | 3.400 | 12 |
| BOVANS | 70 | 77.051 | 0.257 | 57.392 | 64.693 | 26.207 | 45.295 | 3.355 | 12 |
| LOHMANN | 77 | 80.975 | 0.311 | 54.385 | 65.663 | 24.308 | 46.346 | -2.322 | 3 |
| LOHMANN | 77 | 71.782 | 0.215 | 58.645 | 65.184 | 24.783 | 46.261 | -1.993 | 3 |
| LOHMANN | 77 | 83.407 | 0.323 | 61.432 | 66.067 | 23.808 | 48.375 | -2.185 | 2 |
| LOHMANN | 77 | 80.778 | 0.302 | 59.157 | 64.403 | 25.933 | 45.931 | -2.267 | 2 |
| LOHMANN | 77 | 72.223 | 0.229 | 63.941 | 67.576 | 23.094 | 64.154 | -2.437 | 4 |
| LOHMANN | 77 | 68.554 | 0.202 | 60.005 | 64.297 | 25.748 | 46.041 | -3.277 | 4 |

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Unidades Haugh | Índice de albumen denso | %albumen denso | %albumen total | %yema | Índice de yema | Índice de color de la yema | Valor Roche |
|-----------------|-------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|--------|----------------|-------------------------------|----------------|
| LOHMANN | 77 | 82.630 | 0.328 | 54.308 | 62.653 | 26.704 | 46.094 | -1.716 | 1 |
| LOHMANN | 77 | 74.175 | 0.206 | 64.249 | 69.994 | 21.017 | 45.369 | -2.177 | 2 |
| LOHMANN | 77 | 81.659 | 0.322 | 62.974 | 67.175 | 24.624 | 49.232 | -3.205 | 3 |
| LOHMANN | 77 | 79.453 | 0.263 | 59.033 | 64.253 | 25.376 | 42.059 | -2.342 | 2 |
| LOHMANN | 77 | 81.398 | 0.269 | 62.802 | 69.230 | 20.990 | 50.445 | -2.102 | 2 |
| LOHMANN | 77 | 75.420 | 0.220 | 63.625 | 66.155 | 24.439 | 49.145 | -2.474 | 2 |
| LOHMANN | 77 | 89.268 | 0.384 | 63.274 | 69.541 | 21.667 | 47.467 | -2.632 | 1 |
| LOHMANN | 77 | 94.846 | 0.524 | 63.044 | 65.633 | 23.919 | 50.542 | -2.313 | 2 |
| LOHMANN | 77 | 85.759 | 0.335 | 64.448 | 68.984 | 21.318 | 51.336 | -2.730 | 2 |
| LOHMANN | 77 | 81.416 | 0.272 | 63.979 | 68.226 | 23.166 | 60.371 | -2.714 | 2 |
| LOHMANN | 77 | 77.031 | 0.282 | 55.704 | 63.973 | 26.487 | 45.312 | -3.193 | 2 |
| LOHMANN | 77 | 71.652 | 0.238 | 59.526 | 65.288 | 25.135 | 43.048 | -2.240 | 2 |
| LOHMANN | 107 | 89.073 | 0.408 | 59.107 | 69.349 | 23.766 | 46.220 | 3.000 | 12 |
| LOHMANN | 107 | 89.246 | 0.453 | 58.207 | 66.298 | 24.546 | 46.951 | 2.932 | 12 |
| LOHMANN | 107 | 56.956 | 0.099 | 60.632 | 68.739 | 21.368 | 42.351 | 3.526 | 12 |
| LOHMANN | 107 | 87.638 | 0.362 | 59.938 | 65.366 | 24.498 | 46.632 | 2.819 | 12 |
| LOHMANN | 107 | 90.132 | 0.433 | 60.375 | 66.061 | 24.743 | 44.884 | 2.633 | 12 |
| LOHMANN | 107 | 86.348 | 0.375 | 59.643 | 65.661 | 24.055 | 49.318 | 3.339 | 12 |
| LOHMANN | 107 | 91.928 | 0.649 | 62.283 | 67.660 | 23.474 | 50.682 | 2.544 | 12 |
| LOHMANN | 107 | 80.857 | 0.309 | 63.074 | 69.510 | 21.127 | 48.710 | 3.119 | 12 |
| LOHMANN | 107 | 82.112 | 0.191 | 63.191 | 68.003 | 20.921 | 45.511 | 3.713 | 12 |
| LOHMANN | 107 | 88.722 | 0.369 | 66.229 | 72.544 | 19.954 | 48.331 | 3.777 | 12 |
| LOHMANN | 107 | 79.387 | 0.287 | 61.531 | 68.147 | 22.916 | 47.738 | 2.349 | 12 |
| LOHMANN | 107 | 88.195 | 0.370 | 59.388 | 66.737 | 23.357 | 44.480 | 3.549 | 12 |
| LOHMANN | 107 | 85.261 | 0.336 | 58.047 | 64.088 | 25.772 | 50.612 | 2.360 | 12 |
| LOHMANN | 107 | 73.385 | 0.218 | 59.581 | 68.356 | 22.089 | 47.290 | 3.519 | 12 |
| LOHMANN | 107 | 100.657 | 0.622 | 62.388 | 71.235 | 21.180 | 48.759 | 3.676 | 12 |
| LOHMANN | 107 | 90.625 | 0.421 | 54.625 | 67.941 | 22.405 | 47.555 | 3.322 | 12 |

Tabla 62. Valores de los parámetros de calidad interna de los huevos ecológicos analizados.

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Unidades Haugh | Índice de alburmen denso | %alburmen denso | %alburmen total | %yema | Índice de yema | Índice de color de la yema | Valor Roche |
|-----------------------|----------------|----------------|--------------------------|-----------------|-----------------|--------|----------------|----------------------------|-------------|
| ISABROWN | | 55.278 | 0.075 | 58.926 | 62.896 | 25.677 | 51.355 | 1.101 | 10 |
| ISABROWN | | 68.074 | 0.179 | 56.171 | 62.139 | 26.213 | 60.149 | 1.260 | 13 |
| ISABROWN | | 59.110 | 0.117 | | 88.467 | | 49.333 | | |
| ISABROWN | | 76.344 | 0.265 | 56.303 | 65.402 | 24.987 | 54.231 | 2.326 | 12 |
| ISABROWN | | 44.854 | 0.117 | | | | 46.843 | | |
| ISABROWN | | 87.837 | 0.363 | 63.012 | 67.544 | 22.837 | 54.488 | 1.930 | 12 |
| ISABROWN | | 49.039 | 0.045 | 56.525 | 63.775 | 25.228 | 40.138 | 2.049 | 12 |
| ISABROWN | | 76.170 | 0.229 | 58.171 | 61.814 | 26.362 | 49.264 | 1.196 | 11 |
| ISABROWN | | 67.974 | 0.181 | 64.454 | 65.898 | 26.367 | 48.181 | 1.781 | 12 |
| ISABROWN | | 79.321 | 0.283 | 57.676 | 64.134 | 25.174 | 50.477 | 1.604 | 11 |
| ISABROWN | | 68.507 | 0.177 | 58.690 | 61.618 | 27.506 | 46.631 | 0.360 | 9 |
| ISABROWN | | 55.918 | 0.102 | 44.073 | 55.549 | 29.196 | 45.458 | 1.790 | 9 |
| ISABROWN | | 73.584 | 0.224 | 57.818 | 63.181 | 26.281 | 49.044 | 1.359 | 11 |
| ISABROWN | | 92.178 | 0.514 | 52.761 | 58.860 | 29.720 | 50.975 | 0.031 | 8 |
| ISABROWN | | 58.504 | 0.094 | 58.721 | 63.598 | 26.040 | 53.214 | 0.499 | 9 |
| ISABROWN | | 64.528 | 0.149 | 56.250 | 62.621 | 25.862 | 55.230 | 1.942 | 13 |
| ISABROWN | | 81.603 | 0.264 | 63.971 | 68.762 | 21.143 | 54.637 | 1.092 | 10 |
| ISABROWN | | 69.880 | 0.152 | 58.733 | 60.972 | 27.610 | 55.487 | 1.085 | 11 |
| ISABROWN | | 69.789 | 0.142 | 61.130 | 66.093 | 22.276 | 43.737 | 2.691 | 13 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 92.095 | 0.477 | 61.398 | 65.303 | 24.408 | 55.306 | 0.283 | 8 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 81.458 | 0.300 | 61.672 | 64.594 | 26.800 | 49.873 | -0.390 | 8 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 78.256 | 0.282 | 59.469 | 61.535 | 28.141 | 54.903 | 3.205 | 10 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 82.181 | 0.313 | 56.882 | 60.406 | 26.749 | 52.972 | -0.343 | 7 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 91.301 | 0.424 | 63.019 | 65.476 | 23.036 | 53.972 | -0.240 | 7 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 80.686 | 0.273 | 63.037 | 65.514 | 24.235 | 56.420 | 2.355 | 9 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 73.095 | 0.257 | 59.960 | 62.613 | 26.989 | 55.447 | 3.825 | 11 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 97.376 | 0.556 | 62.061 | 64.208 | 24.463 | 58.612 | -0.814 | 7 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 83.388 | 0.332 | 56.471 | 60.589 | 26.298 | 53.727 | 5.018 | 12 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 92.765 | 0.593 | 55.883 | 58.126 | 30.466 | 47.361 | 2.523 | 11 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 90.498 | 0.452 | 58.214 | 72.052 | 27.948 | 51.167 | 3.702 | 10 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 98.796 | 0.612 | 61.831 | 64.004 | 25.190 | 51.498 | -0.219 | 8 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 82.497 | 0.303 | 58.053 | 63.730 | 25.515 | 50.909 | -0.481 | 7 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 92.912 | 0.438 | 63.877 | 66.591 | 22.500 | 53.523 | | 8 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 81.062 | 0.286 | 57.752 | 63.716 | 25.649 | 45.859 | -1.046 | 7 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 71.200 | 0.249 | 62.380 | 64.762 | 23.528 | 49.919 | 0.050 | 7 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 79.006 | 0.291 | 58.159 | 64.825 | 23.957 | 46.336 | 0.105 | 6 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 81.302 | 0.348 | 54.877 | 58.752 | 29.899 | 52.222 | -1.279 | 7 |
| ISABROWN | | 65.933 | 0.126 | 56.752 | 62.202 | 27.692 | 52.155 | -0.497 | 6 |

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Unidades Haugh | Índice de albumen denso | %albumen denso | %albumen total | %yema | Índice de yema | Índice de color de la yema | Valor Roche |
|-----------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------|--------|----------------|----------------------------|-------------|
| ISABROWN | | 96.702 | 0.529 | 62.264 | 65.624 | 24.151 | 54.603 | -0.208 | 7 |
| ISABROWN | | 93.364 | 0.493 | 57.009 | 61.014 | 27.290 | 52.863 | 0.058 | 7 |
| ISABROWN | | 95.103 | 0.640 | 49.836 | 64.430 | 25.000 | 51.983 | -1.845 | 7 |
| ISABROWN | | 78.924 | 0.259 | 58.010 | 61.395 | 27.150 | 47.418 | -0.347 | 7 |
| ISABROWN | | 87.400 | 0.358 | 63.780 | 68.102 | 22.310 | 52.607 | 0.097 | 8 |
| ISABROWN | | 81.688 | 0.314 | 58.548 | 62.584 | 25.719 | 55.542 | | 8 |
| ISABROWN | | 59.043 | 0.131 | 57.224 | 62.255 | 25.475 | 45.495 | 0.075 | 7 |
| ISABROWN | | 83.199 | 0.347 | 61.398 | 65.720 | 23.128 | 50.688 | | 7 |
| ISABROWN | | 94.686 | 0.455 | 66.808 | 69.451 | 19.209 | 55.403 | -2.850 | 8 |
| ISABROWN | | 86.402 | 0.331 | 61.805 | 64.973 | 24.211 | 53.280 | -0.508 | 7 |
| ISABROWN | | 78.301 | 0.288 | 58.435 | 61.224 | 27.652 | 45.666 | -0.224 | 8 |
| ISABROWN | | 91.168 | 0.457 | 60.625 | 64.464 | 24.688 | 55.865 | -0.338 | 7 |
| ISABROWN | | 56.197 | 0.117 | 60.511 | 64.743 | 24.024 | 49.413 | -1.018 | 8 |
| ISABROWN | | 96.270 | 0.575 | 59.612 | 63.388 | 25.220 | 54.243 | -0.410 | 7 |
| ISABROWN | | 77.769 | 0.230 | 62.637 | 65.967 | 22.920 | 52.989 | -1.056 | 7 |
| ISABROWN | | 93.760 | 0.547 | 57.282 | 61.577 | 25.243 | 51.099 | | 8 |
| ISABROWN | | 75.368 | 0.215 | 61.686 | 66.399 | 23.372 | 49.690 | 4.704 | 11 |
| ISABROWN | | 88.544 | 0.336 | 62.751 | 66.957 | 22.350 | 51.524 | 7.153 | 15 |
| ISABROWN | | 83.157 | 0.314 | 66.088 | 69.295 | 20.694 | 52.343 | 5.629 | 15 |
| ISABROWN | | 83.567 | 0.299 | 59.809 | 63.388 | 25.678 | 51.087 | 4.596 | 12 |
| ISABROWN | | 93.893 | 0.489 | 63.339 | 67.291 | 22.031 | 55.485 | 6.174 | 15 |
| ISABROWN | | 85.870 | 0.332 | 63.118 | 64.685 | 23.238 | 52.809 | 5.071 | 13 |
| ISABROWN | | 82.865 | 0.261 | 60.469 | 66.894 | 24.688 | 45.265 | 4.378 | 13 |
| ISABROWN | | 86.321 | 0.319 | 62.893 | 66.687 | 22.327 | 50.801 | 3.421 | 11 |
| ISABROWN | | 95.007 | 0.607 | 60.920 | 61.507 | 26.601 | 52.332 | 3.891 | 11 |
| ISABROWN | | 79.620 | 0.286 | 62.027 | 65.793 | 23.298 | 50.543 | 6.513 | 14 |
| ISABROWN | | 97.648 | 0.536 | 63.060 | 67.039 | 22.566 | 53.751 | 4.915 | 12 |
| ISABROWN | | 88.178 | 0.379 | 61.065 | 63.154 | 24.626 | 48.689 | 3.732 | 13 |
| ISABROWN | | 82.000 | 0.261 | 63.543 | 75.842 | 24.158 | 49.452 | 4.740 | 14 |
| ISABROWN | | 88.703 | 0.381 | 63.389 | 77.005 | 22.995 | 46.764 | 3.089 | 11 |
| ISABROWN | | 71.834 | 0.246 | 62.006 | 75.380 | 24.620 | 48.157 | 5.232 | 13 |
| ISABROWN | | 91.018 | 0.418 | 62.443 | 76.794 | 23.206 | 50.611 | 4.931 | 13 |
| ISABROWN | | 97.321 | 0.530 | 62.000 | 77.818 | 22.182 | 57.220 | 4.170 | 12 |
| ISABROWN | | 85.221 | 0.339 | 59.160 | 74.118 | 25.882 | 49.914 | 4.133 | 12 |
| ISABROWN | | 67.208 | 0.173 | 59.063 | 64.346 | 26.094 | 41.750 | 2.143 | 11 |
| ISABROWN | | 64.810 | 0.139 | 58.991 | 62.921 | 26.341 | 43.958 | 2.372 | 12 |
| ISABROWN | | 79.911 | 0.318 | 57.532 | 61.622 | 28.312 | 48.492 | -0.444 | 9 |
| ISABROWN | | 59.211 | 0.137 | 61.343 | 64.470 | 25.373 | 49.459 | 0.720 | 10 |
| ISABROWN | | 86.259 | 0.431 | 59.201 | 62.655 | 25.000 | 48.987 | 1.604 | 13 |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Unidades Haugh | Índice de albumen denso | %albumen denso | %albumen total | %yema | Índice de yema | Índice de color de la yema | Valor Roche |
|-----------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------|--------|----------------|----------------------------|-------------|
| ISABROWN | | 96.240 | 0.606 | 61.526 | 64.955 | 23.832 | 50.724 | 0.275 | 11 |
| ISABROWN | | 64.860 | 0.152 | 59.907 | 63.918 | 25.387 | 58.226 | 0.665 | 11 |
| ISABROWN | | 80.995 | 0.292 | 63.492 | 67.254 | 22.698 | 60.256 | 1.471 | 12 |
| ISABROWN | | 76.647 | 0.243 | 61.102 | 64.593 | 24.567 | 57.904 | 3.312 | 14 |
| ISABROWN | | 77.654 | 0.282 | 57.368 | 61.010 | 27.018 | 41.049 | 1.535 | 10 |
| ISABROWN | | 68.638 | 0.192 | 58.696 | 62.860 | 25.543 | 37.053 | 2.467 | 12 |
| ISABROWN | | 86.727 | 0.366 | 63.851 | 66.987 | 22.973 | 48.459 | 1.054 | 12 |
| ISABROWN | | 83.506 | 0.335 | 61.000 | 64.694 | 24.500 | 43.403 | 1.675 | 11 |
| ISABROWN | | 85.471 | 0.365 | 61.985 | 65.493 | 23.511 | 49.883 | 2.052 | 11 |
| ISABROWN | | 82.780 | 0.336 | 62.036 | 64.715 | 24.394 | 53.920 | 0.821 | 11 |
| ISABROWN | | 64.904 | 0.142 | 62.280 | 66.672 | 21.438 | 44.426 | 1.796 | 11 |
| ISABROWN | | 75.169 | 0.310 | 60.690 | 63.821 | 25.172 | 48.445 | 2.048 | 12 |
| ISABROWN | | 44.370 | 0.067 | 61.442 | 66.069 | 23.994 | 42.260 | 4.291 | 12 |
| ISABROWN | | 48.716 | 0.143 | 63.494 | 67.269 | 21.928 | 27.783 | 4.888 | 12 |
| ISABROWN | | 45.284 | 0.062 | 63.870 | 66.917 | 23.951 | 47.224 | 4.544 | 13 |
| ISABROWN | | 58.251 | 0.154 | 60.779 | 63.799 | 26.753 | 42.439 | 5.955 | 10 |
| ISABROWN | | 84.906 | 0.311 | 64.824 | 69.192 | 20.980 | 50.917 | 1.551 | 11 |
| ISABROWN | | 69.211 | 0.184 | 62.608 | 65.737 | 24.600 | 42.950 | 4.967 | 11 |
| ISABROWN | | 72.830 | 1.129 | 62.614 | 65.542 | 25.229 | 51.626 | 3.703 | 12 |
| ISABROWN | | 60.196 | 0.338 | 58.659 | 64.493 | 24.162 | 20.561 | 4.171 | 9 |
| ISABROWN | | 67.798 | 0.868 | 65.703 | 64.545 | 25.230 | 46.592 | 4.570 | 10 |
| ISABROWN | | 72.841 | 0.247 | 62.533 | 66.114 | 23.107 | 58.198 | 3.833 | 12 |
| ISABROWN | | 64.741 | 0.152 | 60.811 | 63.840 | 25.307 | 46.895 | 3.974 | 13 |
| ISABROWN | | 71.077 | 0.223 | 59.943 | 63.156 | 25.852 | 44.312 | 4.926 | 12 |
| ISABROWN | | 66.657 | 0.149 | 63.014 | 66.214 | 23.661 | 57.736 | 3.859 | 11 |
| ISABROWN | | 71.652 | 0.222 | 65.328 | 67.742 | 22.758 | 49.665 | 4.537 | 11 |
| ISABROWN | | 30.826 | 0.038 | 59.840 | 67.749 | 23.138 | 41.788 | 4.832 | 10 |
| ISABROWN | | 84.959 | 0.349 | 62.601 | 65.680 | 22.118 | 48.143 | 3.103 | 13 |
| ISABROWN | | 55.603 | 0.110 | 64.745 | 67.857 | 21.046 | 51.125 | 5.126 | 12 |
| ISABROWN | | 76.605 | 0.257 | 57.975 | 63.236 | 26.380 | 44.583 | 1.695 | 11 |
| ISABROWN | | 67.531 | 0.188 | 61.451 | 66.017 | 23.329 | 48.081 | 2.696 | 12 |
| ISABROWN | | 88.109 | 0.334 | 61.593 | 65.026 | 23.329 | 53.285 | 2.441 | 11 |
| ISABROWN | | 74.789 | 0.224 | 62.667 | 65.963 | 22.933 | 46.695 | 0.533 | 11 |
| ISABROWN | | 72.657 | 0.208 | 51.207 | 61.078 | 26.379 | 44.471 | 0.597 | 8 |
| ISABROWN | | 82.723 | 0.946 | 57.612 | 61.163 | 27.682 | 26.751 | 3.410 | 13 |
| ISABROWN | | 79.227 | 0.269 | 60.957 | 63.932 | 24.383 | 50.684 | 2.800 | 12 |
| ISABROWN | | 83.946 | 0.337 | 60.925 | 63.609 | 24.561 | 50.431 | 4.176 | 11 |
| ISABROWN | | 97.121 | 0.566 | 62.585 | 65.376 | 22.585 | 51.313 | 4.893 | 13 |
| ISABROWN | | 74.753 | 0.283 | 61.032 | 64.706 | 24.069 | 62.346 | 1.489 | 11 |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Unidades Haugh | Índice de albumen denso | %albumen denso | %albumen total | %yema | Índice de yema | Índice de color de la yema | Valor Roche |
|-----------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------|--------|----------------|----------------------------|-------------|
| ISABROWN | | 72.586 | 0.205 | 63.612 | 67.823 | 20.216 | 57.952 | 2.555 | 11 |
| ISABROWN | | 92.721 | 0.459 | 64.275 | 66.712 | 22.840 | 59.955 | 3.182 | 13 |
| ISABROWN | | 64.213 | 0.173 | 37.736 | 65.320 | 22.776 | 54.826 | 2.178 | 9 |
| ISABROWN | | 73.708 | 0.198 | 66.911 | 62.417 | 25.915 | 58.423 | 6.372 | 14 |
| ISABROWN | | 58.512 | 0.162 | 67.812 | 56.711 | 30.380 | 47.282 | 3.769 | 13 |
| ISABROWN | | 79.669 | 0.216 | 58.165 | 64.219 | 22.942 | 42.521 | 1.616 | 12 |
| ISABROWN | | 76.742 | 0.262 | 51.957 | 64.249 | 23.347 | 44.132 | 1.771 | 8 |
| ISABROWN | | 83.211 | | | | | | 1.319 | 9 |
| ISABROWN | | 85.807 | | | | | | 1.621 | 8 |
| ISABROWN | | 93.093 | | | | | | 0.057 | 7 |
| ISABROWN | | 84.637 | | | | | | 1.120 | 7 |
| ISABROWN | | 94.067 | | | | | | 0.536 | 8 |
| ISABROWN | | 78.003 | | | | | | 0.358 | 7 |
| ISABROWN | | 96.623 | | | | | | 2.493 | 11 |
| ISABROWN | | 93.511 | | | | | | 1.710 | 10 |
| ISABROWN | | 82.456 | | | | | | -0.145 | 6 |
| ISABROWN | | 89.337 | | | | | | 0.898 | 8 |
| ISABROWN | | 53.953 | | | | | | 1.634 | 11 |
| ISABROWN | | 85.930 | | | | | | 1.308 | 9 |
| ISABROWN | | 89.260 | | | | | | 1.394 | 9 |
| ISABROWN | | 73.926 | | | | | | 0.361 | 8 |
| ISABROWN | | 83.910 | | | | | | 1.186 | 8 |
| ISABROWN | | 81.420 | | | | | | 0.251 | 7 |
| ISABROWN | | 70.620 | | | | | | 0.628 | 8 |
| ISABROWN | | 69.233 | | | | | | 0.711 | 8 |
| ISABROWN | | 89.722 | | | | | | -1.799 | 7 |
| ISABROWN | | 94.541 | | | | | | 0.831 | 8 |
| ISABROWN | | 91.021 | | | | | | -0.154 | 8 |
| ISABROWN | | 95.969 | | | | | | -1.927 | 7 |
| ISABROWN | | 93.323 | | | | | | -0.606 | 8 |
| ISABROWN | | 105.008 | | | | | | 0.480 | 8 |
| ISABROWN | | 84.408 | | | | | | 1.821 | 9 |
| ISABROWN | | 86.636 | | | | | | 0.910 | 9 |
| ISABROWN | | 85.647 | | | | | | 3.164 | 11 |
| ISABROWN | | 80.364 | | | | | | 1.533 | 10 |
| ISABROWN | | 86.975 | | | | | | 1.278 | 9 |
| ISABROWN | | 86.764 | | | | | | 5.529 | 13 |
| ISABROWN | | 95.872 | | | | | | 2.298 | 11 |
| ISABROWN | | 91.935 | | | | | | 0.553 | 8 |

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Unidades Haugh | Índice de albumen denso | %albumen denso | %albumen total | %yema | Índice de yema | Índice de color de la yema | Valor Roche |
|-----------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------------------|-------------|
| ISABROWN | . | 98.257 | | | | | | -0.537 | 7 |
| ISABROWN | . | 68.987 | | | | | | 0.423 | 8 |
| ISABROWN | . | 85.283 | | | | | | 1.854 | 9 |
| ISABROWN | . | 84.085 | | | | | | 1.609 | 9 |
| ANDALUZA AZUL | . | 90.428 | | | | | | 4.111 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 80.785 | | | | | | 4.957 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 76.214 | | | | | | 7.100 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 86.130 | | | | | | 6.970 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 95.188 | | | | | | 4.926 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 83.409 | | | | | | 10.256 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 76.724 | | | | | | 4.706 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 96.028 | | | | | | 9.019 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 100.568 | | | | | | 6.030 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 87.978 | | | | | | 5.043 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 92.265 | | | | | | 6.164 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 81.390 | | | | | | 3.302 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 86.675 | | | | | | 5.120 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 75.235 | | | | | | 7.175 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 84.923 | | | | | | 7.880 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 88.596 | | | | | | 5.721 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 71.387 | | | | | | 5.710 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 73.214 | | | | | | 5.519 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 68.875 | | | | | | 11.024 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 73.661 | | | | | | 7.748 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 90.374 | | | | | | 10.586 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 76.950 | | | | | | 4.786 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 81.483 | | | | | | 3.095 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 84.939 | | | | | | -0.047 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 100.706 | | | | | | 1.754 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 61.593 | | | | | | 2.802 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 98.910 | | | | | | 2.113 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 92.272 | | | | | | 1.587 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 75.705 | | | | | | 0.660 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 88.725 | | | | | | 0.873 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 87.816 | | | | | | 3.175 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 89.806 | | | | | | 2.575 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 94.056 | | | | | | 4.256 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 103.235 | | | | | | 3.403 | |
| ANDALUZA AZUL | . | 108.713 | | | | | | 2.206 | |

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Unidades Haugh | Índice de albumen denso | %albumen denso | %albumen total | %yema | Índice de yema | Índice de color de la yema | Valor Roche |
|-----------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------|--------|----------------|----------------------------|-------------|
| ISABROWN | . | 91.231 | | | | | | 0.485 | |
| ISABROWN | . | 65.219 | | | | | | 0.267 | |
| ISABROWN | . | 49.505 | | | | | | 0.647 | |
| ISABROWN | . | 74.197 | | | | | | 1.132 | |
| ISABROWN | . | 86.937 | | | | | | 0.523 | |
| ISABROWN | . | 81.965 | | | | | | 0.386 | |
| ISABROWN | . | 74.711 | | | | | | 2.400 | |
| ISABROWN | . | 74.340 | | | | | | 0.155 | |
| ISABROWN | . | 74.091 | | | | | | -0.056 | |
| ISABROWN | . | 76.659 | | | | | | 1.133 | |
| ISABROWN | . | 69.867 | | | | | | 1.222 | |
| ISABROWN | . | 88.544 | | | | | | 1.545 | |
| ISABROWN | . | 74.175 | | | | | | 0.602 | |
| ISABROWN | 30 | 96.618 | 0.480 | 59.349 | 67.832 | 23.846 | 51.291 | -0.283 | 8 |
| ISABROWN | 30 | 87.679 | 0.452 | 53.609 | 63.119 | 28.338 | 45.778 | -0.172 | 8 |
| ISABROWN | 30 | 94.982 | 0.544 | 53.587 | 63.281 | 26.919 | 47.506 | 0.040 | 9 |
| ISABROWN | 30 | 87.817 | 0.385 | 59.536 | 65.577 | 25.252 | 50.096 | -0.107 | 8 |
| ISABROWN | 30 | 76.751 | 0.262 | 57.580 | 63.417 | 25.926 | 46.293 | -0.069 | 8 |
| ISABROWN | 30 | 96.694 | 0.556 | 61.649 | 67.340 | 25.003 | 50.173 | 0.676 | 9 |
| ISABROWN | 30 | 91.270 | 0.468 | 54.291 | 62.689 | 27.860 | 50.526 | 0.034 | 8 |
| ISABROWN | 30 | 83.654 | 0.391 | 56.477 | 62.366 | 27.663 | 43.173 | 0.000 | 8 |
| ISABROWN | 30 | 88.108 | 0.472 | 56.496 | 62.492 | 27.332 | 49.737 | 0.238 | 8 |
| ISABROWN | 30 | 95.106 | 0.462 | 60.695 | 69.816 | 22.308 | 50.123 | -0.570 | 8 |
| ISABROWN | 30 | 75.110 | 0.198 | 60.090 | 68.221 | 22.899 | 46.511 | -0.033 | 8 |
| ISABROWN | 30 | 83.919 | 0.365 | 57.131 | 64.956 | 25.771 | 50.365 | 0.369 | 8 |
| ISABROWN | 30 | 88.645 | 0.376 | 56.152 | 67.401 | 24.144 | 49.100 | -0.179 | 8 |
| ISABROWN | 30 | 93.873 | 0.509 | 56.255 | 64.612 | 26.133 | 46.169 | 0.420 | 8 |
| ISABROWN | 30 | 72.616 | 0.192 | 57.832 | 62.329 | 27.533 | 45.239 | -0.032 | 8 |
| ISABROWN | 30 | 92.444 | 0.408 | 45.987 | 66.479 | 23.902 | 50.766 | -0.980 | 8 |
| ISABROWN | 30 | 76.827 | 0.241 | 45.004 | 62.607 | 27.114 | 49.412 | -0.565 | 7 |
| ISABROWN | 30 | 69.262 | 0.095 | 48.080 | | | 44.193 | 0.699 | 9 |

Tabla 63. Valores de los parámetros de calidad nutricional de los huevos convencionales analizados.

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Proteína (%) | Humedad (%) | Cenizas (%) | Grasa (%) | Carotenoides (µg/g) | AGS (%) | AGM (%) | AGPI (%) |
|-----------------|----------------|--------------|-------------|-------------|-----------|---------------------|---------|---------|----------|
| | | | 75.111 | 1.136 | | | | | |
| | | | 74.816 | 1.082 | | | | | |
| | | | 76.255 | 0.886 | | | | | |
| | | | 78.456 | 0.930 | | | | | |
| | | | 78.556 | 0.879 | | | | | |
| | | | 76.995 | 0.962 | | | | | |
| | | | 80.184 | | | | | | |
| | | | 76.948 | | | | | | |
| | | | 79.133 | | | | | | |
| | | | 79.637 | | | | | | |
| | | | 78.594 | | | | | | |
| | | | 80.899 | | | | | | |
| | | | 75.111 | 1.136 | 11.183 | | 27.162 | 48.840 | 23.790 |
| HYLINE | 44 | 9.851 | | | | | | | |
| HYLINE | 44 | 10.706 | | 1.082 | 11.050 | | 27.717 | 48.918 | 23.109 |
| HYLINE | 44 | | 76.255 | 0.886 | 9.242 | | 27.785 | 46.352 | 25.649 |
| HYLINE | 44 | | 78.456 | 0.930 | 6.215 | | 47.311 | 43.448 | 8.862 |
| HYLINE | 44 | 9.261 | | 0.879 | 6.495 | | 44.680 | 43.433 | 11.590 |
| HYLINE | 44 | 9.861 | | 0.962 | 7.752 | | 45.517 | 43.921 | 10.257 |
| HYLINE | 44 | | 80.184 | | | | | | |
| HYLINE | 44 | | 76.948 | | | | | | |
| HYLINE | 44 | | 79.133 | | | | | | |
| HYLINE | 44 | | 79.637 | | | | | | |
| HYLINE | 44 | | 78.594 | | | | | | |
| HYLINE | 44 | 10.106 | | | | | | | |
| HYLINE | 44 | | 80.899 | | | | | | |
| HYLINE | 44 | | | | | 3822.97 | | | |
| HYLINE | 44 | | | | | 4015.80 | | | |
| HYLINE | 44 | | | | | 3781.11 | | | |
| HYLINE | 44 | | | | | 2746.64 | | | |
| HYLINE | 44 | | | | | 4133.89 | | | |
| HYLINE | 44 | | | | | 3441.14 | | | |
| HYLINE | 44 | | | | | 3675.14 | | | |
| ISABROWN | 101 | | | | | 3529.19 | | | |
| ISABROWN | 101 | | | | | 4008.78 | | | |
| ISABROWN | 101 | | | | | 4591.56 | | | |
| ISABROWN | 101 | | | | | 4543.39 | | | |
| ISABROWN | 101 | | | | | 4254.24 | | | |
| ISABROWN | 101 | 10.262 | 73.575 | 1.286 | 10.189 | | 36.996 | 54.234 | 8.663 |
| ISABROWN | 101 | 9.957 | 75.742 | 0.981 | 7.701 | | 28.169 | 60.584 | 11.134 |

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Proteína (%) | Humedad (%) | Cenizas (%) | Grasa (%) | Carotenoides (µg/g) | AGS (%) | AGM (%) | AGPI (%) |
|-----------------|----------------|--------------|-------------|-------------|-----------|---------------------|---------|---------|----------|
| ISABROWN | 101 | 8.907 | 76.658 | 0.888 | 7.228 | | 37.759 | 52.582 | 9.563 |
| ISABROWN | 101 | 9.870 | 76.485 | 0.924 | 7.430 | | 31.113 | 55.593 | 13.181 |
| ISABROWN | 101 | 10.106 | 75.579 | 1.032 | | | | | |
| ISABROWN | 101 | 10.155 | 74.969 | 1.039 | 8.952 | | 32.083 | 58.057 | 9.759 |
| ISABROWN | 101 | 10.389 | 82.085 | | | | | | |
| ISABROWN | 101 | 9.895 | 77.349 | | | | | | |
| ISABROWN | 101 | 9.656 | 76.501 | | 7.904 | | 33.208 | 56.583 | 10.11 |
| ISABROWN | 101 | 9.821 | 75.847 | | | | | | |
| ISABROWN | 101 | 9.408 | 76.703 | | | | | | |
| ISABROWN | 101 | 9.184 | 77.207 | | | | | | |
| ISABROWN | 101 | | | | | | | | |
| LOHMANN | 23 | | | | | 4450.53 | | | |
| LOHMANN | 23 | | | | | 5226.30 | | | |
| LOHMANN | 23 | | | | | 6428.75 | | | |
| LOHMANN | 23 | | | | | 3688.45 | | | |
| LOHMANN | 23 | | | | | 5566.95 | | | |
| LOHMANN | 23 | | | | | 4784.49 | | | |
| LOHMANN | 23 | | | | | | | | |
| LOHMANN | 23 | 9.876 | 76.400 | 1.122 | 7.316 | | | | |
| LOHMANN | 23 | 9.890 | 76.215 | 1.027 | 8.439 | | 29.3 | 53.24 | 17.305 |
| LOHMANN | 23 | 10.851 | 77.808 | 1.034 | 7.629 | | 29.236 | 55.103 | 15.469 |
| LOHMANN | 23 | 10.430 | 77.736 | 1.023 | 7.631 | | 29.778 | 54.542 | 15.561 |
| LOHMANN | 23 | 10.389 | 79.082 | 1.067 | 7.095 | | 34.266 | 57.914 | 7.739 |
| LOHMANN | 23 | 11.004 | 76.068 | 0.950 | 8.161 | | 30.855 | 52.47 | 16.533 |
| LOHMANN | 23 | 10.099 | 77.349 | | 7.517 | | 29.926 | | 15.12 |
| LOHMANN | 23 | 10.603 | 76.271 | | | | | | |
| LOHMANN | 23 | 10.380 | 77.273 | | | | | | |
| LOHMANN | 23 | 10.281 | 77.604 | | | | | | |
| LOHMANN | 23 | 10.471 | 76.658 | | | | | | |
| LOHMANN | 23 | 10.353 | 77.031 | | | | | | |
| LOHMANN | 71 | 8.772 | 76.221 | 0.991 | | | | | |
| LOHMANN | 71 | 9.729 | 75.980 | 0.989 | | | | | |
| LOHMANN | 71 | 9.321 | 78.128 | 1.077 | | | | | |
| LOHMANN | 71 | 9.431 | 76.604 | 0.708 | | | | | |
| LOHMANN | 71 | 9.975 | 75.951 | 1.084 | | | | | |
| LOHMANN | 71 | 9.668 | | 1.057 | | | | | |
| LOHMANN | 71 | 9.484 | 74.047 | 1.036 | | | | | |
| LOHMANN | 71 | 8.923 | 76.626 | | 9.514 | | 26.574 | 52.829 | 20.361 |
| LOHMANN | 71 | 9.372 | 75.584 | | 9.047 | | 28.457 | 56.34 | 15.096 |
| LOHMANN | 71 | 9.024 | 77.204 | | 7.494 | | 26.398 | 53.849 | 19.536 |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Proteína (%) | Humedad (%) | Cenizas (%) | Grasa (%) | Carotenoides (µg/g) | AGS (%) | AGM (%) | AGPI (%) |
|-----------------|----------------|--------------|-------------|-------------|-----------|---------------------|---------|---------|----------|
| LOHMANN | 71 | 8.833 | 77.384 | | 9.207 | | 27.822 | 55.364 | 16.622 |
| LOHMANN | 71 | | 75.894 | | 9.003 | | 27.12 | 54.217 | 18.514 |
| LOHMANN | 71 | 9.201 | 76.721 | | 10.811 | | 28.704 | 54.045 | 17.089 |
| LOHMANN | 71 | | | | | 4561.67 | | | |
| LOHMANN | 71 | | | | | 4392.26 | | | |
| LOHMANN | 71 | | | | | 3526.87 | | | |
| LOHMANN | 71 | | | | | 3408.06 | | | |
| LOHMANN | 71 | | | | | 5193.17 | | | |
| LOHMANN | 71 | | | | | 4004.70 | | | |
| LOHMANN | 71 | 9.394 | 76.723 | 0.832 | 9.009 | | 32.972 | 54.87 | 12.075 |
| LOHMANN | 71 | 10.146 | 75.338 | 1.078 | 10.680 | | 29.019 | 58.234 | 12.651 |
| LOHMANN | 71 | 9.773 | 74.515 | 1.043 | 9.281 | | 29.393 | 59.71 | 10.816 |
| LOHMANN | 71 | 10.261 | 74.505 | 1.037 | 10.471 | | 31.661 | 54.772 | 13.477 |
| LOHMANN | 71 | 9.266 | 76.073 | 0.935 | 9.768 | | 31.83 | 55.636 | 12.448 |
| LOHMANN | 71 | 9.240 | 77.051 | 0.785 | 8.959 | | 31.089 | 55.974 | 12.839 |
| LOHMANN | 71 | 9.992 | 74.470 | | | | | | |
| LOHMANN | 71 | 10.438 | 76.700 | | | | | | |
| LOHMANN | 71 | 9.752 | 71.739 | | | | | | |
| LOHMANN | 71 | 9.788 | 76.994 | | | | | | |
| LOHMANN | 71 | | 75.929 | | | | | | |
| LOHMANN | 71 | 9.764 | 75.278 | | | | | | |
| LOHMANN | 24 | | | | | 4791.52 | | | |
| LOHMANN | 24 | | | | | 3670.72 | | | |
| LOHMANN | 24 | | | | | 6452.30 | | | |
| LOHMANN | 24 | | | | | 3536.10 | | | |
| LOHMANN | 24 | | | | | 5267.03 | | | |
| LOHMANN | 24 | | | | | 6178.21 | | | |
| LOHMANN | 24 | 13.007 | 74.104 | 0.780 | 9.749 | | 32.5 | 57.482 | 9.717 |
| LOHMANN | 24 | 13.656 | 76.075 | 0.962 | 9.062 | | 32.118 | 56.719 | 11.044 |
| LOHMANN | 24 | 13.925 | 77.281 | 0.729 | 6.849 | | 34.612 | 56.19 | 9.122 |
| LOHMANN | 24 | 13.471 | 77.052 | 0.853 | 7.376 | | 33.192 | 55.405 | 11.328 |
| LOHMANN | 24 | 14.052 | 75.612 | 0.897 | 9.078 | | 33.097 | 55.923 | 10.92 |
| LOHMANN | 24 | 13.948 | 81.854 | 0.757 | 5.744 | | 33.371 | 56.116 | 10.45 |
| LOHMANN | 24 | 13.681 | 76.299 | | | | | | |
| LOHMANN | 24 | 14.095 | 76.942 | | | | | | |
| LOHMANN | 24 | 14.916 | 75.626 | | | | | | |
| LOHMANN | 24 | 14.282 | 78.486 | | | | | | |
| LOHMANN | 24 | 13.838 | 77.290 | | | | | | |
| LOHMANN | 24 | 14.268 | 79.213 | | | | | | |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Proteína (%) | Humedad (%) | Cenizas (%) | Grasa (%) | Carotenoides (µg/g) | AGS (%) | AGM (%) | AGPI (%) |
|-----------------|----------------|--------------|-------------|-------------|-----------|---------------------|---------|---------|----------|
| HYLINE | 58 | | | | | 4889.15 | | | |
| HYLINE | 58 | | | | | 4192.14 | | | |
| HYLINE | 58 | | | | | 2374.77 | | | |
| HYLINE | 58 | | | | | 5100.09 | | | |
| HYLINE | 58 | | | | | 4761.33 | | | |
| HYLINE | 58 | | | | | 5908.99 | | | |
| HYLINE | 58 | 9.402 | 74.510 | 1.015 | 11.288 | | 31.547 | 56.406 | 11.91 |
| HYLINE | 58 | 11.197 | 74.003 | 1.032 | 10.242 | | 28.705 | 56.079 | 15.071 |
| HYLINE | 58 | 9.925 | 76.305 | 0.083 | 9.423 | | 29.43 | 56.301 | 14.145 |
| HYLINE | 58 | 9.945 | 75.668 | 0.887 | 9.120 | | 31.833 | 49.414 | 18.634 |
| HYLINE | 58 | 10.134 | 77.106 | 0.803 | 7.972 | | 31.282 | 54.921 | 13.672 |
| HYLINE | 58 | 10.693 | 76.025 | 0.804 | 8.476 | | 31.848 | 56.291 | 11.741 |
| HYLINE | 58 | 9.782 | 75.087 | | | | | | |
| HYLINE | 58 | 10.431 | 77.179 | | | | | | |
| HYLINE | 58 | 10.325 | 76.089 | | | | | | |
| HYLINE | 58 | 10.638 | 69.394 | | | | | | |
| HYLINE | 58 | 10.355 | 75.850 | | | | | | |
| HYLINE | 58 | 10.443 | 75.292 | | | | | | |
| HYLINE | 63 | 10.625 | 74.296 | 0.986 | 4.814 | | 33.544 | 54.981 | 11.325 |
| HYLINE | 63 | 10.956 | 76.656 | 0.989 | 6.030 | | 31.023 | 51.411 | 17.418 |
| HYLINE | 63 | 10.642 | 75.492 | 0.760 | 5.757 | | 32.404 | 55.019 | 12.483 |
| HYLINE | 63 | 10.517 | 75.087 | 1.040 | 9.195 | | 31.368 | 55.661 | 12.813 |
| HYLINE | 63 | 11.177 | 73.542 | 0.935 | 7.119 | | 30.401 | 53.112 | 16.329 |
| HYLINE | 63 | 10.096 | 75.068 | 0.996 | 9.396 | | 30.863 | 52.552 | 16.452 |
| HYLINE | 63 | 10.847 | 73.508 | | | | | | |
| HYLINE | 63 | 10.175 | 75.685 | | | | | | |
| HYLINE | 63 | 10.067 | 76.545 | | | | | | |
| HYLINE | 63 | 10.035 | 77.927 | | | | | | |
| HYLINE | 63 | 10.204 | 76.076 | | | | | | |
| HYLINE | 63 | 10.262 | 75.285 | | | | | | |
| HYLINE | 63 | | | | | 4822.07 | | | |
| HYLINE | 63 | | | | | 3766.98 | | | |
| HYLINE | 63 | | | | | 4435.41 | | | |
| HYLINE | 63 | | | | | 4384.07 | | | |
| HYLINE | 63 | | | | | 4506.32 | | | |
| LOHMANN | 26 | 7.535 | 76.609 | 0.903 | 8.185 | | 33.473 | 49.149 | 17.196 |
| LOHMANN | 26 | 7.645 | 76.368 | 0.925 | 9.682 | | 31.974 | 50.181 | 17.626 |
| LOHMANN | 26 | 7.764 | 76.768 | 1.715 | 7.455 | | 32.236 | 48.769 | 18.799 |
| LOHMANN | 26 | 7.748 | 75.603 | 0.992 | 9.062 | | 31.448 | 51.393 | 16.955 |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Proteína (%) | Humedad (%) | Cenizas (%) | Grasa (%) | Carotenoides (µg/g) | AGS (%) | AGM (%) | AGPI (%) |
|-----------------|----------------|--------------|-------------|-------------|-----------|---------------------|---------|---------|----------|
| LOHMANN | 26 | 7.810 | 75.610 | 0.786 | 8.625 | | 32.375 | 53.192 | 14.251 |
| LOHMANN | 26 | 7.835 | 75.068 | 0.912 | 9.683 | | 32.324 | 52.131 | 15.26 |
| LOHMANN | 26 | 7.542 | 76.620 | | | | | | |
| LOHMANN | 26 | 7.992 | 76.121 | | | | | | |
| LOHMANN | 26 | 8.396 | 75.933 | | | | | | |
| LOHMANN | 26 | 7.631 | 76.652 | | | | | | |
| LOHMANN | 26 | 7.951 | 75.962 | | | | | | |
| LOHMANN | 26 | 8.469 | 74.249 | | | | | | |
| LOHMANN | 26 | | | | | 3531.54 | | | |
| LOHMANN | 26 | | | | | 5006.75 | | | |
| LOHMANN | 26 | | | | | 4824.74 | | | |
| LOHMANN | 26 | | | | | 5511.41 | | | |
| LOHMANN | 26 | | | | | 3634.08 | | | |
| LOHMANN | 26 | | | | | 4224.91 | | | |
| LOHMANN | 75 | 10.234 | 80.529 | 1.237 | 10.807 | | 28.445 | 53.676 | 17.607 |
| LOHMANN | 75 | 10.456 | 73.875 | 1.159 | 10.920 | | 28.479 | 56.223 | 15.098 |
| LOHMANN | 75 | 10.512 | 74.769 | 1.188 | 10.132 | | 28.599 | 56.063 | 15.085 |
| LOHMANN | 75 | 10.123 | 76.285 | 0.987 | 8.592 | | 25.878 | 55.898 | 17.976 |
| LOHMANN | 75 | 10.483 | 75.806 | 0.964 | 7.965 | | 30.386 | 54.145 | 15.217 |
| LOHMANN | 75 | 10.148 | 77.000 | 0.972 | 7.507 | | 28.0376 | 56.76 | 14.821 |
| LOHMANN | 75 | 9.742 | 75.902 | | | | | | |
| LOHMANN | 75 | 10.818 | 75.831 | | | | | | |
| LOHMANN | 75 | 10.446 | 75.507 | | | | | | |
| LOHMANN | 75 | 9.709 | 75.056 | | | | | | |
| LOHMANN | 75 | 10.065 | 76.079 | | | | | | |
| LOHMANN | 75 | 9.485 | 78.602 | | | | | | |
| LOHMANN | 75 | | | | | 5109.94 | | | |
| LOHMANN | 75 | | | | | 5348.15 | | | |
| LOHMANN | 75 | | | | | 5210.58 | | | |
| LOHMANN | 75 | | | | | 3523.18 | | | |
| LOHMANN | 75 | | | | | 4638.00 | | | |
| HYLINE | 65 | 10.549 | 73.953 | 0.888 | 10.447 | | 31.622 | 55.401 | 12.9 |
| HYLINE | 65 | 8.947 | 74.454 | 0.690 | 4.479 | | 37.065 | 56.138 | 6.753 |
| HYLINE | 65 | 8.423 | 74.951 | 0.747 | 5.630 | | 35.629 | 56.508 | 7.811 |
| HYLINE | 65 | 8.063 | 75.018 | 0.915 | 8.703 | | 34.337 | 57.779 | 7.788 |
| HYLINE | 65 | 7.869 | 75.264 | 0.792 | 7.454 | | 32.476 | 56.211 | 11.202 |
| HYLINE | 65 | 8.598 | 76.589 | 0.830 | 5.808 | | 32.323 | 59.604 | 8.035 |
| HYLINE | 65 | 7.877 | 76.222 | | | | | | |
| HYLINE | 65 | 8.487 | 75.605 | | | | | | |

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Proteína (%) | Humedad (%) | Cenizas (%) | Grasa (%) | Carotenoides (µg/g) | AGS (%) | AGM (%) | AGPI (%) |
|-----------------|----------------|--------------|-------------|-------------|-----------|---------------------|---------|---------|----------|
| HYLINE | 65 | 8.584 | 76.132 | | | 3871.47 | | | |
| HYLINE | 65 | 8.783 | 74.513 | | | 3430.53 | | | |
| HYLINE | 65 | 8.490 | 75.431 | | | 4156.87 | | | |
| HYLINE | 65 | 8.611 | 75.370 | | | 4267.90 | | | |
| HYLINE | 65 | | | | | 4743.37 | | | |
| HYLINE | 65 | | | | | 3967.92 | | | |
| HYLINE | 21 | 10.345 | 78.731 | 0.789 | 7.807 | 7637.42 | 31.224 | 54.39 | 14.236 |
| HYLINE | 21 | 9.714 | 81.702 | 0.875 | 10.255 | 8025.28 | 30.882 | 50.63 | 18.306 |
| HYLINE | 21 | 9.515 | 80.130 | 0.844 | 10.232 | 5790.09 | 29.724 | 58.394 | 11.753 |
| HYLINE | 21 | 9.751 | 77.464 | 0.729 | 9.936 | 8442.87 | 31.562 | 54.825 | 13.489 |
| HYLINE | 21 | 10.861 | 75.969 | 0.842 | | 5877.50 | | | |
| HYLINE | 21 | 10.025 | 75.884 | 0.846 | 9.572 | 6181.62 | 30.552 | 58.862 | 10.468 |
| HYLINE | 21 | 10.116 | 78.834 | | 8.031 | | 34.715 | 51.452 | 13.7 |
| HYLINE | 21 | 9.816 | 78.561 | | | | | | |
| HYLINE | 21 | 10.279 | 77.929 | | | | | | |
| HYLINE | 21 | 10.270 | 77.295 | | | | | | |
| HYLINE | 21 | 10.308 | 77.227 | | | | | | |
| HYLINE | 21 | 10.655 | 78.570 | | | | | | |
| HYLINE | 48 | 9.416 | 76.222 | 0.820 | 9.712 | | 40.114 | 50.024 | 0.827 |
| HYLINE | 48 | 9.929 | 75.965 | 1.041 | 8.041 | | 40.583 | 52.019 | 7.373 |
| HYLINE | 48 | 10.022 | 76.330 | 1.072 | 9.825 | | 39.116 | 51.353 | 9.501 |
| HYLINE | 48 | 9.863 | 76.544 | 0.975 | 9.094 | | 40.407 | 51.825 | 7.716 |
| HYLINE | 48 | | 75.193 | 1.036 | 8.486 | | 39.949 | 54.396 | 5.654 |
| HYLINE | 48 | 9.267 | 78.198 | 0.982 | 8.319 | | 36.836 | 53.743 | 9.407 |
| HYLINE | 48 | 10.015 | 76.590 | | | | | | |
| HYLINE | 48 | 9.690 | 76.367 | | | | | | |
| HYLINE | 48 | 9.358 | 76.856 | | | | | | |
| HYLINE | 48 | 10.058 | 75.503 | | | | | | |
| HYLINE | 48 | 10.274 | 75.532 | | | | | | |
| HYLINE | 48 | 10.148 | 76.383 | | | | | | |
| HYLINE | 48 | | | | | 3132.30 | | | |
| HYLINE | 48 | | | | | 3381.99 | | | |
| HYLINE | 48 | | | | | 3114.35 | | | |
| HYLINE | 48 | | | | | 3492.93 | | | |
| HYLINE | 48 | | | | | 2306.54 | | | |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Proteína (%) | Humedad (%) | Cenizas (%) | Grasa (%) | Carotenoides (µg/g) | AGS (%) | AGM (%) | AGPI (%) |
|-----------------|----------------|--------------|-------------|-------------|-----------|---------------------|---------|---------|----------|
| HYLINE | 48 | | | | | 3818.29 | | | |
| HYLINE | 79 | 8.047 | 75.404 | 0.856 | 9.275 | | | | |
| HYLINE | 79 | 8.456 | 74.398 | 0.978 | 10.030 | | 34.607 | 57.237 | 8.156 |
| HYLINE | 79 | 8.337 | 76.406 | 0.868 | 7.930 | | 37.368 | 57.337 | 5.287 |
| HYLINE | 79 | 8.383 | 77.162 | 0.865 | 7.911 | | 39.793 | 54.134 | 6.029 |
| HYLINE | 79 | 8.342 | 75.827 | 1.012 | 8.904 | | 36.67 | 58.141 | 5.188 |
| HYLINE | 79 | 7.811 | 77.821 | 0.772 | | | | | |
| HYLINE | 79 | 8.348 | 76.291 | | 8.275 | | 38.485 | 55.028 | 6.488 |
| HYLINE | 79 | 8.190 | 75.561 | | | | | | |
| HYLINE | 79 | 8.139 | 76.157 | | | | | | |
| HYLINE | 79 | 7.873 | 77.465 | | | | | | |
| HYLINE | 79 | 8.441 | 74.412 | | | | | | |
| HYLINE | 79 | 7.251 | 76.620 | | | | | | |
| HYLINE | 79 | | | | | 4891.77 | | | |
| HYLINE | 79 | | | | | 3262.03 | | | |
| HYLINE | 79 | | | | | 6428.91 | | | |
| HYLINE | 79 | | | | | 3161.29 | | | |
| HYLINE | 26 | 10.293 | 78.232 | 0.949 | 7.749 | | 34.334 | 51.293 | 14.272 |
| HYLINE | 26 | 10.605 | 75.789 | 1.032 | 8.309 | | 31.653 | 51.964 | 16.249 |
| HYLINE | 26 | 10.344 | 75.949 | 0.940 | 8.855 | | 30.492 | 53.354 | 16.009 |
| HYLINE | 26 | 10.738 | 74.839 | 0.879 | 8.772 | | 33.191 | 51.669 | 15.043 |
| HYLINE | 26 | 11.053 | 74.578 | 0.981 | 9.297 | | 234.48 | 52.766 | 12.661 |
| HYLINE | 26 | 10.501 | 76.475 | 0.990 | 6.834 | | 33.195 | 52.061 | 14.646 |
| HYLINE | 26 | 8.917 | 75.954 | | | | | | |
| HYLINE | 26 | 10.671 | 76.186 | | | | | | |
| HYLINE | 26 | 11.163 | 76.742 | | | | | | |
| HYLINE | 26 | 9.598 | 76.540 | | | | | | |
| HYLINE | 26 | 10.594 | 76.487 | | | | | | |
| HYLINE | 26 | 13.120 | 75.900 | | | | | | |
| HYLINE | 26 | | | | | 3324.23 | | | |
| HYLINE | 26 | | | | | 5458.60 | | | |
| HYLINE | 26 | | | | | 3986.86 | | | |
| HYLINE | 26 | | | | | 3207.26 | | | |
| HYLINE | 26 | | | | | 3290.91 | | | |
| LOHMANN | 30 | 10.963 | 75.872 | 0.882 | 8.417 | | 31.069 | 54.501 | 14.075 |
| LOHMANN | 30 | 10.690 | 75.903 | 0.907 | 5.164 | | 34.659 | 57.406 | 7.882 |
| LOHMANN | 30 | 10.552 | 76.925 | 0.832 | 8.011 | | 32.564 | 56.084 | 11.233 |
| LOHMANN | 30 | 10.586 | 74.214 | 1.005 | 9.879 | | 32.429 | 55.238 | 12.197 |
| LOHMANN | 30 | 10.691 | 77.040 | 0.830 | 7.145 | | 30.629 | 52.286 | 16.933 |

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Proteína (%) | Humedad (%) | Cenizas (%) | Grasa (%) | Carotenoides (µg/g) | AGS (%) | AGM (%) | AGPI (%) |
|-----------------|----------------|--------------|-------------|-------------|-----------|---------------------|---------|---------|----------|
| LOHMANN | 30 | 10.798 | 76.623 | 0.859 | 7.698 | | 31.033 | 55.764 | 13.135 |
| LOHMANN | 30 | 10.426 | 75.105 | | | | | | |
| LOHMANN | 30 | 10.211 | 75.892 | | | | | | |
| LOHMANN | 30 | 11.053 | 75.458 | | | | | | |
| LOHMANN | 30 | 10.162 | 75.742 | | | | | | |
| LOHMANN | 30 | 10.671 | 78.657 | | | | | | |
| LOHMANN | 30 | 10.443 | 77.389 | | | | | | |
| LOHMANN | 30 | | | | | 3863.37 | | | |
| LOHMANN | 30 | | | | | 2787.10 | | | |
| LOHMANN | 30 | | | | | 4232.13 | | | |
| LOHMANN | 30 | | | | | 3741.59 | | | |
| ISABROWN | 40 | 10.047 | 73.532 | 1.161 | 10.165 | 3447.20 | 29.876 | 49.925 | 19.669 |
| ISABROWN | 40 | 11.199 | 75.161 | 0.911 | 9.062 | 3705.31 | 29.235 | 51.274 | 18.997 |
| ISABROWN | 40 | 10.013 | 82.267 | 0.183 | 9.576 | 4186.90 | 29.334 | 52.407 | 17.841 |
| ISABROWN | 40 | 10.749 | 75.115 | 0.965 | 8.970 | 3268.75 | 30.545 | 49.989 | 18.958 |
| ISABROWN | 40 | 11.048 | 74.376 | 1.073 | 9.658 | 4094.31 | 30.045 | 47.943 | 21.435 |
| ISABROWN | 40 | 10.529 | 76.017 | 0.847 | 9.149 | 3640.82 | 30.406 | 48.108 | 20.965 |
| ISABROWN | 40 | 9.949 | 75.263 | | | | | | |
| ISABROWN | 40 | 10.609 | 74.919 | | | | | | |
| ISABROWN | 40 | 10.169 | 74.486 | | | | | | |
| ISABROWN | 40 | 10.553 | 74.815 | | | | | | |
| ISABROWN | 40 | 10.665 | 75.396 | | | | | | |
| ISABROWN | 40 | 11.084 | 74.692 | | | | | | |
| BOVANS | 70 | 10.841 | 74.112 | 0.746 | 10.350 | | 32.267 | 50.837 | 16.473 |
| BOVANS | 70 | 10.748 | 75.371 | 0.746 | 9.052 | | 32.333 | 49.993 | 17.148 |
| BOVANS | 70 | 11.051 | 75.696 | 0.828 | 8.226 | | 30.108 | 54.752 | 14.767 |
| BOVANS | 70 | 10.246 | 77.464 | 0.737 | 8.288 | | 29.856 | 53.849 | 15.961 |
| BOVANS | 70 | 10.708 | 76.614 | 0.810 | 7.501 | | 32.698 | 52.188 | 14.732 |
| BOVANS | 70 | 9.879 | 77.278 | 0.733 | 9.817 | | 31.135 | 52.596 | 15.89 |
| BOVANS | 70 | 10.398 | 76.445 | | | | | | |
| BOVANS | 70 | 11.302 | 74.498 | | | | | | |
| BOVANS | 70 | 10.601 | 76.271 | | | | | | |
| BOVANS | 70 | 10.838 | 76.075 | | | | | | |
| BOVANS | 70 | 11.673 | 75.523 | | | | | | |
| BOVANS | 70 | 10.350 | 75.258 | | | | | | |
| BOVANS | 70 | | | | | 3760.29 | | | |
| BOVANS | 70 | | | | | 2772.18 | | | |
| BOVANS | 70 | | | | | 3666.50 | | | |
| BOVANS | 70 | | | | | 3266.53 | | | |

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Proteína (%) | Humedad (%) | Cenizas (%) | Grasa (%) | Carotenoides (µg/g) | AGS (%) | AGM (%) | AGPI (%) |
|-----------------|----------------|--------------|-------------|-------------|-----------|---------------------|---------|---------|----------|
| BOVANS | 70 | | | | | 2988.68 | | | |
| BOVANS | 70 | | | | | 3165.60 | | | |
| LOHMANN | 77 | | | | | 2727.02 | | | |
| LOHMANN | 77 | | | | | 2244.84 | | | |
| LOHMANN | 77 | | | | | 2144.17 | | | |
| LOHMANN | 77 | | | | | 2675.32 | | | |
| LOHMANN | 77 | | | | | 2379.89 | | | |
| LOHMANN | 77 | | | | | 2164.35 | | | |
| LOHMANN | 77 | 9.920 | 73.656 | 1.136 | 8.869 | | 34.146 | 49.713 | 15.912 |
| LOHMANN | 77 | 9.904 | 77.609 | 0.882 | 8.289 | | 33.028 | 51.259 | 15.481 |
| LOHMANN | 77 | 9.683 | 76.027 | 0.989 | 8.783 | | 35.014 | 46.733 | 17.974 |
| LOHMANN | 77 | 9.562 | 75.955 | 0.987 | 10.703 | | 35.14 | 50.981 | 13.633 |
| LOHMANN | 77 | | 77.919 | 1.018 | 9.033 | | 34.775 | 50.406 | 14.48 |
| LOHMANN | 77 | 9.764 | 75.826 | 0.946 | 8.197 | | 33.046 | 49.141 | 17.433 |
| LOHMANN | 77 | 9.927 | 76.318 | | | | | | |
| LOHMANN | 77 | 9.638 | 76.196 | | | | | | |
| LOHMANN | 77 | 9.283 | 77.546 | | | | | | |
| LOHMANN | 77 | 9.720 | 77.291 | | | | | | |
| LOHMANN | 77 | 9.627 | 76.261 | | | | | | |
| LOHMANN | 77 | 8.981 | 76.500 | | | | | | |
| LOHMANN | 107 | 9.923 | 76.925 | 0.885 | 8.671 | | 30.691 | 51.735 | 16.866 |
| LOHMANN | 107 | 10.056 | 75.124 | 0.851 | 9.091 | | 29.779 | 51.867 | 17.568 |
| LOHMANN | 107 | 9.710 | 77.074 | 0.599 | 8.235 | | 32.075 | 48.027 | 19.447 |
| LOHMANN | 107 | 9.743 | 75.738 | 0.970 | 9.028 | | 30.055 | 48.476 | 20.926 |
| LOHMANN | 107 | 9.903 | 76.446 | 0.892 | 8.603 | | 33.797 | 51.372 | 14.5 |
| LOHMANN | 107 | 9.832 | 75.384 | 1.000 | 8.779 | | 28.763 | 55.081 | 15.762 |
| LOHMANN | 107 | 9.683 | 75.810 | | | | | | |
| LOHMANN | 107 | 9.413 | 77.312 | | | | | | |
| LOHMANN | 107 | 9.540 | 77.831 | | | | | | |
| LOHMANN | 107 | 9.023 | 78.099 | | | | | | |
| LOHMANN | 107 | 9.253 | 76.912 | | | | | | |
| LOHMANN | 107 | | | | | 4136.52 | | | |
| LOHMANN | 107 | | | | | 4659.18 | | | |

Tabla 64. Valores de los parámetros de calidad nutricional de los huesos ecológicos analizados.

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Proteína (%) | Humedad (%) | Cenizas (%) | Grasa (%) | Carotenoides (µg/g) | AGS (%) | AGM (%) | AGPI (%) |
|-----------------------|----------------|--------------|-------------|-------------|-----------|---------------------|---------|---------|----------|
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 8.944 | 75.052 | 1.512 | 5.946 | | 27.528 | 34.906 | 32.195 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 9.561 | 75.433 | 1.508 | 5.321 | | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 8.747 | 75.851 | 1.224 | 6.453 | | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 8.933 | 76.302 | 1.570 | 1.595 | | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 8.742 | 75.891 | 1.633 | 7.469 | | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 8.484 | 75.076 | 1.653 | 6.980 | | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 9.108 | 75.079 | 1.516 | | | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 8.985 | 75.440 | 1.671 | | | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 8.896 | 74.553 | 1.658 | | | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 8.964 | 75.804 | 1.645 | | | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 8.974 | 72.915 | 1.988 | | | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 9.666 | 76.078 | 1.480 | | | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | | | | | 1139.48 | | | |
| ISABROWN | | 8.104 | 74.860 | 1.516 | 5.571 | | | | |
| ISABROWN | | 7.358 | 76.942 | 1.558 | 7.787 | | 25 | 36.019 | 34.162 |
| ISABROWN | | | | | | 723.31 | | | |
| ISABROWN | | 7.183 | | | | | | | |
| ISABROWN | | | | | | 1911.69 | | | |
| ISABROWN | | | | | | 1207.19 | | | |
| ISABROWN | | 7.489 | 75.278 | 1.726 | 8.531 | | 26.751 | 37.655 | 30.937 |
| ISABROWN | | 7.507 | | | | 1797.68 | | | |
| ISABROWN | | 7.355 | 77.164 | 1.337 | 5.795 | | | | |
| ISABROWN | | 8.142 | | | | 1141.71 | | | |
| ISABROWN | | 7.754 | 76.861 | 1.823 | 2.970 | | | | |
| ISABROWN | | 7.668 | | | | | | | |
| ISABROWN | | 7.768 | | | | | | | |
| ISABROWN | | 7.166 | | | | 1526.48 | | | |
| ISABROWN | | 7.617 | 77.000 | 1.130 | 2.611 | | 22.984 | 35.2 | 34.848 |
| ISABROWN | | 7.901 | | | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | | | | | 2486.60 | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 8.169 | | | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 7.559 | | | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | | | | | 4567.93 | | | |

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Proteína (%) | Humedad (%) | Cenizas (%) | Grasa (%) | Carotenoides (µg/g) | AGS (%) | AGM (%) | AGPI (%) |
|-----------------------|----------------|--------------|-------------|-------------|-----------|---------------------|---------|---------|----------|
| ANDALUZA AZUL | | 6.454 | | | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 7.915 | 77.832 | 1.012 | 3.348 | 3716.44 | 32.727 | 47.608 | 15.694 |
| ANDALUZA AZUL | | 7.466 | 76.638 | 0.734 | 3.655 | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 8.147 | | | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 8.150 | 73.855 | 1.307 | 5.882 | 1859.54 | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 7.753 | | | | 3342.16 | 28.671 | 41.937 | 24.466 |
| ANDALUZA AZUL | | 8.258 | 74.780 | 1.075 | 4.692 | 1910.05 | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 7.602 | 75.544 | 0.792 | 6.164 | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 8.074 | 75.762 | 0.836 | 3.751 | | 36.564 | 47.306 | 12.149 |
| ANDALUZA AZUL | | 7.221 | 75.247 | 1.343 | 7.076 | | 27.125 | 47.203 | 19.965 |
| ISABROWN | | 7.303 | 76.521 | 1.965 | 2.996 | | | | |
| ISABROWN | | 7.523 | 75.729 | 2.265 | 1.809 | 4302.66 | | | |
| ISABROWN | | 7.572 | 75.292 | 1.339 | 6.145 | 4102.58 | 29.054 | 47.285 | 18.84 |
| ISABROWN | | 7.237 | 76.331 | 1.603 | | | | | |
| ISABROWN | | 6.891 | 77.611 | | | | | | |
| ISABROWN | | 7.243 | 76.405 | | | 2295.32 | | | |
| ISABROWN | | 6.943 | 78.691 | | | 3196.50 | | | |
| ISABROWN | | 7.130 | 78.435 | | | 3432.65 | | | |
| ISABROWN | | 7.632 | 76.239 | | 0.752 | | | | |
| ISABROWN | | 6.456 | 79.014 | | | 3192.42 | | | |
| ISABROWN | | 9.213 | 76.064 | 0.904 | 5.252 | | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 9.488 | 74.052 | | 5.772 | | 26.077 | 32.345 | 34.18 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 8.918 | 76.015 | 0.972 | 7.649 | | 29.091 | 41.952 | 23.349 |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 9.280 | 75.412 | | | | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 8.641 | 77.059 | | | | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 9.247 | 74.514 | | | | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 9.349 | 75.352 | | | | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | | | | 3.685 | | 30.641 | 40.676 | 21.308 |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Proteína (%) | Humedad (%) | Cenizas (%) | Grasa (%) | Carotenoides (µg/g) | AGS (%) | AGM (%) | AGPI (%) |
|-----------------------|----------------|--------------|-------------|-------------|-----------|---------------------|---------|---------|----------|
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 9.646 | 75.528 | | | | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 8.992 | 75.626 | 0.917 | | | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 8.629 | 77.396 | | | | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 9.305 | 75.403 | 1.115 | 6.094 | | | | |
| ISABROWN Y CASTELLANA | | 9.162 | 73.919 | 1.342 | 6.067 | | | | |
| ISABROWN | | 8.431 | 75.670 | 1.205 | | | | | |
| ISABROWN | | 9.730 | 76.116 | 0.933 | | | | | |
| ISABROWN | | 9.002 | 75.428 | | | | | | |
| ISABROWN | | 8.475 | 78.073 | | | | | | |
| ISABROWN | | 9.033 | 75.009 | 1.100 | | | | | |
| ISABROWN | | 8.909 | 77.113 | | | | | | |
| ISABROWN | | | 76.793 | | | | | | |
| ISABROWN | | | 77.688 | 0.915 | | | | | |
| ISABROWN | | | 76.255 | 0.900 | | | | | |
| ISABROWN | | 9.251 | | | 5.029 | | | | |
| ISABROWN | | 8.541 | | | 4.285 | | 29.365 | 48.064 | 17.017 |
| ISABROWN | | 7.879 | | | 4.833 | | 27.901 | 43.097 | 22.896 |
| ISABROWN | | | 77.145 | | | | | | |
| ISABROWN | | 8.610 | | | 3.846 | | | | |
| ISABROWN | | 8.426 | | | 8.831 | | 29.301 | 38.935 | 26.879 |
| ISABROWN | | 8.928 | | 0.980 | | | | | |
| ISABROWN | | | 77.465 | | | | | | |
| ISABROWN | | | | | | | | | |
| ISABROWN | | 8.685 | 77.408 | | | | | | |
| ISABROWN | | 7.874 | 76.644 | 1.021 | | | | | |
| ISABROWN | | 7.916 | 78.386 | 0.834 | | | | | |
| ISABROWN | | | 77.319 | 0.887 | | | | | |
| ISABROWN | | | | | 7.370 | | 30.002 | 50.943 | 13.015 |
| ISABROWN | | 8.456 | 77.294 | 0.866 | | | | | |
| ISABROWN | | 8.729 | 77.365 | 0.904 | | | 30.838 | 49.912 | 12.647 |
| ISABROWN | | 8.800 | 75.629 | 1.011 | | | 29.409 | 53.048 | 12.594 |
| ISABROWN | | | | | 8.350 | | 29.397 | 52.941 | 12.61 |
| ISABROWN | | 8.786 | 76.454 | | | | | | |
| ISABROWN | | 9.158 | 77.868 | | | | | | |
| ISABROWN | | 8.459 | 75.219 | | | | | | |
| ISABROWN | | 8.889 | 76.719 | | | | | | |
| ISABROWN | | | | | 8.240 | | 30.997 | 50.685 | 13.002 |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Proteína (%) | Humedad (%) | Cenizas (%) | Grasa (%) | Carotenoides (µg/g) | AGS (%) | AGM (%) | AGPI (%) |
|-----------------|----------------|--------------|-------------|-------------|-----------|---------------------|---------|---------|----------|
| ISABROWN | | | | | | | | | |
| ISABROWN | | 9.241 | 23.614 | | | | | | 16.911 |
| ISABROWN | | 8.660 | 22.850 | | | | 33.235 | 43.238 | |
| ISABROWN | | | | | 6.875 | | | | |
| ISABROWN | | | | | 6.512 | | 38.788 | 40.728 | 7.979 |
| ISABROWN | | | | | 5.281 | | 29.843 | 45.815 | 16.936 |
| ISABROWN | | | | | 6.316 | | | | |
| ISABROWN | | 7.978 | 77.716 | 0.927 | 5.849 | | | | |
| ISABROWN | | 9.270 | 76.181 | 0.864 | 5.333 | | | | |
| ISABROWN | | 8.838 | 75.968 | | | | | | |
| ISABROWN | | 8.595 | 77.450 | | | | | | |
| ISABROWN | | 8.842 | 76.440 | 0.904 | | | | | |
| ISABROWN | | 8.235 | 76.509 | 0.948 | | | | | |
| ISABROWN | | 8.543 | 76.141 | | | | | | |
| ISABROWN | | 9.081 | 77.038 | 0.852 | | | | | |
| ISABROWN | | 9.259 | 76.934 | 0.890 | | | | | |
| ISABROWN | | 8.616 | 77.403 | | | | | | |
| ISABROWN | | 8.660 | 78.377 | | | | | | |
| ISABROWN | | 8.178 | 77.494 | | | | | | |
| ISABROWN | | 8.069 | 79.214 | 0.960 | | | 31.199 | 41.661 | 19.147 |
| ISABROWN | | 8.008 | 76.883 | 0.965 | | 523.59 | 26.404 | 42.2 | 24.867 |
| ISABROWN | | 8.350 | 78.425 | 0.983 | | 615.19 | 26.924 | 45.186 | |
| ISABROWN | | 8.114 | 78.211 | 1.024 | | 695.07 | | | |
| ISABROWN | | 8.390 | 78.420 | 1.373 | | 682.38 | | | |
| ISABROWN | | 8.535 | 77.547 | 1.253 | | 1667.82 | | | |
| ISABROWN | | 8.753 | 76.435 | | | 597.78 | | | |
| ISABROWN | | 8.267 | 77.581 | | | | | | |
| ISABROWN | | 8.771 | 76.309 | | | | | | |
| ISABROWN | | 9.038 | 76.061 | | | | | | |
| ISABROWN | | 8.471 | 77.534 | | | | | | |
| ISABROWN | | 8.613 | 78.150 | | | | | | |
| ISABROWN | | 8.766 | 76.335 | 1.146 | | | | | |
| ISABROWN | | 8.793 | 76.751 | 0.969 | | 4474.90 | 33.648 | 34.895 | 23.916 |
| ISABROWN | | 8.764 | 75.702 | 1.057 | | 5009.68 | 28.934 | 37.927 | 25.224 |
| ISABROWN | | 8.851 | 75.744 | 1.137 | | 2692.72 | 31.895 | 35.336 | 25.88 |
| ISABROWN | | 8.882 | 76.980 | 0.876 | | 2176.19 | | | |
| ISABROWN | | 8.830 | 76.940 | 0.982 | | 8091.35 | | | |
| ISABROWN | | 9.056 | 77.108 | | | 7425.73 | | | |

7. ANEXO DE DATOS

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Proteína (%) | Humedad (%) | Cenizas (%) | Grasa (%) | Carotenoides (µg/g) | AGS (%) | AGM (%) | AGPI (%) |
|-----------------|----------------|--------------|-------------|-------------|-----------|---------------------|---------|---------|----------|
| ISABROWN | | 8.964 | 77.089 | | | | | | |
| ISABROWN | | 8.731 | 77.091 | | | | | | |
| ISABROWN | | 8.834 | 77.173 | | | | | | |
| ISABROWN | | 9.035 | 76.166 | | | | | | |
| ISABROWN | | 8.076 | 75.842 | | | | | | |
| ISABROWN | | 9.205 | 76.309 | 0.903 | 3.901 | | | | |
| ISABROWN | | 9.273 | 75.605 | 0.918 | 4.915 | | | | |
| ISABROWN | | 9.526 | 77.257 | 0.873 | 3.720 | | | | |
| ISABROWN | | 9.048 | 76.095 | 0.864 | 5.418 | | | | |
| ISABROWN | | 8.765 | 76.103 | 0.919 | 3.860 | | | | |
| ISABROWN | | 9.100 | 76.934 | 0.921 | 3.459 | | | | |
| ISABROWN | | 8.282 | 76.823 | 0.865 | | | | | |
| ISABROWN | | 8.958 | 76.714 | 0.888 | | | | | |
| ISABROWN | | 9.283 | 76.523 | 0.870 | | | | | |
| ISABROWN | | 9.345 | 76.569 | 0.887 | | | | | |
| ISABROWN | | 9.380 | 76.372 | 0.891 | | | | | |
| ISABROWN | | 9.431 | 75.308 | 0.896 | | | | | |
| ISABROWN | | 8.781 | 77.139 | 0.788 | | | | | |
| ISABROWN | | 8.243 | 76.622 | 0.815 | 7.633 | | | | |
| ISABROWN | | 8.896 | 77.072 | 0.809 | | | | | |
| ISABROWN | | 8.879 | 76.537 | 0.841 | 4.334 | | | | |
| ISABROWN | | 9.170 | 77.878 | 0.803 | | | | | |
| ISABROWN | | 8.828 | 78.291 | 0.862 | | | | | |
| ISABROWN | | 8.585 | 75.663 | 1.067 | 7.657 | | | | |
| ISABROWN | | 9.288 | 74.093 | 1.074 | | | | | |
| ISABROWN | | 9.110 | 76.230 | 0.904 | 4.927 | | | | |
| ISABROWN | | 9.027 | 75.532 | 0.906 | | | | | |
| ISABROWN | | 8.926 | 75.869 | 0.900 | 6.370 | | | | |
| ISABROWN | | 9.416 | 77.336 | 1.132 | 5.066 | | | | |
| ISABROWN | | 9.456 | 74.946 | 1.041 | 5.545 | | | | |
| ISABROWN | | 8.990 | 75.182 | 1.830 | 5.045 | | | | |
| ISABROWN | | 9.155 | 75.237 | 1.459 | 6.685 | | | | |
| ISABROWN | | 9.767 | 74.561 | 1.866 | 5.656 | | | | |
| ISABROWN | | 9.154 | 76.242 | 0.974 | 7.757 | | | | |
| ISABROWN | | 9.103 | 74.011 | 1.227 | 6.121 | | | | |
| ISABROWN | | 8.865 | 73.148 | 1.518 | | | | | |
| ISABROWN | | 8.578 | 79.736 | 1.057 | | | | | |
| ISABROWN | | 8.898 | 76.131 | 1.341 | | | | | |
| ISABROWN | | 9.408 | 74.771 | 1.304 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | | | | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | | | | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | | | | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | | | | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | | | | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | | | | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | | | | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | | | | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | | | | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | | | | | | | | |

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Proteína (%) | Humedad (%) | Cenizas (%) | Grasa (%) | Carotenoides (µg/g) | AGS (%) | AGM (%) | AGPI (%) |
|-----------------|----------------|--------------|-------------|-------------|-----------|---------------------|---------|---------|----------|
| ANDALUZA AZUL | | 9.442 | 75.213 | 1.176 | | | | | |
| | | 9.317 | 75.102 | 1.387 | | | | | |
| ANDALUZA AZUL | | 8.923 | 76.803 | 0.902 | 4.358 | | | | |
| | | 9.625 | 77.265 | 0.858 | 3.375 | | | | |
| | | 8.927 | 76.657 | 0.871 | 4.729 | | | | |
| | | 8.738 | 76.497 | 0.877 | 3.403 | | | | |
| | | 8.677 | 78.552 | 1.276 | 3.650 | | | | |
| | | 8.672 | 78.091 | 0.792 | 4.393 | | | | |
| | | 8.493 | 79.079 | 0.834 | | | | | |
| | | 8.956 | 77.461 | 0.801 | | | | | |
| | | 10.132 | 76.308 | 0.903 | | | | | |
| | | 9.838 | 75.040 | 1.420 | | | | | |
| | | 10.481 | 76.653 | 0.749 | | | | | |
| | | 9.025 | 76.889 | 1.026 | | | | | |
| | | 8.202 | 76.383 | 0.735 | 6.122 | | | | |
| | | 8.663 | 77.060 | 0.908 | 6.657 | | | | |
| | | 9.267 | 77.267 | 0.936 | 8.478 | | | | |
| | | 8.973 | 66.516 | 0.842 | 7.488 | | | | |
| | | 8.622 | 77.290 | 1.084 | 7.698 | | | | |
| | | 8.269 | 78.414 | 0.857 | 6.128 | | | | |
| | | 8.377 | 76.189 | 0.915 | | | | | |
| | | 7.756 | 79.188 | 0.814 | | | | | |
| | | 9.127 | 76.957 | 0.548 | | | | | |
| | | 8.827 | 75.574 | 0.690 | | | | | |
| | | 9.035 | 74.597 | 0.964 | | | | | |
| | | 8.859 | 75.940 | 0.796 | | | | | |
| | | 8.204 | 78.069 | 0.741 | 6.657 | | | | |
| | | 9.108 | 77.352 | 0.762 | 5.163 | | | | |
| | | 8.526 | 77.273 | 0.789 | 5.071 | | | | |
| | | 9.586 | 76.405 | 0.810 | 8.010 | | | | |
| | | 8.947 | 77.265 | 0.956 | 7.599 | | | | |
| | | 8.783 | 77.514 | 0.881 | 5.453 | | | | |
| | | 9.735 | 75.587 | 0.788 | | | | | |
| | | 8.824 | 76.188 | 0.967 | | | | | |
| | | 8.759 | 77.640 | 0.830 | | | | | |
| | | 8.492 | 79.587 | 0.658 | | | | | |
| | | 7.683 | 77.168 | 0.489 | | | | | |
| | | 7.542 | 78.063 | 0.849 | | | | | |
| | 30 | 8.978 | 77.543 | 0.896 | 8.205 | | 33.123 | 54.488 | 11.901 |

| Tipo de gallina | Edad (semanas) | Proteína (%) | Humedad (%) | Cenizas (%) | Grasa (%) | Carotenoides (µg/g) | AGS (%) | AGM (%) | AGPI (%) |
|-----------------|----------------|--------------|-------------|-------------|-----------|---------------------|---------|---------|----------|
| ISABROWN | 30 | 9.455 | 75.138 | 1.130 | 10.398 | | 30.758 | 52.295 | 16.518 |
| ISABROWN | 30 | 10.306 | 74.648 | 0.991 | 10.369 | | 29.424 | 56.14 | 14.027 |
| ISABROWN | 30 | 9.751 | 76.344 | 1.049 | 9.020 | | 32.226 | 51.03 | 15.656 |
| ISABROWN | 30 | 9.406 | 77.215 | 0.900 | 8.792 | | 33.338 | 50.722 | 15.334 |
| ISABROWN | 30 | 9.991 | 76.249 | 1.053 | 8.855 | | 35.417 | 51.451 | 16.567 |
| ISABROWN | 30 | 9.675 | 74.957 | | | | | | |
| ISABROWN | 30 | 9.922 | 75.006 | | | | | | |
| ISABROWN | 30 | 9.329 | 75.567 | | | | | | |
| ISABROWN | 30 | 9.997 | 77.872 | | | | | | |
| ISABROWN | 30 | 8.917 | 78.715 | | | | | | |
| ISABROWN | 30 | 9.674 | 76.275 | | | | | | |
| ISABROWN | 30 | | | | | 3399.50 | | | |
| ISABROWN | 30 | | | | | 2754.25 | | | |
| ISABROWN | 30 | | | | | 2827.67 | | | |
| ISABROWN | 30 | | 23.302 | 0.572 | | 3110.01 | | | |
| ISABROWN | 30 | | 23.969 | 0.796 | | 3175.56 | | | |
| ISABROWN | 30 | | 24.664 | 0.974 | | 2777.11 | | | |
| ISABROWN | 30 | | 24.095 | 0.800 | | 3007.35 | | | |