



Universitat Autònoma de Barcelona

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  http://cat.creativecommons.org/?page_id=184

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <http://es.creativecommons.org/blog/licencias/>

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>



Caracterización de las Gallinas Indígenas de Mozambique

*Memoria presentada para optar al Título de “Doctor” en Producción Animal,
correspondiente al Programa de Doctorado en Producción Animal del
Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos de la Universidad Autónoma
de Barcelona*

Autora: **Matilde Francisco Matola Mabunda**

Directores:

- **Dr. Amadeu Francesch Vidal**
- **Dr^a. Maria dels Dolors Izquierdo Tugas**
- **Dr. Jordi Jordana Vidal**

Barcelona (España), Noviembre de 2016

La **Dra. Maria dels Dolors Izquierdo Tugas**, professora agregada del Departament de Ciència Animal i dels Aliments de la Universitat Autònoma de Barcelona,

i el **Dr. Jordi Jordana Vidal**, professor titular d'Universitat del Departament de Ciència Animal i dels Aliments de la Universitat Autònoma de Barcelona,

CERTIFIQUEN

Que la Sra. **Matilde Francisco Matola Mabunda** ha realitzat sota la direcció del **Dr. Amadeu Francesch Vidal** (1955 – 2006) i la seva el present treball d'investigació que porta per títol “*Caracterización de las gallinas indígenas de Mozambique*” per optar al grau de Doctor dins del programa de doctorat en Producció Animal del Departament de Ciència Animal i dels Aliments de la Universitat Autònoma de Barcelona i, considerant-la acabada, n'autoritzen la seva presentació per a que sigui jutjada per la Comissió corresponent

I per a que així consti, firmen el present certificat a Bellaterra, el 17 de novembre de 2016.

Dra. M^a Dolors Izquierdo Tugas

Dr. Jordi Jordana Vidal

Matilde Francisco Matola Mabunda

Dedicatoria

- *Por absolutamente todo, dedico esta Tesis a:*

- Mi saudosa madre - Julieta Gimo,

- Mis hijas - Camila

- Pamela

- Nicole

- Mi marido - Samuel Mabunda.

Con mucho cariño.

Agradecimientos

Muy sinceramente agradezco:

- Al Saudoso, Profesor Amadeu Francesch Vidal,

Por su especial tutoría y dirección, su comprensión, paciencia durante todos estos años, y permanente disponibilidad, por dedicar todo lo que ha podido para juntos llevar a término esta tesis. Por sus calidades científicas y personales, sin las cuales muy difícilmente habríamos realizado el presente trabajo. Me acompañará siempre en el recuerdo. Profesor aquí está nuestro trabajo...,

Eternamente Gracias Profesor!

- A la Profesora Dolors Izquierdo y al Profesor Jordi Jordana:

Por aceptar la dirección de la Tesis, a pesar de los varios desafíos. Especialmente por la forma como hemos trabajado, en equipo, el incondicional apoyo, la comprensión. En poco tiempo he aprendido mucho, vuestra colaboración fue crucial para la conclusión de esta Tesis. A trabajar Matilde... ya falta poco... ánimo..., Son palabras que me dieron fuerza y me las voy a recordar siempre...,

Muchas Gracias Profesores!

- Al Profesor Armand Sánchez Bonastre,

Por su tutoría y total apoyo en mis asuntos estudiantiles en la universitat Autònoma de Barcelona.

- Al Ministerio de Ciência, Tecnologia, Ensino Superior e Técnico profissional de Moçambique. Por el financiamiento concedido para la caracterización de las gallinas indígenas de Mozambique. Y por la beca concedida, lo que ha permitido mi estancia y estudios en España.

A Todos los criadores de gallinas indígenas del distrito Administrativo de Changanane que participaron del trabajo. Por aceptar participar del trabajo y principalmente por colaborar con todas las condiciones del mismo hasta el final.

A Todos los criadores de gallinas indígenas de Sur de Mozambique, que participaron en las entrevistas. Por su colaboración y acogimiento en las entrevistas, facultando tan importantes informaciones.

A mi gran amigo Alberto Pondja, por el compañerismo durante el trabajo y por las valiosas discusiones técnicas que mantuvimos. Muito obrigada Camarada!

Y a todos los que directa o indirectamente han contribuido para la realización del trabajo y para el suceso de la presente Tesis, meu...

KANIMAMBO...!

RESUMEN

La presente tesis se centra en el estudio de las gallinas indígenas de Mozambique y consta de tres trabajos que caracterizan: (1) las formas de crianza en el sector rural, (2) la morfológica de las aves y (3) la producción y reproducción, calidad de la carne y de los huevos de estas aves y sus posibles mejoras mediante cruces. En el primer estudio se encuestaron a 162 criadores de Maputo, Gaza e Inhambane. En las 3 zonas el sistema de producción es muy similar; pequeños grupos de hasta 20 aves en libertad, con una alimentación basada principalmente en lo que las gallinas encuentran por sí mismas en el campo y cuidadas por las mujeres (82%). Las gallinas suelen realizar 3 ciclos productivos/año (54%), produciendo entre 11 y 15 huevos/ciclo (62%). No hay acceso a asistencia veterinaria y la enfermedad de Newcastle es la principal patología (100%). Para la caracterización morfológica se analizaron 87 aves de ambos sexos pertenecientes a dos linajes, el plumaje rizado (IR) y el liso (IL), en las que se describieron los colores del plumaje, características morfológicas de la cabeza y las patas y se tomaron 25 medidas zoométricas. Ambos linajes presentaron una gran variedad de colores de plumaje y suelen presentar la cresta sencilla (>87%) con 3 o 4 dientes. Los gallos presentan la cara roja (84%) y con arrugas (73%) y orejillas rojas (>78%) mientras que las gallinas las tienen rosadas (80% cara y >50% orejillas) y sin arrugas (100%). El color de pico más frecuente es el crema (>50%) y el de los tarsos el amarillo (>63%). Con respecto a las medidas zoométricas evaluadas, todas mostraron diferencias entre sexos excepto la anchura del ojo, indicando un acentuado dimorfismo sexual. Tras evaluar todos los parámetros no se han encontrado diferencias importantes y los coeficientes de variación se han mostrado muy elevados, lo que indica una gran heterogeneidad de la población y la inexistencia de grupos raciales distintos. En el tercer estudio se utilizaron 607 pollitos, pertenecientes a 4 linajes genéticos: IR, IL y dos cruces (IL x línea comercial), línea materna indígena (F_{1m}) y línea paterna indígena (F_{1p}), para su caracterización productiva y reproductiva que estuvieron de 21 a 72 semanas de edad en 4 tratamientos (jaulas individuales, corral e incubación artificial, corral e incubación natural y manejo extensivo). Se evaluaron la canal y la carne de 5 gallinas y 5 gallos de cada linaje y la calidad de 50 huevos de cada linaje. Tanto en machos como en hembras, las indígenas IL proporcionaron índices de crecimiento mejores

que las IR. Los linajes cruzados fueron superiores a los indígenas en todos los parámetros, y entre estos el F_{1m} fue el que proporcionó mejores índices. Los cruzados presentaron un mayor rendimiento de pechuga que los indígenas. El pH de la carne del linaje F_{1m} fue superior al resto de los grupos, la actividad del agua en los dos linajes indígenas y los 4 linajes presentaron carnes con un enrojecimiento acentuado. La producción, peso y eficiencia de transformación del alimento en huevos, fue superior en los linajes cruzados que en los indígenas, no observándose diferencias significativas dentro de cada grupo. El grosor de la cáscara presentó diferencias significativas, aunque la resistencia a la rotura no y la calidad interna de los huevos fue mejor en la línea F_{1p}. En los tratamientos con incubación natural, los linajes indígenas presentaron más ciclos, pero de menor duración, que los cruzados. Las tasas de fertilidad y de eclosión fueron mejores en las gallinas IL, que los mantuvieron elevados en todos los tratamientos. Finalmente, las IR presentaron una elevada mortalidad embrionaria.

SUMMARY

This thesis focuses on the study of indigenous chickens from Mozambique and consists of three works that characterize: (1) Ways of raising chickens in rural areas, (2) chicken morphology and (3) production and reproduction, quality of the meat and eggs of these chickens and their potential for improvement through cross-breeding. In the first study, 162 breeders from Maputo, Gaza and Inhambane were surveyed.

In all zones the production system is very similar; consisting of small groups of up to 20 chickens in a free range system, basically fed on what they find themselves in the field and cared on by women (82%). Chickens usually have 3 productive cycles/year (54%), producing between 11 and 15 eggs/cycle (62%). There were no access to veterinary assistance and Newcastle disease was the main pathology (100%).

For morphological characterization, 87 birds of both sexes belonging to two lineages, frizzled feather (IR) and normal feathered (IL) were analysed the colours of plumage, morphological characteristics of the head and legs, and 25 zoometric measures. Both lineages presented a great variety of plumage colouring and usually present a simple crest (> 87%) with 3 or 4 teeth. Roosters have red faces (84%) with wrinkles (73%) and red ears (> 78%) while hens have pink (80% face and > 50% ears) without wrinkles (100%). The most frequent peak colour is cream (> 50%) and yellow tarsi (> 63%).

Regarding the zoometric measures evaluated, all showed differences between sexes except the width of the eye, indicating a marked sexual dimorphism. After evaluating all the parameters, no significant differences were found and the coefficients of variation were very high, indicating a great heterogeneity of the population and absence of distinct racial groups. In the third study 607 chicks were used, belonging to 4 genetic lineages: IR, IL and two crosses (IL x commercial line), indigenous maternal line (F_{1m}) and indigenous paternal line (F_{1p}), for their productive and reproductive characterization from 21 to 72 weeks of age in 4 poultry management systems (individual cages, poultry corral and artificial incubation, poultry corral and natural incubation and extensive management).

Characteristics of carcass and meat of 5 hens and 5 roosters of each lineage and the quality of 50 eggs of each lineage were evaluated. In both males and females, indigenous IL lineage provided better growth rates than IR. The cross-breeds were superior to the indigenous in all parameters, and among these the F_{1m} provided the best

indices. The cross-breeds presented a higher yield of breast than the indigenous. The pH of F_{1m} was higher compared to all groups, water activity in the two indigenous lineages and the 4 lineages presented marked meat redness.

The production, weight and efficiency of food processing in eggs were superior in cross-bred lineages than in indigenous ones, no significant differences were observed within each group. Shell thickness showed significant differences, and the internal quality of eggs was better in the line F_{1p} but the resistance to hatch was similar among groups. In natural incubation the indigenous lineages presented more cycles, however, with shorter duration than the cross-breeds. Fertility and hatching rates were better in IL chickens, in all production systems. Finally, IR presented high embryo mortality.

ÍNDICE

1. Capítulo I: Introducción.....	1
2. Capítulo II: Revisión Bibliográfica.....	7
2.1. Origen y domesticación de la gallina doméstica.....	9
2.2. Clasificación taxonómica de las gallinas.....	11
2.3. Biodiversidad de los animales domésticos.....	12
2.3.1. Pérdida de diversidad en los animales domésticos.....	13
2.4. Concepto de raza.....	14
2.5. Caracterización y conservación de los recursos genéticos en aves.....	15
2.5.1. Métodos de caracterización de los recursos genéticos avícolas.....	16
2.6. Origen de la gallina indígena en África.....	18
2.6.1. Estudios realizados en gallinas africanas.....	19
2.7. Productos avícolas.....	20
2.7.1. Importancia de los productos avícolas en la alimentación humana.....	20
2.7.2. Calidad de la carne y de los huevos.....	21
2.7.2.1. Calidad de la carne.....	21
2.7.2.1.1. La medida del pH.....	21
2.7.2.1.2. Actividad del agua (a ^w).....	22
2.7.2.1.3. Color de la carne mediante colorímetros.....	22
2.7.2.1.4. Carnes anormales, condición PSE (Pale, Soft, Exudative) y DFD (Dark, Firm and Dry)	23
2.7.2.2. Calidad de los huevos.....	24
2.7.2.2.1. El grosor de la cáscara.....	24
2.7.2.2.2. Unidad Haugh (UH).....	25
3. Capítulo III: Objetivos.....	27
4. Capítulo IV: Formas de Crianza de Gallinas Indígenas en las Zonas Rurales del Sur de Mozambique.....	31
4.1. Introducción.....	33
4.2. Materiales y métodos.....	34
4.3. Resultados y discusión.....	35
4.3.1. Aspectos de Crianza.....	35
4.3.2. Efectivos de animales.....	35
4.3.3. Propiedad y cuidado de las aves.....	37
4.3.4. Alimentación.....	38
4.3.5. Alojamiento.....	38
4.3.6. Aspectos Productivos.....	40

4.3.7. Destino de la producción.....	43
4.3.8. Aspectos sanitarios.....	46
4.4. Conclusiones.....	51
5. Capítulo V: Caracterización Morfológica de las Gallinas Indígenas Mozambique.....	53
5.1. Introducción.....	55
5.2. Materiales y Métodos.....	57
5.2.1. Material biológico.....	57
5.2.2. Características morfológicas (cualitativas).....	57
5.2.2.1 Colores de las plumas.....	57
5.2.2.2. Características morfológicas de partes del cuerpo.....	57
5.2.3. Medidas zoométricas (características cuantitativas).....	60
5.2.3.1. Características generales.....	60
5.2.3.2. Cabeza.....	61
5.2.3.3. Cuello.....	63
5.2.3.4. Tronco.....	63
5.2.3.5. Extremidades.....	63
5.2.4. Procesado de los datos.....	64
5.2.4.1. Análisis de las características morfológicas (cualitativas).....	64
5.2.4.2. Análisis estadístico de las medidas zoométricas.....	64
5.3. Resultados y Discusión.....	66
5.3.1. Caracterización morfológica (cualitativa).....	66
5.3.1.1. Coloraciones más predominantes en el plumaje de las aves.....	66
5.3.1.2. Características morfológicas de las partes del cuerpo de las aves.....	71
5.3.2. Caracterización zoométrica.....	80
5.4. Conclusiones.....	88
6. Capítulo VI: Determinación de la Eficiencia Productiva y Reproductiva y de las Calidades de la Carne y de los Huevos de las Gallinas Indígenas de Mozambique.....	89
6.1. Introducción.....	91
6.2. Materiales y Métodos.....	93
6.2.1. Lugar de estudio.....	93
6.2.2. Material biológico y principales mediciones tomadas.....	93
6.2.2.1. Caracterización productiva y reproductiva 93	
6.2.2.1.1. Manejo de los pollitos durante los periodos de cría y recria.....	94
6.2.2.1.2. Manejo de las aves durante los periodos de producción y reproducción (21 a 72 semanas de edad).....	95
6.2.2.1.3. Parámetros a medir en cada tratamiento.....	98

6.2.2.2. Evaluación características de la canal y calidad física de la carne.....	101
6.2.2.2.1. Sacrificio de las aves y recogida de muestras.....	101
6.2.2.2.2. Determinación de los rendimientos de carcasa, pecho, pierna, vísceras (hígado, molleja y corazón) y de la grasa abdominal.....	101
6.2.2.2.3. Determinación de los parámetros físicos de calidad de la carne.....	101
6.2.2.3. Evaluación de las calidades externa e interna de los huevos.....	103
6.2.2.3.1. Calidad externa de los huevos – Medidas tomadas.....	103
6.2.2.3.2. Calidad interna de los huevos.....	104
6.2.3. Análisis estadístico de los resultados.....	107
6.2.3.1. Caracterización del crecimiento en los periodos de cría, recría de los pollitos y en la fase de producción de gallos y gallinas de los 4 linajes...	107
6.2.3.2. Evaluación de las características de la canal y calidad física de la carne.....	108
6.2.3.3. Parámetros relacionados con la producción anual de huevos para consumo.....	108
6.2.3.4. Evaluación de las calidades externa e interna de los huevos.....	108
6.2.3.5. Caracterización productiva y reproductiva según el sistema de manejo...	109
6.3. Resultados y Discusión.....	110
6.3.1. Caracterización productiva.....	110
6.3.1.1. Resultados de la fase de cría de los pollitos (0-4 semanas de edad).....	110
6.3.1.2. Resultados de la fase de producción (Tratamiento 1).....	115
6.3.2. Evaluación de las características de la canal y calidad física de la carne.....	120
6.3.2.1. Determinación de las características de canal, rendimientos de carcasa, corte, vísceras y de la grasa abdominal.....	120
6.3.2.2. Determinación de los parámetros físicos de la carne (Color, pH y Actividad del agua).....	122
6.3.3. Caracterización reproductiva: Producción anual de huevos para Consumo en jaulas individuales.....	125
6.3.4. Evaluación de las calidades externas e internas de los huevos.....	129
6.3.4.1. Calidades externas de los huevos.....	129
6.3.4.2. Calidad interna de los huevos.....	132
6.3.5. Caracterización productiva y reproductiva según el sistema de manejo.....	135
6.3.5.1. Aves en suelo con apareamiento natural e incubación artificial de los huevos (T2).....	135
6.3.5.2. Aves en suelo con apareamiento natural e incubación natural de los huevos (T3)	139
6.3.4.3. Aves en el sector familiar bajo manejo extensivo (T4).....	143
6.3.4.4. Comparación entre los tratamientos.....	146

6.4. Conclusión.....	149
7. Capítulo VII: Discusión General.....	151
8. Capítulo VIII: Conclusiones.....	167
9. Capítulo IX: Bibliografía.....	171
10. Anexos	189

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 - Distribución (%) de los criadores según la cantidad de gallinas adultas que poseen, en tres comunidades rurales del sur de Mozambique.....	36
Tabla 4.2- Porcentaje de explotaciones de las tres comunidades mozambiqueñas cuya propiedad de las gallinas se atribuye a la familia, a la mujer o al marido y el cuidado a la mujer y al marido.....	37
Tabla 4.3 – Distribución (%) de los criadores según el lugar donde las gallinas pasan el día y la noche, en tres comunidades rurales del sur de Mozambique.....	39
Tabla 4.4 - Distribución (%) de los criadores según los ciclos de producción anual de sus gallinas.....	40
Tabla 4.5 - Distribución (%) de los criadores de tres zonas rurales del sur de Mozambique, según la producción de huevos por gallina y ciclo y de pollitos por gallina y ciclo.....	42
Tabla 4.6 - Distribución (%) de los criadores de tres zonas rurales del sur de Mozambique, según el destino de la producción de sus gallinas indígenas.....	44
Tabla 4.7 - Distribución (%) de los criadores de tres zonas rurales del sur de Mozambique, según la frecuencia de consumo de carne y huevos de sus gallinas indígenas.....	45
Tabla 4.8 - Distribución de los criadores, de tres zonas rurales del sur de Mozambique, según su parecer sobre la aparición de los brotes de la enfermedad de Newcastle a lo largo del año.....	48
Tabla 4.9 - Distribución (%) de los criadores, de tres zonas rurales del sur de Mozambique, según la práctica o no del tratamiento tradicional contra la enfermedad de Newcastle.....	49

Tabla 4.10 - Distribución (%) de los criadores, de tres zonas rurales del sur de Mozambique, que practican el tratamiento tradicional contra la enfermedad de Newcastle, según su evaluación a los resultados del tratamiento y del comportamiento de los supervivientes al siguiente brote.....	50
Tabla 5.1: Porcentajes de gallinas y gallos indígenas de Mozambique según forma de plumaje y colores más predominantes.....	67
Tabla 5.2: Porcentajes de gallinas y gallos según las características morfológicas de la cresta (color, tipo, n° de dientes, posición, apéndice, tipo de lóbulo).....	74
Tabla 5.3: Porcentajes de gallinas y gallos según las características morfológicas de la cara (color y arrugas), filoplumas y color de los ojos.....	76
Tabla 5.4: Porcentajes de gallinas y gallos según las características morfológicas de partes del cuerpo: pico (color y forma), orejillas (color y presencia de arrugas), barbillas (presencia de arrugas), tarsos (color), n° de dedos y presencia de espolón.....	78
Tabla 5.5: Resultados del análisis de varianza bifactorial, de las variables zoométricas de las gallinas indígenas de Mozambique, según los factores sexo y linaje, color de las orejillas, color de los tarsos y su interacción, así como del análisis monofactorial basado en el tipo de cresta.....	81
Tabla 5.6: Medias \pm Desviación típica de las variables zoométricas para los factores morfológicos linaje, tipo de cresta y color de los tarsos que presentaron diferencias significativas sin interacción en la Tabla 5.4.....	84
Tabla 5.7: Medias \pm desviación típica y coeficientes de variación de las variables zoométricas de gallinas y gallos indígenas de Mozambique.....	87
Tabla 6.1: Distribución de los pollitos.....	94
Tabla 6.2: Resultados de la fase de cría, $\mu \pm SD$ (peso, ganancia de peso y conversión alimentaria), consumo de pienso y mortalidad de pollitos de los cuatro linajes genéticos criados bajo manejo intensivo.....	111
Tabla 6.3: Resultados de la fase de recría, $\mu \pm SD$ (peso, ganancia de peso y conversión alimentaria), consumo de pienso y mortalidad de pollitos de los cuatro linajes genéticos criados bajo manejo intensivo.....	114
Tabla 6.4: Resultados $\mu \pm SD$ de (peso, ganancia de peso y conversión alimentaria), consumo de pienso y mortalidad de gallos de los cuatro linajes genéticos criados bajo manejo intensivo en jaulas individuales.....	116
Tabla 6.5: Resultados $\mu \pm SD$ de (peso, ganancia de peso y conversión alimentaria), consumo de pienso y mortalidad de gallinas de los cuatro linajes genéticos criados bajo manejo intensivo en jaulas individuales.....	117

Tabla 6.6: Resultados en kilogramos ($\mu \pm SD$) de peso vivo y peso de carcasa, rendimientos (%) de carcasa, pechuga, piernas, vísceras (hígado, corazón y molleja) y de la grasa abdominal de los cuatro linajes de gallinas.....	121
Tabla 6.7: Resultados de calidad física (pH, actividad de agua y color) de la carne de pechuga de los cuatro linajes de gallinas.....	125
Tabla 6.8. Resultados de la producción anual de huevos $\mu \pm SD$ (edad a la madurez sexual, peso de los huevos), producción total/gallina, consumo de pienso, conversión alimentaria y mortalidad de los cuatro linajes genéticos de gallinas alojadas en jaulas individuales en manejo intensivo.....	127
Tabla 6.9: Características externas ($\mu \pm SD$) de peso, longitud, diámetro, índice de huevo y espesura, resistencia y color de la cáscara de los huevos de gallinas de los cuatro linajes genéticos.....	130
Tabla 6.10: Características internas ($\mu \pm SD$) de peso (cáscara, yema y clara), altura de la clara, color de la yema y unidades Haugh de los huevos de gallinas de los cuatro linajes genéticos.....	133
Tabla 6.11: Resultados productivos anuales $\mu \pm SD$ (edad a la madurez sexual, peso de los huevos), producción total/gallina, consumo de pienso, conversión alimentaria, huevos descartados y mortalidad de gallinas de los cuatro linajes genéticos criados en el suelo para producción de huevos fertilizados por apareamientos naturales e incubados artificialmente.....	136
Tabla 6.12: Resultados de la incubación artificial de huevos fertilizados por apareamiento natural, valores en porcentaje de tasa de fertilidad, tasa de eclosión, pollitos nacidos, huevos con muerte embrionaria (precoz y tardía) y huevos no eclosionados de gallinas de los cuatro linajes genéticos criados en el suelo.....	138
Tabla 6.13: Resultados productivos anuales (edad de inicio de cada ciclo, N ^o de ciclos por ave, huevos producidos por ave, tasa de puesta, consumo de pienso, conversión alimentaria, huevos descartados por ave y mortalidad) de gallinas de los cuatro linajes genéticos criados en el suelo para producción de huevos e incubación natural.....	140
Tabla 6.14. Resultados anuales de la incubación natural de huevos fertilizados por apareamiento natural, valores en porcentaje de: huevos no eclosionados, tasa de fertilidad y de eclosión y mortalidad de los pollitos, para las gallinas de los cuatro linajes genéticos criados en el suelo.....	141
Tabla 6.15. Resultado de la evaluación de las causas de no eclosión de los huevos durante la incubación natural de huevos mencionados en la Tabla 6.14.....	142
Tabla 6.16: Resultados anuales productivos y reproductivos (edad de inicio de cada ciclo, N ^o de ciclos por ave, huevos producidos por ave, tasa de puesta, y mortalidad) de gallinas de los cuatro linajes genéticos criados de 21 a 72 semanas de edad en el sector familiar bajo manejo extensivo.....	144

Tabla 6.17: Resultados anuales de la incubación natural de huevos, valores en porcentaje de huevos no eclosionados, tasa de fertilidad, tasa de eclosión y mortalidad de los pollitos, de gallinas de los cuatro linajes genéticos criados desde las 21 hasta las 72 semanas de edad en el sector familiar bajo manejo extensivo.....146

Tabla 6.18: Comparación de algunos parámetros productivos (N° de huevos/gallina/año y conversión alimentaria) y reproductivos (tasas de fertilidad, eclosión y mortalidad de los pollitos) de los 4 linajes de gallinas en los 4 tratamientos.....147

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 6.1. Curvas de crecimiento (peso vivo) desde al nacimiento hasta las 72 semanas de edad de gallos y gallinas de los cuatro linajes genéticos criados bajo manejo intensivo.....119

Gráfico 6.2: Curvas de producción anual de huevos de los 4 linajes genéticos criados bajo manejo intensivo.....128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5.1: Partes del cuerpo y plumas del gallo.....58

Figura 5.2: Partes del cuerpo y plumas de la gallina.....59

Figura 5.3: Detalles de una cabeza de gallina con sus correspondientes medida.....62

Figura 6.1: Esquema ilustrativo de las distintas fases tratamientos (T) de las aves desde el nacimiento hasta las 72 semanas de edad.....93

Figura 6.2: Alojamiento de las aves en jaulas individuales dispuestas en batería (Tratamiento1); gallinas a la izquierda y gallos a la derecha.....94

Figura 6.3: Balanza analítica.....106

Figura 6.4: Pie de rey.....106

Figura 6.5: Medidor de resistencia.....106

Figura 6.6: Nonio.....106

Figura.6.7: Sierra de mano.....	106
Figura 6.8: Rango colorímetro para la yema.....	106
Figura. 6.9: Pie de rey suspenso.....	106

CAPÍTULO I:

Introducción

Hoy día las aves despiertan un considerable interés gracias a su importancia en la producción de alimentos, como modelos en la investigación biológica o, simplemente, como objetos de placer en pajareras y en la naturaleza.

La industria avícola en la actualidad es uno de los ejemplos más exitosos de la cría de animales en todo el mundo. Es líder, comparado con otros sistemas de producción animal, en la especialización y la aplicación de tecnologías, y es el mayor contribuyente al consumo de proteína animal por el hombre en forma de carne y huevos (Dhama *et al.*, 2014).

El gran y rápido desarrollo de la industria avícola puede que por algún tiempo haya ofuscado a los pequeños avicultores familiares, principalmente a los rurales, lo que ha desfavorecido el desarrollo de todos los procesos relacionados con la crianza de las gallinas locales que permanecieron bajo selección natural y se adaptaron a las condiciones de cría tradicional, de baja inversión de capital, efectivos pequeños y con baja productividad en carne y en huevos, práctica que se ha perpetuado durante generaciones (Akinola and Essien, 2011; Chowdhury, 2013).

La mayoría de las comunidades rurales de los países en vías de desarrollo, alrededor de 80%, producen gallinas indígenas (Akinola and Essien, 2011). Aproximadamente el 20% de la proteína de origen animal que se consume en estas comunidades proviene de estas aves y contribuyen a los ingresos de las familias (Alders and Pym, 2009). Aunque la FAO (1999) recomendó la necesidad de caracterizar y conservar los recursos genéticos animales de los países en vías de desarrollo para evitar su desaparición y la pérdida de diversidad genética, todavía existen pocos estudios (Alabi *et al.*, 2012; Badubi *et al.*, 2006; Daikwo *et al.*, 2011; Duguma, 2006; Egahi *et al.*, 2010; Guèye, 1998; Melesse and Negesse, 2011; Mogesse, 2007; Moreda *et al.*, 2014; Yakubu *et al.*, 2012) que definan las distintas poblaciones de gallinas africanas y ninguno sobre las gallinas indígenas mozambiqueñas.

Mozambique es un país en vías de desarrollo, con 799.380 km² de área total, situado en la costa oriental del sur de África, entre los paralelos 10° 27' y 26° 52' de latitud sur y entre los meridianos 30° 12' y 40° 51' de longitud este. Está bañado por el océano Índico que le confiere una larga costa con alrededor de 2500 km.

Datos del censo indicaron que hasta 2011 Mozambique tenía una población de 26,162 millones de habitantes de los cuales solo el 32% conforman la población urbana (FAO, 2013). Alrededor de dos tercios de los mozambiqueños viven en la pobreza absoluta, sobreviviendo con menos de un dólar estadounidense (USD) por día, y la mayoría de esta población se encuentra en las zonas rurales y se enfrenta a la escasez de alimentos, tanto en cantidad como en calidad adecuadas. Así, el problema de la malnutrición, especialmente aquella por insuficiencia de proteína, es fundamental y una de las causas apuntadas de mortalidad infantil. En Mozambique la producción de gallinas indígenas es una práctica enraizada; casi todas familias rurales las poseen. El presente trabajo se ha realizado en las zonas rurales de 3 provincias (Maputo, Gaza e Inhambane) de la zona sur de Mozambique (ver la ubicación geográfica en anexo 1), y se han caracterizado, basándose en encuestas, las formas de crianza de las gallinas indígenas, ya que, hasta el momento, no existe ningún estudio detallado sobre las particularidades de estos sistemas productivos y de sus animales.

En el año 2011 Mozambique tenía un censo aproximado de 24 millones de gallinas (FAO, 2013) que, en general, presentan bajos rendimientos productivos debido a que siempre han estado sometidas a las condiciones rurales de escasez de recursos y a la selección natural. En general, son aves de crecimiento lento y sus tasas productivas también son muy menores comparadas con los índices de los pollos comerciales que, por el contrario, han estado bajo rigurosos criterios de selección genética que les confiere buenas tasas productivas. Las características de las buenas aves de carne, es decir, el crecimiento rápido y la eficiencia en la conversión alimentaria, son altamente heredables. Un ave que crece rápidamente transmite este carácter directamente a su progenie y la selección de reproductores se realiza con base a los pesos de los animales a las 8 semanas de edad, escogiendo los machos y hembras de mayor peso (Damerow, 2011).

Una manera de obtener una mejora en los animales de forma rápida es realizar cruces entre poblaciones genéticamente alejadas para obtener un vigor híbrido en la descendencia. Aunque en la práctica se busque que el cruce supere a la mejor de las dos estirpes que lo producen, conceptualmente y desde el punto de vista genético, hay heterosis (vigor híbrido) cuando el valor del cruce supera la media de los padres: $(A \times B) > \frac{1}{2} (A + B)$. En general, en la práctica de producción de híbridos, las dos estirpes cruzadas suelen ser de por sí de

gran calidad, y lo lógico es que siempre se busque que el cruce sea mejor que cualquiera de las partes parentales (Orozco, 1991). Los híbridos obtenidos de cruces entre aves indígenas y líneas seleccionadas presentan ventajas respecto a sus progenitores, ya que se crían más fácil y de forma más económica que las líneas exóticas seleccionadas y son capaces de utilizar los recursos alimentarios locales y crecer más rápido que los pollos nativos (Haitook, 2006).

Para la obtención de los mejores beneficios del vigor híbrido debe mantenerse un grado elevado de heterosis, practicando continuamente exogamia o semiexogamia (cruzamiento de una línea genética con aves que tengan un parentesco lejano), lo que no es practicable en el sector rural, ya que demandaría alojamiento e inversión en los animales. No obstante, simplemente la introducción de genes mejorados en la población de gallinas indígenas podría ser beneficiosa para la futura producción del averío de las zonas rurales.

Un híbrido comercial mundialmente utilizado para la producción de carne es la línea Cobb. Es con esta base que en el presente estudio se hizo un intento de mejora cruzando las gallinas mozambiqueñas con los reproductores comerciales Cobb, para la producción de descendientes híbridos (F1), buscando en ellos una mejora respecto a las gallinas tradicionales.

Cualquier innovación que se realice con las gallinas indígenas tiene que hacerse sin perder de vista la identidad genética de estas aves y su rusticidad, que es fruto de su adaptación a lo largo de los años y es lo que las distingue de las aves comerciales. Queda de manifiesto que estas gallinas aportan consigo un oculto potencial productivo, reproductivo e inmunológico, que primero deben ser identificados y caracterizados con claridad para poder preservarlos y utilizar de forma adecuada. Por tanto, es importante que se impulse la inclusión de este tipo de aves en los estudios de investigación, y se planteen programas de caracterización morfológica y de mejora buscando una mayor identidad y productividad en las gallinas indígenas de Mozambique.

CAPÍTULO II:
Revisión Bibliográfica

2.1. Origen y domesticación de la gallina doméstica

Las aves tienen 38 pares de cromosomas, el quinto macrocromosoma es el que hace referencia al alelo sexual ZW. El haplotipo Z del macho comprende el 7% del genoma de la especie *Gallus gallus* y define el macho genético que es homogamético ZZ, mientras que el haplotipo W es un microcromosoma que comprende el 1,5% del genoma y define la hembra, que es de expresión heterogamética ZW (Macari *et al.*, 2015).

La determinación del sexo genético en las aves, según Macari *et al.* (2015), que citan a Smith (2009), se rige principalmente por la dosificación de los genes expresados en el cromosoma Z (masculino) y no de la expresión única de ASW (Avian-specific gene W), presente en el cromosoma W (femenino), ya que la sobreexpresión del gen ASW no feminiza los embriones masculinos; en cambio, la sobreexpresión del gen DMRTI en el cromosoma Z en los embriones genéticamente hembras (ZW) induce al desarrollo de testículos.

Las gallinas son animales de países cálidos. No superan los 63° de latitud norte a pesar de las variaciones que les son impuestas por la domesticación, y se encontraban en estado doméstico en casi todos los pueblos que formaban las antiguas civilizaciones (Agenjo, 1964).

Evidencias arqueológicas indicaron que los pueblos de Harappan ya criaban gallinas entre los años 2500 – 2100 A.C. en los valles hindúes, con lo cual estos pueblos fueron considerados por largos años como los primeros domesticadores de gallinas en el mundo. Hasta que nuevos descubrimientos en China y en otras partes del Mundo mostraron que tal creencia no era correcta. No obstante, se considera que los valles hindúes son los que más contribuyeron a la difusión de las gallinas en diferentes partes del mundo (Crawford, 1990).

La domesticación de las aves, al igual que la de los mamíferos, no está claramente resuelta, admitiendo los prehistoriadores que fue obra del hombre neolítico. Agenjo (1964) reporta que en esta época casi todos los zoólogos consideraban como agrotipo de la gallina común o doméstica a la especie asiática salvaje: *Gallus Bankiva*. No obstante, actualmente hay mucha controversia entre los investigadores sobre el origen de las actuales gallinas

domésticas. Según Oluyemi and Roberts (1992) el desarrollo de las aves está determinado en parte por su genotipo, que es la combinación de la herencia génica de ambos progenitores, y por los factores ambientales. Estos autores indican que existen diferencias genéticas en las gallinas domésticas, en parte porque probablemente estas aves fueran originarias de diferentes ancestros salvajes. La suposición de que todas las gallinas domésticas procedan de la domesticación del *Gallus gallus*, también conocido como *Gallo Bankiva* (Red Junglefowl), también es cuestionada por Francesch (1998), al que se le hace difícil creer que la gran diversidad que existe hoy día en esta especie haya sido originada por una única especie a partir de mutaciones y selección de estas por el hombre. Además, no descarta la posible participación de otras especies de faisánidos o incluso de otras especies de *Gallus* que no se hayan llegado a conocer. Así, han sido propuestas dos teorías sobre el origen de las gallinas domésticas: la monofilética y la polifilética. La aves domésticas son conocidas como *Gallus gallus* para los partidarios de la teoría monofilética y como *Gallus domesticus* para los partidarios de la polifilética (Oluyemi and Roberts, 1992).

Según la teoría monofilética las gallinas domésticas tienen su origen a partir solamente del *Gallus gallus*. Esta teoría se basa en las observaciones de Darwin de que las gallinas domésticas se apareaban libremente solo con el *G. gallus* y raramente con otras especies salvajes; que la progenie de *G. gallus* con las aves domésticas era fértil mientras que la progenie del *G. gallus* con otras especies salvajes no lo era; y que el canto o voz de *G. sonneratii* y de sus híbridos era diferente del canto de las aves domésticas. Además, los cruces entre algunas razas modernas de gallinas producen progenie semejante al *G. gallus*, (Oluyemi and Roberts, 1992). Actualmente se ha establecido que tales deducciones se basaron en informaciones inadecuadas y que consecuentemente son incorrectas.

De acuerdo con la teoría polifilética se atribuye el origen de las gallinas domésticas a más de una especie salvaje, incluyendo el *Gallus gallus* o *Gallus bankiva*, siendo los demás el *Gallus lafayetti*, el *Gallus sonneratii* y el *Gallus varius* o *Gallus furcatus*.

2.2. Clasificación taxonómica de las gallinas

Todas las especies antes enumeradas se pueden encontrar hoy día en estado salvaje en Indochina. Los datos arqueológicos revelan que hace unos 7.000 años se empezaron a domesticar en oriente y desde entonces, ya sea simplemente por mutación, por cruzamiento entre ellas o por otras posibles causas, se originaron gran cantidad de variantes que el hombre ha seleccionado bajo también infinidad de gustos, objetivos y criterios (Francesch, 2002).

Las clasificación taxonómica de las gallinas, según diversos autores (Navarro, 1985; Crawford, 1990; Oluyemi and Roberts, 1992 y Sañudo, 2013), es la siguiente:

- Reino..... Animal
 - Subreino..... Metazoos
- Filum..... Cordados
 - Subfilum o Tipo..... Vertebrado
- Clase..... Aves
 - Subclase..... Neonithes (Ornituras)
 - Infraclase..... Neognathae
- Superorden..... Galloansarae
 - Orden..... Galliformes
 - Familia..... Gallináceas o Phasianidae
 - Subfamilia..... Phasianinae
 - Género..... Gallus

2.3. Biodiversidad de los animales domésticos

La biodiversidad se refiere a la variedad de la vida en el planeta Tierra (Barbieri, 2010). La definición de biodiversidad está en constante evolución: hasta 1980 era sinónimo de riqueza de especies, en 1982 adquirió el sentido de la diversidad genética y la riqueza de especies, y en 1986 fue ampliada para albergar, además de la diversidad genética y de las especies, la diversidad ecológica, lo que evidencia los diferentes niveles de vida en la naturaleza (Besunsan, 2002).

El conocimiento de todas las especies existentes en el planeta es muy difícil y puede que no se consiga completar. Sin embargo, para una mejor comprensión de la función de la biodiversidad en el ecosistema, es de suma importancia establecer estándares en la descripción y estudiar la variabilidad existente en las especies.

La necesidad de conservación de los recursos naturales se empezó a contemplar en el siglo XX juntamente con la creciente importancia que se le fue dando al medio ambiente. Así, en el año 1968 se reunieron en Roma un conjunto de personalidades de distintos países preocupados por los cambios medioambientales que se estaban produciendo en el planeta y fundaron el "Club de Roma". Este grupo impulsó la realización de un estudio que fue publicado en 1972 bajo el título 'Los límites del crecimiento', también conocido como el informe Meadows, y que sirvió para dar fuerza e impulso a un movimiento ecologista preocupado por la sostenibilidad del planeta (Meadows *et al.*, 1978). Siguiendo los mismos objetivos, ese mismo año se realizó en Estocolmo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, donde fue elaborada la "Declaración sobre el medio ambiente humano". Este documento apuntó la pobreza y el subdesarrollo como causas de la degradación ambiental y el mundo asumió la necesidad de erradicación de la pobreza y una mejor utilización de los recursos naturales (Naciones Unidas, 1973).

El primero documento internacional relacionado con la biodiversidad surgió en 1992 en Rio de Janeiro durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo y Medio Ambiente. En esta cumbre se creó el "Convenio sobre la Biodiversidad (CBD)" que fue firmado y ratificado por 188 países. Este convenio define la biodiversidad como el conjunto

de ecosistemas, especies y variedades genéticas que existen en un país determinado. También reconoce la desigualdad en el mundo en la distribución de la biodiversidad, conocimientos tradicionales y tecnológicos, y reafirma la soberanía de los países sobre su biodiversidad, pero impone responsabilidades en cuanto a su protección y uso sostenible, ya que además de pertenecer al país debe ser considerada como un bien de la humanidad (PNUMA, 2014).

El concepto actual de biodiversidad también incluye la interrelación que debe existir entre los sistemas naturales y los humanos. De hecho, la alimentación humana depende de los componentes de la biodiversidad, que según la FAO (www.fao.org) comprende la variedad y variabilidad de los ecosistemas, de los animales, de las plantas y microorganismos.

2.3.1. Pérdida de diversidad en los animales domésticos

La biodiversidad de los animales domésticos está compuesta por los recursos genéticos animales y engloba todas las especies, razas y estirpes de interés económico, científico y cultural. La diversidad biológica cambia continuamente y viene determinada por las fuerzas evolutivas, en especial la selección natural y las mutaciones genéticas, que dan lugar a nuevas especies, y, a su vez, las nuevas condiciones ecológicas ocasionan la desaparición de otras especies (Segura and Montes, 2001).

Así, en nuestro planeta se produce la pérdida de material biológico y una reducción en la variabilidad genética. Según la FAO (FAO, 1995) las razones de la pérdida de recursos genéticos animales están relacionadas con: (a) la disminución de la variabilidad genética dentro de las razas; como sucede en las razas o líneas altamente productivas mantenidas en zonas templadas y empleadas en sistemas intensivos de producción; (b) la rápida desaparición de razas locales y líneas de animales domésticos a través de la introducción de razas exóticas y (c) los climas cálidos y húmedos y otros ambientes hostiles comunes a los países en desarrollo. En esta lista también se incluye la adopción de sistemas productivos intensivos que son altamente provechosos pero genéticamente no diversos y que van en detrimento de los sistemas extensivos que suelen ser genéticamente diversos aunque poco

productivos. La difusión de estos sistemas de producción intensivos en el mundo en desarrollo pone en riesgo a millares de razas locales y, además, las pocas razas comerciales que se utilizan en la producción intensiva no ofrecen una reserva genética suficiente para el futuro (Martínez, 2008).

2.4. Concepto de raza

Uno de los objetivos del presente estudio es averiguar la posibilidad de la existencia de distintos grupos raciales en el conjunto de las gallinas mozambiqueñas aquí abarcadas. Según Francesch (2006), después de que los romanos y/o los griegos empezaran a hacer ciertas clasificaciones en las gallinas, en Europa no hubo preocupación por separar y definir grupos en función de determinadas características hasta hace dos siglos y medio, cuando surgió el concepto de raza.

Según la FAO (Scherf, 2000), una raza es un grupo homogéneo y subespecífico de animales domésticos que poseen características externas definidas e identificables, las cuales permiten diferenciarlos a simple vista de otros grupos de la misma especie, definidos de la misma forma. No obstante, la definición de una raza no es sencilla y cada autor la define según sus criterios. Así, Rodero and Herrera (2000) mencionan algunas de estas posiciones como son: (1) el convencionalismo extremo que considera que cualquier población tiene derecho a ser considerada como raza, (2) el realismo extremo, que cree que solo hay una definición correcta y (3) posturas intermedias que avalan un concepto de raza para unas situaciones y otro para otras.

Actualmente hay una cierta tendencia a negar la raza y su existencia, debido a la influencia de sentimientos humanos. Sañudo (2013) considera que la raza se asocia a racismo, lo que crea un ambiente poco favorable para su consideración, en lo que debería ser simplemente una riqueza biológica de la diferenciación racial, y reitera que tales negaciones no deberían influir en el concepto de raza aplicado a las especies domésticas.

Debido a la semejanza que existe entre el genoma de algunas especies y, por supuesto, dentro de una misma especie, muchos científicos del ámbito zootécnico niegan el concepto genético de raza. Aunque se acepte o no dicho concepto, algún nombre se habrá de utilizar para comprender la innegable diversidad animal existente dentro de cada especie (Sañudo, 2013).

Después de una revisión profunda sobre el concepto de raza, Rodero and Herrera (2000) definen que “las razas son poblaciones que se distinguen por un conjunto de caracteres visibles exteriormente, que están determinados genéticamente y que se han diferenciado de otras de la misma especie a lo largo de un proceso histórico, teniendo en cuenta que se han originado y localizado en un área determinada con un ambiente común”, mientras que Francesch (2006) opta por la definición de que “raza de gallinas es aquella que manifiesta los caracteres establecidos en un estándar y que cruzada con un ejemplar de su sexo opuesto que también los manifiesta originan una descendencia idéntica a ellos”, entendiendo por caracteres establecidos en un estándar como el patrimonio genético o genoma que aportan los progenitores.

2.5. Caracterización y conservación de los recursos genéticos en aves

En reconocimiento a las innumerables amenazas en torno a los recursos genéticos, actualmente se están realizando esfuerzos para desarrollar programas y proyectos sobre el manejo y conservación de los recursos genéticos animales.

Ya hace más de 15 años que la FAO (1999) alertó a los países en vías de desarrollo sobre la necesidad urgente de una adecuada caracterización, utilización y conservación de sus recursos genéticos animales frente a la posible erosión o dilapidación genética de los mismos debido a la introducción masiva de razas exóticas. Los investigadores relacionados con el área avícola empezaron a valorar la importancia de las gallinas indígenas como recurso genético y, como consecuencia, los estudios en este tipo de animales han ido ganando importancia. Hay que destacar que las razas avícolas deben ganar cada vez más espacio en el campo de la investigación debido a que constituyen una componente

importante para la alimentación mundial. No obstante, mientras que los censos para los recursos genéticos en las especies de mamíferos son numerosos en el WWL-DAD:3 (World Watch List for Domestic Animal Diversity), hay mucha menos información sobre las aves domésticas (Weigend and Romanov, 2002). Esta escasez de información en el banco de datos se debe a la falta de organización de las infraestructuras para la recogida de los mismos, por lo que se ha exhortado a las asociaciones avícolas del mundo (poultry society) para que ayuden a los países a intensificar la descripción, caracterización e información sobre sus razas.

Así, con el objetivo principal de ayudar a los países proporcionando amplias bases de datos de búsqueda y directrices para una mejor caracterización, utilización y conservación de los recursos genéticos animales, la FAO ha impulsado un sistema integrado de programas para su gestión global (Proyecto MoDAD, http://www.fao.org/dad_is) a nivel internacional y un sistema de comunicación e información denominado Sistema de Información de la Diversidad de los Animales Domésticos (DAD-IS).

En la mayoría de los países africanos la población de aves indígenas constituye el mayor reservorio genético. Sin embargo, no se ha prestado una atención suficiente a la evaluación de estos recursos o al establecimiento de objetivos realistas y óptimos para su mejora. Como resultado, algunos de estos recursos genéticos de África están en peligro y, si no se toman medidas urgentes para caracterizarlos y conservarlos, pueden perderse incluso antes de que sean descritos y documentados (Rege and Lipner, 1992).

En los últimos años, las exhortaciones para la inclusión de aves en programas de caracterización y conservación ha sido acogida de forma positiva, y a nivel mundial se ha producido un aumento de los censos en estas especies (Sañudo, 2013).

2.5.1. Métodos de caracterización de los recursos genéticos avícolas

La variación genética entre las poblaciones es el resultado de una serie de factores como la selección natural, la selección artificial, la mutación, la migración, la deriva genética y el

apareamiento no aleatorio (Hedrick, 1975). La evolución de las poblaciones, los cambios ambientales y los intereses del hombre han interferido de forma significativa en estos factores e introducido en las poblaciones innumerables cambios de orden genético. La evaluación cuantitativa de la diversidad genética dentro de una población y entre poblaciones es importante a la hora de elaborar planes de conservación y utilización genéticos. Los métodos más ampliamente utilizados se han basado en la utilización de caracteres fenotípicos, bioquímicos y marcadores moleculares (Guèye, 1998; Weigend and Romanov, 2002).

En las últimas décadas se han desarrollado y utilizado para el análisis de la diversidad genética varios tipos de marcadores de ADN, tales como RAPD, AFLP, RFLP, SNP y microsátélites. Según Karp (1997) los métodos basados en el ADN son independientes de los factores ambientales y proporcionan información útil acerca de la diversidad genética, pero hay que señalar que son caros.

Los marcadores más antiguos utilizados para la caracterización genética fueron los marcadores morfológicos y bioquímicos (polimorfismo bioquímico). Los morfológicos son más baratos y de fácil aplicación y proporcionan información útil sobre las relaciones entre razas. No obstante pueden sufrir influencias ambientales más fácilmente que los bioquímicos. Sin embargo, todavía son los métodos más aplicados en los países en desarrollo. Segura *et al.* (2001) consideran que las estrategias para la conservación de los recursos deben consistir en la realización de encuestas, la determinación de las poblaciones animales, la caracterización fenotípica y genotípica de estas y el manejo de la variación genética.

La realización de encuestas para caracterizar razas avícolas ha sido utilizada por varios autores. Así, Badubi and Ravindran (2004) han caracterizado, en Botsuana, los sistemas de producción de huevos a pequeña escala. En Vietnam, Burgos *et al.* (2007) caracterizaron los tres sistemas de producción practicados por los pequeños criadores; Okeno *et al.* (2012) han caracterizado los sistemas de producción practicados en las gallinas indígenas en Kenia y Guèye (2000) en Nigeria.

La caracterización morfológica basada en aspectos cualitativos y zoométricos se ha utilizado para definir algunas poblaciones de gallinas indígenas de países en desarrollo, como recogen los trabajos realizados en la última década por Badubi *et al.* (2006) en Botsuana, Yakubu *et al.* (2012) en Nigeria y Duguma (2006), Melesse and Negesse (2011), Mogesse (2007) en Etiopía.

También se han utilizado marcadores basados en DNA para la determinación y caracterización de poblaciones de gallinas. Así, Sulandari *et al.* (2008) han caracterizado las gallinas indígenas de Indonesia basándose en su ADN mitocondrial y Shahbazi *et al.* (2007) han caracterizado cinco ecotipos de gallinas indígenas iraníes utilizando microsatélites como marcadores.

Actualmente, diversos investigadores en distintos países han adoptado una o varias de estas estrategias para la caracterización de las gallinas pero los trabajos aún son escasos.

2.6. Origen de la gallina indígena en África

La introducción de gallinas en África no está claramente documentada y todavía es un tema de intenso debate y especulaciones entre los estudiosos (Mwacharo *et al.*, 2013). Por las características de África, la introducción de estas gallinas pudo haber seguido varias rutas, tanto marítimas como terrestres, a través del tiempo.

Fósiles encontrados en Egipto han indicado que las gallinas ya existían en África en el año 332 AC. Según McDonald (1993), citado por Van Marle-Koster and Casey (2001), la existencia más antigua de gallinas documentada en el África subsahariana es del siglo V. Según estos autores las gallinas domésticas probablemente fueron introducidas en África por los comerciantes que iban o volvían de la India y por los europeos a principios de los siglos XV y XVI. No obstante, es difícil confirmar el origen de las comúnmente llamadas gallinas indígenas que se encuentran actualmente en África.

Crawford (1990) dice que, exceptuando Egipto, poco se sabe sobre la introducción de gallinas en África y cita a Sauer (1969) que indica que las gallinas ya existían en África

cuando los europeos aparecieron por primera vez y que gallinas con plumas negras para carne y huevos ya eran descritas en Mozambique en el año 1635. Así, Carter (1971), citado por Crawford (1990), reporta que las gallinas del Este y Oeste Africano tienen origen hindú y que tal acontecimiento fue favorecido por los intercambios comerciales bien implantados entre la India y los pueblos africanos. Basado en la información genética molecular, Mwacharo *et al.* (2013) sugieren un posible origen asiático, pero dejan claro que aún existen muchas incógnitas acerca del origen, el cuándo y el cómo fueron introducidas en África.

2.6.1. Estudios realizados en gallinas africanas

Las gallinas indígenas son un importante recurso genético y actualmente se está haciendo un gran esfuerzo para salvar y conservar estas líneas únicas (Packard, 2014). En los últimos años, algunos países están dedicando esfuerzos en su caracterización productiva, reproductiva, fenotípica y molecular. Así, algunos investigadores africanos han realizado trabajos para la mejora genética de estas aves, basados en selección y/o cruzamientos, lo que indica que la gallina indígena ha ganado espacio en la investigación y los países que poseen este recurso genético cada vez tienen más interés en buscar las características reales de estas aves, lo que contribuirá a su utilización de manera sostenible y a su conservación.

Sin embargo, los estudios existentes todavía no son muy numerosos. Van Marle-Koster and Casey (2001) han realizado la caracterización fenotípica de cuatro líneas de gallinas indígenas de Suráfrica, donde han incluido características físicas, zoométricas y productivas. Por otro lado, Guèye (1998) ha investigado las posibilidades de utilizar las medidas del cuerpo para predecir el peso corporal de los pollos indígenas senegaleses adultos, para resolver el problema de determinación del precio de los animales cuando los criadores no disponen de balanzas y han determinado un sistema con alto nivel de precisión. En Botsuana, Badubi *et al.* (2006) indican la necesidad de una mayor investigación sobre los pollos indígenas y han llevado a cabo un estudio de caracterización de los sistemas productivos e identifican formas para mejorarlos. Yakubu (2010) ha

realizado la caracterización de las formas de crianza de gallinas indígenas en tres regiones rurales de Nigeria y ha evaluado los aspectos fenotípicos de las aves y su productividad. Finalmente, en Etiopía, Dana *et al.* (2010) ya han realizado la caracterización morfológica de sus gallinas basándose en las características físicas y en algunos atributos cuantitativos y han definido cinco ecotipos de gallinas indígenas.

2.7. Productos avícolas

2.7.1. Importancia de los productos avícolas en la alimentación humana

Desde siempre la carne de gallinas y sus huevos han constituido una fuente esencial de alimentos para los humanos. La carne de pollo posee un valor nutritivo y digestibilidad muy elevados. El nivel de proteína se sitúa en torno al 20% y aporta todos los aminoácidos esenciales para la nutrición humana, en particular lisina, treonina, valina, fenilalanina, leucina e isoleucina. Además, es una fuente particularmente rica en vitaminas del grupo B, fósforo y hierro (Castelló, 2002) y su contenido en grasa es relativamente bajo (2,8 g / 100 g de pechuga y 13 g / 100 g muslo) y con una relación positiva de ácido graso insaturado / saturado, desde el punto de vista de la salud humana (Barroeta, 2007).

El huevo es considerado por la OMS como un “alimento natural perfecto” que pertenece a la pequeña categoría de alimento proteico completo, ya que contiene aminoácidos esenciales y es una rica fuente de proteínas, lípidos, minerales y vitaminas (Moula *et al.*, 2013). Así, proporciona a la dieta humana una alta porción de nutrientes con una baja cantidad de calorías para todos los grupos de edad, en particular durante el crecimiento. Además, el complejo proteico del huevo es una fuente importante de 18 aminoácidos que le confiere un alto valor biológico si se combina con una dieta variada y saludable (USDA, 2010).

La yema de huevo tradicionalmente se ha asociado con el incremento de los niveles de colesterol en plasma sanguíneo y a una alta incidencia de enfermedades cardiovasculares en adultos, pero actualmente esta visión se ha modificando gracias a las evidencias de que el

colesterol también puede ser obtenido de otras fuentes de la dieta humana, como la carne, la leche y sus derivados, y que la obesidad, sedentarismo, tabaquismo y la genética también son factores predisponentes que están asociados al desarrollo de estas patologías (Goodrow *et al.*, 2006). Además, hay que señalar que según Kovacs-Nolan *et al.* (2005) el colesterol es un nutriente necesario que tiene beneficios para el organismo, donde cumple funciones importantes como constituyente de las membranas celulares animales y precursor de la vitamina D, los ácidos biliares y las hormonas esteroideas. Las directrices dietéticas de los Estados Unidos de América (Dietary Guidelines for Americans - USDA) recomiendan la ingesta diaria de 350 mg/día para los hombres y 240 mg/día para las mujeres para mantener los niveles normales de colesterol en el plasma sanguíneo (USDA, 2010).

2.7.2. Calidad de la carne y de los huevos

El concepto de calidad es complejo y relativo ya que depende del uso que se quiera dar al producto. En el caso de la carne, (Castelló, 2002) lo define de forma general como, el grado en que la carne satisface las necesidades de los consumidores.

Las características de calidad son útiles para diferenciar un producto y para medir su grado de aceptación por parte de los consumidores, que buscan en la carne una óptima calidad sensorial, apariencia, textura y sabor, un elevado valor nutritivo y la ausencia de gérmenes o ingredientes potencialmente nocivos para la salud, y todo ello a un precio asequible (Schilling, 2007; Venturini *et al.*, 2007).

2.7.2.1. Calidad de la carne

2.7.2.1.1. La medida del pH

La medida del pH muscular *post-mortem* es el método más utilizado para valorar la velocidad y condiciones de la transformación del músculo en carne, así como la influencia

de los factores previos al sacrificio, en especial el grado de estrés *ante-mortem* y las variables ligadas al procesamiento.

Es más importante medirlo en pechuga que en contramuslo, pues su musculatura es más propensa a presentar problemas de calidad por su abundancia en fibras blancas de metabolismo marcadamente glucolítico. El pH es un dato indicativo de algunas de las cualidades organolépticas de la carne como: color, terneza y jugosidad, pero en aves tiene un menor valor predictivo de estas características que en porcino o en vacuno (Castelló, 2002).

2.7.2.1.2. Actividad del agua (a^w)

La a^w es la cantidad de agua libre presente en el alimento, y se evalúa mediante la relación entre la presión de vapor de agua en el alimento y la presión de vapor de agua pura a la misma temperatura (ISO - International Standard., 2004).

El valor de a^w varía en un rango de 0 a 1. El valor máximo de a^w se observa en agua pura, siendo que el a^w de muchos alimentos está más cerca de 1, y la carne de ave presenta valores a^w alrededor de 0,980 o más (ISO - International Standard., 2004) y (FSIS, 2005).

La actividad metabólica de los microorganismos se produce solo en el agua libre presente en los alimentos (ISO - International Standard., 2004), por ello la importancia de a^w está relacionada con la conservación de los mismos.

2.7.2.1.3. Color de la carne mediante colorímetros

El color se describe con arreglo a tres coordenadas tridimensionales; la primera indica el brillo o luminosidad y las dos restantes, o coordenadas de cromaticidad, sitúan la medida obtenida con relación a los colores básicos: rojo, verde y azul. Los sistemas más importantes son el Yxy y el Lab, definidos por la Comisión Internacional de la Iluminación

(CIE) en 1931 y 1976, respectivamente. Actualmente el sistema Lab es el que se utiliza en los estudios sobre carne de ave, y sus coordenadas definen: L* es el índice de claridad o luminosidad, por comparación a patrones de negro y blanco; a* es el índice de rojo, cifras negativas indican tono verdoso, y b* es el índice de amarillo, cifras negativas indican tono azulado (Castelló, 2002).

2.7.2.1.4. Carnes anormales, condición PSE (Pale, Soft, Exudative) y DFD (Dark, Firm and Dry)

Cuando durante la cría, sacrificio y procesado no se producen alteraciones importantes se consigue una correcta tenderización, esto es, una correcta instauración del rigor mortis y posterior maduración de los tejidos, resultando como producto final una carne de pollo con las características organolépticas y tecnológicas correctas (Temprado, 2005).

Durante el proceso de tenderización pueden ocurrir alteraciones que produzcan carnes anormales. Es el caso de la carne pálida, blanda y exudativa, conocida como **PSE**, que es debida a una glucólisis acelerada, con caída rápida del pH hasta valores muy bajos, mientras la temperatura corporal es aún elevada (Owens *et al.*, 2000). Esta carne combina el bajo pH y la desnaturalización proteica, lo que resulta en una escasa capacidad de retención de agua. La carne PSE se hace exudativa, y se aprecia más seca y dura al consumirla a causa de su elevada pérdida de agua durante el proceso de transformación. La condición PSE aparece más fácilmente en épocas calurosas y en pollos de pesos muy elevados y más estresables (Castelló, 2002).

Por otro lado, los animales que a la hora del sacrificio contienen pocas reservas de glucógeno, alcanzan una menor concentración de ácido láctico en el proceso de glucólisis lo que conlleva a un alto valor de pH terminal que puede variar entre pH 6.0 y 6.5 24 horas después del sacrificio. La carne se presenta oscura, firme y seca, condición conocida como **DFD** (Temprado, 2005). Los factores que contribuyen a la disminución de glucógeno en el momento del sacrificio incluyen el estrés prolongado y un exceso de ejercicio y/o un ayuno muy largo pre-sacrificio (Gracey *et al.*, 1999).

2.7.2.2. Calidad de los huevos

La calidad del huevo es fruto de la combinación de varios factores que influyen a la hora de la compra por parte del consumidor. Entre los más importantes están el tamaño, el color de la cáscara, la resistencia de la cáscara, el color de la yema, la calidad del albumen y la presencia de manchas de sangre y/o de carne (Castelló, 2010). Según Silversides *et al.* (1993) la calidad de los huevos se ve influenciada por las características genéticas, la dieta, las condiciones de producción y los factores ambientales a los que son sometidas las gallinas, aunque también se ve muy afectada por las condiciones de almacenamiento en el período que transcurre entre la puesta y su consumo.

2.7.2.2.1. El grosor de la cáscara

La integridad de la cáscara tiene una gran influencia en la calidad del huevo y está relacionada con su grosor. Además, por ser una característica externa, es lo primero que se evalúa en el huevo y es uno de los factores que tienen más preocupados a los productores.

La evaluación de la calidad de la cáscara se realiza mediante diversos métodos, tanto directos como indirectos. Los métodos directos tienen como inconveniente la destrucción del producto por lo que se suelen utilizar como muestreo de la producción total. En los indirectos el que más se usa es el de la gravedad específica debido a su simplicidad, facilidad, rapidez, bajo costo y a que no se quiebran los huevos (Hamilton, 1982).

El grosor de la cáscara puede variar debido a diferentes factores, incluyendo la herencia genética, ya que algunas estirpes aviares producen huevos con cáscara más gruesa que otras, la ingesta de niveles correctos de minerales, la capacidad de las aves para utilizar el calcio y el clima, ya que altas temperaturas reducen el grosor, debido a la reducción de los niveles de calcio o bicarbonato de sodio en sangre como respuesta al aumento de los intercambios respiratorios (Sauveur, 1993).

2.7.2.2.2. Unidad Haugh (UH)

La calidad interna de los huevos suele relacionarse con la calidad y consistencia de la clara. Así, la medida mundialmente utilizada para la evaluación de la calidad interna del huevo es la Unidad Haugh, una expresión matemática que correlaciona el peso del huevo con la altura de clara densa, y cuanto mayor sea el valor de las UH mejor es la calidad de los huevos (Barbosa, 2004).

El método de cálculo de las UH es criticado por algunos autores principalmente debido a la corrección que se realiza del peso del huevo en la fórmula. Sin embargo, se utiliza ampliamente debido a su fácil aplicación y alta correlación con la apariencia real del contenido del huevo cuando este se rompe, por lo que se define como medidor de su calidad interna (Williams, 1992).

El valor de la unidad Haugh se ve afectado por varios factores como son la raza de la gallina ponedora y su edad, la composición del pienso, la temperatura del ambiente y las condiciones de almacenamiento post-puesta (Alleoni and Antunes, 2001).

CAPÍTULO III:

Objetivos

Los objetivos que se plantearon para esta tesis doctoral fueron los siguientes:

3.1. Objetivo general

Caracterizar a distintos niveles la población de gallinas indígenas del sur de Mozambique, para implementar en un futuro posibles programas de conservación y mejora.

3.2. Objetivos específicos

- 1.- Caracterización de las formas de crianza en el sector rural.
- 2.- Caracterización morfológica, cualitativa y zoométrica.
- 3.- Caracterización productiva y reproductiva, valoración de la calidad de la carne y de los huevos y sus posibles mejoras mediante cruces.

CAPÍTULO IV:

Formas de Crianza de Gallinas Indígenas en las Zonas Rurales del Sur de Mozambique

4.1. INTRODUCCIÓN

La explotación pecuaria tradicional constituye una forma estratégica de subsistencia de los pueblos pobres, principalmente en las zonas rurales de los países tropicales. Entre las diversas especies animales a las que se dedican estos poblados, la gallina indígena ocupa un lugar socio-económico destacado (Yakubu, 2010). Actualmente la explotación de estas aves es desarrollada por más del 80% de las familias de las zonas rurales del continente africano (Guèye, 2000).

Los sistemas de producción tradicionales de gallinas indígenas se caracterizan, en general, por invertir poco o nada en las aves, a pesar de que contribuyen al alivio de la pobreza de estas poblaciones de diversas maneras: directamente como alimento, proporcionando proteínas de origen animal en forma de carne y huevos; como fuente de ingresos financieros, con la venta de productos; como coadyuvante en la agricultura, en el control de plagas y en la fertilización de campos. Los pollos también se utilizan para el tratamiento tradicional de ciertas enfermedades, así como en las ceremonias tradicionales y/o religiosas (Aini, 1990; Alders and Pym, 2009; Guèye, 2000; Mwale and Masika, 2009).

En Mozambique la producción de gallinas indígenas en el sector familiar y rural es una actividad secular y bien establecida. Es en este sector que se conservan desde muchas generaciones ejemplares puros de este importante recurso genético. Según los datos de la (FAO, 2013), basados en el último censo agrícola de 2011, la población avícola se estimaba en 41.220.000 de ejemplares, donde las gallinas indígenas representaban un 58,2% (24 millones), seguido de las gallinas de guinea y gansos con un 36,4%, patos con un 5,1% y por último los pavos con un 0,3%.

A pesar de la importancia de las gallinas indígenas en Mozambique, existe poca información sobre ellas, ya que casi nada está documentado acerca de su origen, la composición genética y su capacidad productiva real. Esta información es relevante, ya sea para salvaguardar estos recursos genéticos naturales del peligro de extinción, o para mejorar su capacidad de producción, lo que permitirá que estas gallinas cumplan con más plenitud su papel en las familias rurales. Así, según Guèye (2000) es necesario diseñar, implementar, monitorear y evaluar programas para el desarrollo de la producción de las

gallinas indígenas en el sector familiar y rural mediante la adopción de aspectos socioculturales. En este tipo de explotaciones los criadores poseen una larga experiencia, lo que les permite por sí mismos realizar con éxito la profilaxis y tratamiento de algunas enfermedades sin tener que recurrir a la asistencia veterinaria convencional (Mwale and Masika, 2009), permitiéndoles mantener sus aves de forma continuada.

Este trabajo tiene por objetivo describir las formas de crianza, incluyendo los hábitos y costumbres empleados en estas explotaciones, y las principales limitaciones, como enfermedades y causas de mortalidad de los pollos con mayor impacto económico en el sector rural mozambiqueño.

4.2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo fue realizado en forma de prospección, en la que se abarcaron algunas zonas rurales de las tres provincias de sur de Mozambique, llamadas Maputo (Boane, Changanane y Mahau), Gaza (ChocKwé, Guija y Macarretane) y Inhambane (Inhambane Céu, Maxixe y Cumbana).

La prospección se basó en visitar a los criadores de las zonas ya referidas y se les entrevistó para tomar los datos de la ficha de encuesta (en anexo 2). Se entrevistaron un total 162: 63 de Maputo, 57 de Gaza y 42 de Inhambane.

Los resultados obtenidos se recopilaron y procesaron en la hoja de trabajo "EXCEL" y se calcularon los respectivos porcentajes. Con base en el paquete estadístico SPSS versión 20.0 (Statistical Package for the Social Sciences), se realizó el análisis de frecuencias usando la prueba Z de comparación de proporciones, aceptando un nivel de significación de $p < 0,05$.

La base de datos se estructuró en forma de tablas, que se corresponden a las diferentes cuestiones planteadas en el formulario o ficha de encuesta.

4.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.3.1. Aspectos de Crianza

En las zonas rurales visitadas del sur de Mozambique, la actividad de la crianza de gallinas indígenas está fuertemente enraizada. Casi todos los residentes son criadores y la diferencia entre estos básicamente reside en los efectivos animales que cada uno aporta, ya que el manejo seguido es muy similar.

Esta práctica no se da solamente en Mozambique, sino que también se produce en otros países de Asia y África. Así, en Asia, diversos autores (Aini, 1990; Barua and Yoshimura, 1997; Das *et al.*, 2008; Dolberg, 2003; Islam and Nishibori, 2009) han indicado que las gallinas indígenas vienen siendo conservadas por comunidades rurales desde varias generaciones y que casi todas las comunidades mantienen pequeños efectivos de gallinas bajo manejo tradicional. En África, también varios autores de diferentes países han reseñado que las gallinas indígenas son muy importantes para las poblaciones humanas, especialmente en las áreas rurales (Alders *et al.*, 1999; FAO, 1998; Muchadeyi *et al.*, 2004; Safalaoh, 2001; Yakubu, 2010).

4.3.2. Efectivos de animales

De forma general, la explotación de las gallinas indígenas se practica por pequeños criadores, ya que la mayoría posee entre 6 y 15 animales adultos (Tabla 4.1).

Los más frecuentes son los criadores con efectivos entre 6 y 10 animales adultos, lo que corresponde a un porcentaje alrededor del 45% en todas las zonas visitadas. El segundo tipo de granjas, en importancia, son aquellas que poseen entre 11 y 15 animales adultos. También hay criadores o explotaciones aún más pequeños, con menos de 5 aves adultas, lo que corresponde alrededor de un 15% de los criadores en cada localización. Finalmente, en todas las zonas existen criadores que poseen más de 20 animales, pero en ninguna superan el 10%.

Tabla 4.1 - Distribución (%) de los criadores según la cantidad de gallinas adultas que poseen, en tres comunidades rurales del sur de Mozambique.

Efectivos	Maputo	Gaza	Inhambane	Media
≤ 5	15,9	14,0	16,7	15,5
6 a 10	49,2	38,6	45,2	44,4
11 a 15	22,2	28,1	21,4	23,9
16 a 20	9,5	12,3	9,5	10,4
>20	3,2	7,0	7,1	5,8

Estos datos concuerdan con los publicados por Guèye (1998), quien observa que generalmente los efectivos de este tipo de explotación en África subsahariana se distribuyen entre 5 y 20 gallinas adultas por criador. El intervalo concuerda con lo publicado por Mammo *et al.* (2008) y Yakubu (2010) que reportaron de media entre 6 y 14 aves por criador, respectivamente. La dinámica o evolución de los efectivos depende de varios factores pero la capacidad para alimentar las aves parece ser el más limitante. Según Sonaiya and Swan (2004) 20 aves parece ser el límite máximo que puede ser mantenido por una familia sin inversiones especiales en términos de alojamiento, alimentación y trabajo.

En todas las zonas se ha detectado una gran diferencia entre el número de efectivos de machos y hembras, lo cual, entre otros factores, se debe al hecho de que algunos criadores no poseen machos; principalmente los que tienen como máximo 5 gallinas adultas. En estos casos la reproducción no es una preocupación para ellos, ya que los apareamientos están garantizados o se suelen realizar durante las paseadas de las gallinas por los campos.

4.3.3. Propiedad y cuidado de las aves

Las gallinas viven en estas comunidades en auténtica simbiosis con sus dueñas, ya que la mujer rural es la que asume el papel de criadora, apareciendo como propietaria de los animales, con una mayoría absoluta, por encima de 82% en todas las zonas visitadas (Tabla 4.2), el 18% restante se divide entre el marido y la familia.

Tabla 4.2- Porcentaje de explotaciones de las tres comunidades mozambiqueñas cuya propiedad de las gallinas se atribuye a la familia, a la mujer o al marido y el cuidado a la mujer y al marido.

	Maputo	Gaza	Inhambane	Media
Propietario				
A la familia	4,8	7,0	4,8	5,5
Al marido	3,2	10,5	9,5	7,7
A la mujer	92,1	82,5	85,7	86,8
Quien cuida				
El marido	4,8	7,0	9,5	7,1
La mujer	95,2	93,0	90,5	93,9

De igual modo, la responsabilidad de cuidar de los animales es de la familia. Sin embargo, mayoritariamente es la mujer la que en más del 90% de los casos asume esta tarea en las tres zonas visitadas (Tabla 4.2). Esta es una realidad común en estas explotaciones. Las

mujeres rurales son, en general, domesticas, siendo responsables del cuidado de la familia y de todo lo relacionado con el trabajo y la gestión de la casa. La explotación de gallinas indígenas resulta útil, ya que constituye una fuente de alimentación para la familia y de ingresos para la mujer, y les garantiza una cierta independencia económica con relación a sus maridos, una mayor autoestima y una mejor calidad de vida para ellas (Badubi *et al.*, 2006; FAO, 1998; Guèye, 2000).

4.3.4. Alimentación

La alimentación es uno de los puntos más sensibles que comporta grandes dificultades en este sector de producción. Los resultados indicaron que el 100% de los animales de las zonas rurales visitadas no consumen piensos convencionales, ya que los criadores no los pueden administrar debido a que son muy costosos y no los pueden comprar.

En todas las zonas, los criadores alimentan a sus animales con los restos de la comida de la casa y, principalmente, con los subproductos agrícolas que abundan en tiempo de la cosecha. Fuera de esto, los animales buscan los alimentos por sí mismos paseando por los campos que son, en verdad, su principal fuente de alimentación.

Sobre este aspecto, diversos autores (Aini, 1990; Al-Rawi and Al-Athari, 2002; Badubi *et al.*, 2006; Kingori *et al.*, 2010; Tadelle *et al.*, 2000) ya han indicado que los alimentos que las gallinas indígenas consumen al escarbar en el suelo son la base de su alimentación y que la disponibilidad no es constante, ya que depende de la época del año y también de la frecuencia de lluvias. Los autores también reportaron el uso de las sobras de comida y de los subproductos agrícolas cuando estos son disponibles a nivel local.

4.3.5. Alojamiento

En general, las gallinas indígenas se crían en libertad y todas las aves pasean por los campos durante el día en las zonas visitadas (Tabla 4.3). La forma de crianza libre es típica

en las explotaciones de este tipo en los países en vías de desarrollo (Al-Rawi and Al-Athari, 2002) ya que la práctica permite que las aves busquen sus propios alimentos (Tomo, 2009).

No todos los criadores proporcionan abrigo para sus animales y, en estos casos, al volver del campo por la noche, las aves se acomodan por sí mismas en los árboles del quintal de la casa, lo que corresponde a una práctica de alrededor del 35% de los criadores en todas las zonas. No obstante, la gran mayoría de criadores, más de 50% en Inhambane, Gaza y Maputo, disponen de abrigos rudimentarios, contruidos con materiales locales para acomodar las aves por la noche. Diversos autores (Aini, 1990; Barua and Yoshimura, 1997; Kingori *et al.*, 2010) también han observado esta práctica de confinamiento nocturno de las aves para protegerlas de los predadores, en zonas resguardadas hechas con materiales locales disponibles en cada zona.

Tabla 4.3 – Distribución (%) de los criadores según el lugar donde las gallinas pasan el día y la noche, en tres comunidades rurales del sur de Mozambique.

Periodo	Local	Maputo	Gaza	Inhambane	Media
De día:	Campo	100	100	100	100
De noche:	Jaula o abrigo	65,1	56,1	52,4	57,8
	Árboles	27,0	38,6	35,7	33,8
	Otros lugares	7,9	5,3	11,9	8,4

Algunos criadores, un pequeño porcentaje de entre el 5 y el 12%, recogen sus animales en ‘otros lugares’ que corresponden a las instalaciones de la casa, como la cocina, la despensa, etc., que son poco o nada usados por la familia durante la noche. Sobre esta costumbre, (Castelló Llobet, 2010) indica que, aún hoy en los pueblos en vías de desarrollo, en el

medio rural el hombre y la gallina casi conviven en el mismo alojamiento compitiendo muchas veces por los alimentos.

4.3.6. Aspectos Productivos

En general, la explotación de las gallinas indígenas en África no se ha estacionado para la producción de huevos de consumo. En las zonas visitadas se realizan entre 2 y 5 ciclos de producción por año (Tabla 4.4), y más de la mitad (52%) de los criadores reportan una frecuencia de 3 ciclos/gallina/año. Cabe destacar que cerca del 20% de los criadores obtienen la no desdeñable cifra de 4 ciclos/gallina/año, en todas las zonas. Explotaciones que alcancen 5 ciclos por año son poco frecuentes, oscilando del 7,2% en Inhambane al 12,3% en Gaza. No se han registrado casos de 1 solo ciclo o más de 5 al año.

Tabla 4.4 - Distribución (%) de los criadores según los ciclos de producción anual de sus gallinas.

No. de ciclos	Maputo	Gaza	Inhambane	Media
≤ 1 ciclo	0	0	0	0
2 ciclos	15,9	14,0	19,0	16,3
3 ciclos	55,6	54,4	52,4	54,2
4 ciclos	20,6	19,3	21,4	20,4
5 ciclos	7,9	12,3	7,2	9,1
> 5 ciclos	0	0	0	0

La FAO (1998) indica que los sistemas de producción en las zonas rurales de África se caracterizan por utilizar aves indígenas con cortos ciclos de vida y una rápida rotación. Yakubu (2010) reporta una media de 5 ciclos/gallina/año en gallinas indígenas de tres zonas agrícolas de Nigeria, donde el manejo es similar a las zonas estudiadas en el presente trabajo.

La productividad de la gallina indígena a nivel de huevos/gallina/ciclo y de pollitos/gallina/ciclo, se muestra en la Tabla 4.5. En la producción de huevos se debe resaltar que los datos se refieren a lo que cada criador consideró como producción media en su explotación. La producción de entre 11 y 15 huevos/gallina/ciclo es la más frecuente, y se corresponde a un 60% de los criadores de cada zona. Le siguen las producciones que varían entre 16 y 20 huevos/gallina/ciclo, que son reportados en, por lo menos, el 30% de las explotaciones de las tres zonas, siendo Inhambane la que más destaca con un 43% de explotaciones.

Los resultados están dentro de las cifras reportadas por Yakubu (2010), recogidos mediante encuestas en la zona de Nigeria, donde la media era de unos 13 huevos/ciclo, mientras Garcês and dos Anjos (2014) reportan que, en general, la producción en este tipo de explotaciones varía entre 8 y 18 huevos/gallina/ciclo.

Alrededor del 70% de los criadores de todas las zonas indican que la producción de pollitos se sitúa entre 11 y 15 por gallina/ciclo. Solo un 16% en Gaza y Maputo y un 24% en Inhambane reportaron producciones de entre 16 y 20 pollitos/gallina/ciclo.

Los criadores de todas las zonas refieren que de la producción total de huevos suelen quedar sin eclosionar, como mucho, de 2 a 3. Con esta base se estima una tasa de eclosión del 70 al 80%, en estas explotaciones. Los valores están en concordancia con los publicados por Badubi *et al.* (2006) y Sonaiya and Swan (2004) que indicaron tasas de eclosión de entre el 75 y el 90%. Los mismos valores se obtuvieron a partir de los datos de Yakubu (2010).

Tabla 4.5 - Distribución (%) de los criadores de tres zonas rurales del sur de Mozambique, según la producción de huevos por gallina y ciclo y de pollitos por gallina y ciclo.

	Maputo	Gaza	Inhambane	Média
Huevos				
≤ 10	4,8	3,5	0	2,8
11 a 15	63,5	66,7	57,1	62,4
16 a 20	31,7	29,8	42,9	34,8
> 20	0	0	0	0
Pollitos				
≤ 10	12,7	10,5	7,1	10,1
11 a 15	69,8	73,7	69,0	70,8
16 a 20	17,5	15,8	23,9	19,1
> 20	0	0	0	0

Cabe destacar que algunos criadores admiten tener, a veces, tasas de eclosión más bajas, y lo relacionan con aspectos de manejo y/o de no observancia de ciertas costumbres. De forma anecdótica debemos resaltar que hay criadores que creen que las tasas de eclosión puede disminuir, además de por el abandono de los huevos por parte de la gallina, por otros factores tales como:

- La manipulación de los huevos sin haber previamente pasado las manos por la ceniza.
- El cambio de los huevos del lugar de puesta elegido por la gallina a otro lugar.

Este segundo aspecto realmente podría influir en la tasa de eclosión, debido a que la gallina a veces deja de incubar, por un cierto tiempo, los huevos que se han movido de la zona de puesta. Esto podría hacer descender la temperatura causando la muerte de los embriones.

4.3.7. Destino de la producción

La explotación de gallinas indígenas, como ya se ha indicado, es una actividad básicamente de la mujer rural, que le sirve para suplementar a su familia con proteína animal y adquirir ingresos que la auxilien en la economía doméstica, ya que la gran mayoría no trabaja fuera de la casa. Los principales productos que se obtienen de estas explotaciones son animales vivos, carne y huevos. Esta práctica ha mejorado el nivel de vida de las mujeres en muchas zonas del mundo en vías de desarrollo. Como ejemplo, la producción de gallinas indígenas ha mejorado la situación de las mujeres desprovistas de tierra en Bangladesh, garantizándoles una mejor alimentación, trabajo e ingresos, lo que ha acrecentado su posición social en las comunidades rurales (FAO, 1998).

En la Tabla 4.6 se observa que en todas las zonas, todos los criadores destinan la producción para la alimentación familiar y/o para la venta. La alimentación familiar es prioritaria y la venta depende de los efectivos y/o de las necesidades financieras de la familia en ocasiones puntuales.

Normalmente, tanto para el consumo como para la venta, si hay disponibilidad se eligen machos en lugar de hembras para salvaguardar la producción. La venta a veces también se practica como una medida económica para minimizar las pérdidas debidas a la enfermedad de Newcastle. Cuando se avecinan los periodos o empiezan los brotes de Newcastle, los criadores intentan vender lo más rápido posible, manteniendo solo unas pocas aves, de 2 a 3, para reiniciar la producción una vez finalizado el brote. En estos momentos se venden animales jóvenes y adultos de ambos sexos.

Tabla 4.6 - Distribución (%) de los criadores de tres zonas rurales del sur de Mozambique, según el destino de la producción de sus gallinas indígenas.

		Maputo	Gaza	Inhambane	Media
Consumo / Venta	Si	100	100	100	100
	No	0	0	0	0
“otros”	Si	6,3	8,8	14,3	9.8
	No	93,7	91,2	85,7	90.2

La comercialización se lleva a cabo dentro y fuera de las comunidades. Se suele hacer en forma de compra/venta en valores monetarios o de cambio. En la Tabla 4.6, el grupo ‘otros’, que abarca de un 6 a un 14% de los criadores según la zona, se refiere principalmente a los intercambios de animales vivos entre criadores. Los objetivos de estas prácticas son, entre otros, la:

- Introducción de nuevos genotipos en la explotación.
- Reposición de machos.
- Búsqueda de un animal con un fenotipo determinado para ser usado en ceremonias tradicionales o para la cura tradicional de ciertas enfermedades. Para esta costumbre se suelen utilizar animales de plumaje negro y/o rizado.

Guèye (1998) comenta la importancia, a nivel tradicional, de la gallina indígena para las comunidades y realza su papel sociocultural, su utilización en ceremonias religiosas y otros rituales. Así, comenta el ejemplo de que los agricultores de Senegal creen que los espíritus malignos que tengan como objetivo la familia pueden ser desviados hacia los pollos.

Fuera de las comunidades los animales se venden en los mercados de las ciudades. Algunos de los vendedores son los propios criadores, y otros, comerciantes intermediarios que compran las aves en las comunidades y las revenden.

En la Tabla 4.7 se muestran las frecuencias del consumo de carne y huevos en cada zona. Se resalta que, en general, el consumo de huevos no es una práctica habitual en todas las zonas, ya que solamente alrededor de un 3% de los criadores en Inhambane y Maputo los consumen esporádicamente. En Gaza no se ha encontrado ningún criador que consuma los huevos de sus gallinas.

Tabla 4.7 - Distribución (%) de los criadores de tres zonas rurales del sur de Mozambique, según la frecuencia de consumo de carne y huevos de sus gallinas indígenas.

	Maputo		Gaza		Inhambane		Media	
	Carne	Huevos	Carne	Huevos	Carne	Huevos	Carne	Huevos
≥ 1 / semana	20,6	0	12,3	0	16,7	0	16,5	0
2 / mes	72,0	0	68,4	0	59,5	0	66,5	0
≤ 1 / mes	7,9 ^b	3,2	19,3 ^{ab}	0	23,8 ^a	2,4	17,0	1,9

Valor (%) seguido de letra diferente en la misma línea indica diferencia significativa ($p > 0,05$).

La costumbre de no consumir los huevos de sus gallinas tiene como objetivo la preservación de la producción.

Se cita, a continuación, las razones de una entrevistada:

‘Un huevo no sacia el hambre de un niño, mientras que la gallina que de él nace saciará a la familia’

Con relación a la carne, todos los criadores de las zonas visitadas la consumen y, de entre estos, más de la mitad, entre el 60% y el 72%, afirman consumirla por lo menos dos veces al mes.

Hay criadores que la consumen con mayor frecuencia, al menos una vez por semana. El porcentaje oscila entre el 12 y el 21%, según la zona. Maputo es la que destaca con más consumidores. El resto lo hacen de forma esporádica. Destaca Inhambane con un 24% de los criadores.

4.3.8. Aspectos sanitarios

Las aves rurales de las zonas visitadas no reciben asistencia sanitaria. El 100% de los criadores de todas las zonas afirman que sus animales nunca han sido vacunados. Algunos afirmaron tener conocimiento de la existencia de vacunas para las gallinas, pero no sabían cómo funcionaba el sistema. La ignorancia, conjuntamente con el miedo a los costes, provoca que dejen sus gallinas desprotegidas.

La asistencia sanitaria en las zonas rurales es escasa e incluso inexistente (Chrysostome *et al.*, 1995; FAO, 1998; Paterson *et al.*, 2001), y continúa siendo así en la mayoría de países (Garcês and dos Anjos, 2014; Yakubu, 2010), donde no está garantizada por parte del gobierno y las gallinas no reciben, por tanto, asistencia veterinaria ni son vacunadas debido a los costes financieros que conllevan.

En general, la enfermedad que más preocupa es la de Newcastle (Muzungo, como se conoce localmente). Se trata de una enfermedad vírica endémica en todo mundo, producida por el paramixovirus aviar 1 (APMV-1). Muestra una amplia gama de signos clínicos, desde leves a graves, y la mortalidad puede alcanzar hasta el 100% de las aves infectadas (Díaz *et al.*, 2014). Es altamente contagiosa. La forma usual es la respiratoria, y los signos clínicos predominantes suelen ser depresión, manifestaciones nerviosas y/o diarrea. Se transmite a menudo por contacto directo con aves enfermas o portadoras, a través de las heces y descargas respiratorias, contaminando el ambiente. El virus puede sobrevivir

durante varias semanas en el medio, especialmente en climas fríos (OIE, Enfermedad de Newcastle).

Todos los criadores afirmaron que casi todos los años pierden sus gallinas debido a la enfermedad. Así, y aunque la crianza de las gallinas indígenas sea una práctica continua desde hace tiempo en las comunidades, los criadores se ven obligados a recomenzar (normalmente con un número de efectivos muy bajo) cada vez que surge un nuevo brote, debido a la elevada mortalidad que se registra.

Los autores Kusina *et al.* (2001), Musa *et al.* (2009) y Oakeley (2000) argumentan sobre este tema, que las aves indígenas y los respectivos sistemas de producción sufren constreñimientos debido a las quiebras causadas por la enfermedad. Este problema de salud aviar es una gran preocupación para todos los criadores de las zonas donde la enfermedad es endémica.

En el presente estudio pocos se refieren a otras enfermedades. Lo que no significa que no existan, sino que las consideran menos importantes que la de Newcastle que les ocasiona elevadas pérdidas. Los que respondieron positivamente a “otras causas” corresponden a un 2 y 3% en Gaza y Maputo, respectivamente, y se refirieron a los parásitos externos como ácaros (*Dermanisus gallinae*), que suelen aparecer cuando las gallinas están en incubación (cluecas), y las pulgas (*Echidnophaga gallinacea*), que abundan fuera de la época de lluvias. Ambos parásitos se consideran más como una molestia que produce incomodidad a las gallinas que no como importantes causantes de mortalidad, aunque, dependiendo del grado de infestación, puedan causar la muerte de los pollitos por anemia. Los autores Mwale and Masika (2009) indican que las gallinas indígenas en las zonas rurales son susceptibles a la infestación por parásitos debido a las grandes limitaciones en la utilización de los medicamentos para controlarlos y prevenirlos.

El porcentaje de explotaciones que sufren brotes de Newcastle a lo largo del año se muestran en la Tabla 4.8. Como se observa, pueden aparecer brotes de la enfermedad tanto en verano (período que va de septiembre a marzo) como en invierno (período que va de abril a agosto), aunque a finales de verano (febrero) el número de explotaciones afectadas es más

bajo que en el resto del año, en las tres zonas estudiadas. También debe tenerse en cuenta que hay años que no aparecen brotes y años donde la frecuencia de aparición es superior a la normal.

Con base en los resultados de la Tabla 4.8, se presume que a principios de año es cuando se produce un menor porcentaje de explotaciones con manifestaciones de la enfermedad. De hecho, un 88% de los criadores en Inhambane, 90% en Gaza y 97% en Maputo, indican haber padecido la enfermedad en la segunda mitad del año.

Tabla 4.8 - Distribución de los criadores, de tres zonas rurales del sur de Mozambique, según su parecer sobre la aparición de los brotes de la enfermedad de Newcastle a lo largo del año.

	Maputo			Gaza			Inhambane		
Meses	Feb.	Jun.	Nov.	Feb.	Jul.	Nov.	Ene.	Ago.	Oct.
%	3,2	42,9	53,9	10,5	47,4	42,1	11,9	42,9	45,2

Como la enfermedad tiene efectos muy perjudiciales para estas explotaciones, los criadores buscan por sí mismos formas no convencionales para combatirla.

Los tratamientos tradicionales son ampliamente usados por los criadores. La Tabla 4.9 ilustra la frecuencia de la práctica tradicional contra la enfermedad en las diferentes zonas, que supera el 67% de las explotaciones. Los tratamientos se hacen de forma idéntica en todas las zonas y consisten básicamente en:

- ❖ *‘Picar ajos, mezclarlos con algunas gotas de zifazonlhe (permanganato de potasio) y administrarlo en el agua de bebida de los animales una o dos veces al día’.*
- ❖ *Una mezcla de piri-piri (pimientos picantes), ajos picados y sal en el agua de bebida.*

- ❖ *Mezclar jabón en polvo (detergente) en el agua de bebida o con el pienso.*
- ❖ *En vez de mezclar varios productos, usar solo uno de los mencionados aquí en el agua de bebida de los animales o en su pienso.*

En las mismas provincias de este estudio, Alders *et al.* (1999) describe, además de los tratamientos ya indicados, la utilización de hojas picadas de árboles (manguera), la cáscara del Uepa, las raíces de intxikile y frutas de Kulikwa, siendo todos ellos administrados mezclados en el agua de bebida de las gallinas.

Tabla 4.9 - Distribución (%) de los criadores, de tres zonas rurales del sur de Mozambique, según la práctica o no del tratamiento tradicional contra la enfermedad de Newcastle

	Maputo	Gaza	Inhambane	Media
Práctica				
Sí	66,7	73,7	69,0	78,8
No	33,3	26,3	31,0	30,2

En Gambia se practica una medida preventiva contra la enfermedad de Newcastle en forma de vacuna tradicional. Consiste en hacer un batido de heces de pájaros salvajes con leche de cabra y se da de beber la mezcla a las gallinas (Guèye, 1998). La práctica de tratamientos con recurso a los medicamentos etnoveterinarios es común en las comunidades. Se deriva, tal como ya se ha comentado, de las limitaciones de acceso a los servicios veterinarios y los costes de la medicación convencional, que no es sostenible para los criadores. Todavía hay escasez de información sobre el uso de estos medicamentos en pollos (Mwale and Masika, 2009). Los mismos autores han encontrado criadores que aseguran haber controlado en gran medida problemas resultantes de parásitos gastrointestinales recurriendo a las plantas medicinales. Uno ejemplo son los ajos (*Allium sativum*). Estos han sido mencionados por

los criadores como tratamiento tradicional de la enfermedad de Newcastle. El producto posee diversas propiedades farmacológicas, como la acción antioxidante, hipolipemiente, antiaterogénica, antitrombótica, hipotensora, antimicrobiana, antifúngica, anticancerígena, antitumorogénica e inmunomoduladora (López Pérez, 2011), que puede tener su efecto sobre la enfermedad.

Los criadores, tanto los practicantes como los no practicantes del tratamiento tradicional, no están muy animados con los resultados obtenidos. En la Tabla 4.10 se observa que, en todas las zonas, no los encuentran efectivos y cerca del 90% los evalúan como nulos. Solo un pequeño porcentaje (9%) los han valorado como aceptables.

Tabla 4.10 - Distribución (%) de los criadores, de tres zonas rurales del sur de Mozambique, que practican el tratamiento tradicional contra la enfermedad de Newcastle, según su evaluación a los resultados del tratamiento y del comportamiento de los supervivientes al siguiente brote.

Evaluación	Maputo	Gaza	Inhambane	Media
Resultados				
Buenos	0	0	0	0
Aceptables	7,1	9,5	10,3	9,0
Nulos	92,9	90,5	89,7	91,0
Comportamiento de los supervivientes				
Más susceptibles	0	0	0	0
Resistentes	71,4	83,3	79,3	78,0
Normal	28,6	16,7	20,7	22,0

*Practicantes en Maputo y Gaza N= 42 y Inhambane N= 29

La práctica ha enseñado a los criadores que los animales que salen menos a pasear o que permanecen en casa durante los brotes, suelen sobrevivir; como por ejemplo las gallinas que están en incubación. El hecho los ha estimulado a alojarlos en casa durante los brotes para que no se contagien. No obstante la práctica es poco usada comparado con el tratamiento tradicional, ya que depende de la disponibilidad de instalaciones y de otros presupuestos.

Los criadores consideran que las aves que sobreviven a un brote de la enfermedad no se tornan de forma alguna más susceptibles frente a un nuevo brote; por el contrario, más del 71%, en todas las zonas, consideran que las aves se tornan resistentes a la enfermedad. El resto, un 22% de criadores en todas las zonas, argumentan que las aves se comportan de forma normal, es decir, como si nunca hubieran estado antes en contacto con la enfermedad: ni resistentes, ni más susceptibles. Las aves que sobreviven a un brote adquieren solo “cierta inmunidad”, ya que son diversos los virus y con cepas de mayor o menor virulencia (Díaz *et al.*, 2014). Las aves supervivientes se tornan además portadoras y son una importante fuente de contaminación del medio ambiente. Por este motivo, la OIE “Código Sanitario para los Animales Terrestres” recomienda que, para prevenir y controlar la enfermedad, se debe proceder a la destrucción, en condiciones éticas, de todas las aves infectadas e incluso de las expuestas a la enfermedad.

4.4. CONCLUSIONES

La explotación de las gallinas indígenas, en las zonas rurales visitadas del sur de Mozambique, es una actividad fuertemente enraizada y se realiza de forma muy similar en todas las zonas, donde se destaca que:

- La mujer rural es la que más se dedica a la actividad y lo hace, en general, en pequeñas explotaciones con un número de efectivos que varía entre 5 y 20 gallinas adultas.

- La crianza se realiza de manera tradicional. Se invierte poco en las gallinas, que se crían de forma permanente en libertad o que salen a pasear por los campos durante el día para buscar el alimento, ya que la suplementación alimentaria no está siempre garantizada.
- Lo más frecuente es que las gallinas hagan entre 3 a 4 ciclos de producción al año. La producción media es de 11 a 15 huevos por ciclo, con una estimación media de 9 a 11 pollitos/gallina/ciclo, considerando una tasa de eclosión del 75%.
- En las explotaciones se obtiene carne para el consumo y aves vivas para la venta y/o intercambio. En general, los huevos no se destinan ni a la venta ni al consumo, sino que se deja que la gallina los incube para preservar la producción.
- Las gallinas no se benefician de asistencia sanitaria ‘convencional’. La enfermedad de Newcastle es la gran limitante de la producción debido a su gran mortalidad. La mayoría de criadores la intentan minimizar con base en tratamientos tradicionales.

CAPÍTULO V:

Caracterización Morfológica de las Gallinas Indígenas de Mozambique

5.1. INTRODUCCIÓN

Las gallinas indígenas encontradas en las zonas rurales de los países tropicales en vías de desarrollo tienen varios caracteres valiosos que no se encuentran en el pollo comercial, como por ejemplo, una buena adaptación al clima y resistencia frente a enfermedades (Faruque *et al.*, 2010) lo que se debe a la adaptación de su genética y a los factores ambientales (Daikwo *et al.*, 2011). Hay poca información disponible sobre la diversidad de los diferentes ecotipos de este recurso genético. Actualmente es de gran utilidad la caracterización genética basada en la evaluación molecular mediante el uso de alta tecnología (Hillel *et al.*, 2003), siendo los consecuentes costes financieros el principal factor limitante para su uso en los países en vías de desarrollo. Tradicionalmente, los investigadores han venido utilizando métodos de caracterización basados en la observación de caracteres morfológicos, de fácil medición, bajo coste y que proporcionan información valiosa (Moreda *et al.*, 2014). Esta metodología también permite identificar variaciones entre grupos de individuos para, así, realizar programas de mejora en la cría y selección de los animales (Duguma, 2006).

Las gallinas indígenas representan un importante reservorio de la variación genética de esta especie que debe ser conservado. Así, tal y como recomiendan Guèye (1998) y Melesse and Negesse (2011) la caracterización morfológica es un requisito previo para la conservación, mejora y utilización adecuada de las distintas especies o razas, ahora y en el futuro.

La morfología es la parte de la biología que trata de las formas de los seres y describe los aspectos externos de la conformación de los animales, definiéndolos mediante las correspondientes medidas zoométricas. Tradicionalmente, la zoometría no ha tenido la misma aplicación en la ciencia avícola que en las demás ramas de la zootecnia y raramente se utilizaba para la clasificación de las aves, ya fuera para caracterizar las razas, para diferenciarlas o para su selección. Sin embargo, hace ya más de 60 años que ha despertado el interés de los estudiosos avícolas y la identifican como una herramienta importante para la caracterización. El autor Corominas (1950) en su trabajo ‘Esquemas para la confección de Standard o patrones raciales en las aves’, propuso algunas características zoométricas. En la Enciclopedia de Avicultura, Agenjo (1964) define la zoometría o avimetría como la

determinación de diferentes medidas en los volátiles domésticos. O según otros investigadores (Haiger, 1982; Sokal, 1995), zoometría es el uso de métodos matemático-estadísticos indispensables cuando se pretende interpretar, aplicar y/o transmitir resultados científicos en el campo de la morfología.

En 1987, la FAO publicó una guía con los descriptores de pollos y gallinas para la elaboración de un banco de datos sobre recursos genéticos animales, que ya incluía algunas variables zoométricas. Una de las primeras obras de la aplicación de la zoometría en gallinas se llevó a cabo en Senegal (Guèye, 1998), donde fueron tomadas 6 medidas para definir las razas autóctonas de la zona.

Según Herrera (2001), se acepta la zoometría como una herramienta útil en la caracterización y diferenciación racial y constituye el soporte de la caracterización y diferenciación morfo-estructural de las razas, siendo imprescindible que los resultados estén avalados por el estudio estadístico correspondiente y la aplicación de una metodología técnica contrastada.

Desde entonces, se han realizado trabajos centrados en el uso de la zoometría en gallinas, y en otras especies de aves, en diferentes partes del globo. La diferencia entre ellos radica en el número y tipo de variables zoométricas elegidas. En el centro de Cuba Pérez *et al.* (2004) realizaron un estudio sobre las características morfológicas de ecotipos de pollo locales a partir de 14 medidas zoométricas en machos y hembras. En Botswana, además de algunas características productivas y aspectos fenotípicos Badubi *et al.* (2006) realizaron una caracterización basada en la toma de 9 medidas zoométricas.

En España, Francesch *et al.* (2011) se apoyaron en la zoometría como metodología de elección para comparar dos razas de gallinas autóctonas catalanas. Para ello se tomaron 25 medidas zoométricas y se obtuvieron 5 índices basados en la longitud y anchura de algunas partes del cuerpo u órganos.

La FAO (2011) presenta un formato genérico de recogida de datos para la caracterización fenotípica de pollos que contempla una numeración con leyenda para la uniformización de la descripción de las características cualitativas e incluye algunas medidas zoométricas. No

obstante, todavía no existe un patrón estándar de caracterización morfológica de las aves. Debido a esto, y a que no existe ningún estudio racial de las gallinas de Mozambique, el presente estudio, continuando en la línea de los anteriormente descritos, pretende contribuir en la elaboración de un formulario objetivo para la descripción y caracterización de las gallinas en general y las indígenas mozambiqueñas en particular, e identificar posibles grupos raciales en la población bajo estudio.

5.2. MATERIALES Y MÉTODOS

5.2.1. Material biológico

Se tomaron las medidas zoométricas y descripciones cualitativas morfológicas de 87 aves, constituidas por 41 gallinas indígenas (21 con plumaje rizado y 20 liso) y 46 gallos indígenas (23 rizados y 23 lisos). Todas las aves fueron mayores de 72 semanas de edad en el momento de la caracterización.

Para la caracterización (cualitativa y cuantitativa) se adaptaron metodologías generales clásicas (Ceballos, 1989; FAO, 1987; Hutt 1949; Olin Sewall Pettingill, 1985) con otras más recientes (Blay, 2003; Estrada, 2007; Francesch *et al.*, 2011), y se elaboró la ficha de caracterización, presentada en el anexo 3, con base en la cual se tomaron todos los datos del presente estudio.

5.2.2. Características morfológicas (cualitativas)

5.2.2.1 Colores de las plumas

Se procedió a una descripción de la distribución de los colores más predominantes en la capa o plumaje de las diversas partes del cuerpo del ave.

5.2.2.2. Características morfológicas de partes del cuerpo

En las Figura 5.1 y 5.2 se muestran las partes del cuerpo y clases de plumas del gallo y la gallina, respectivamente, indicadas en el glosario morfológico.

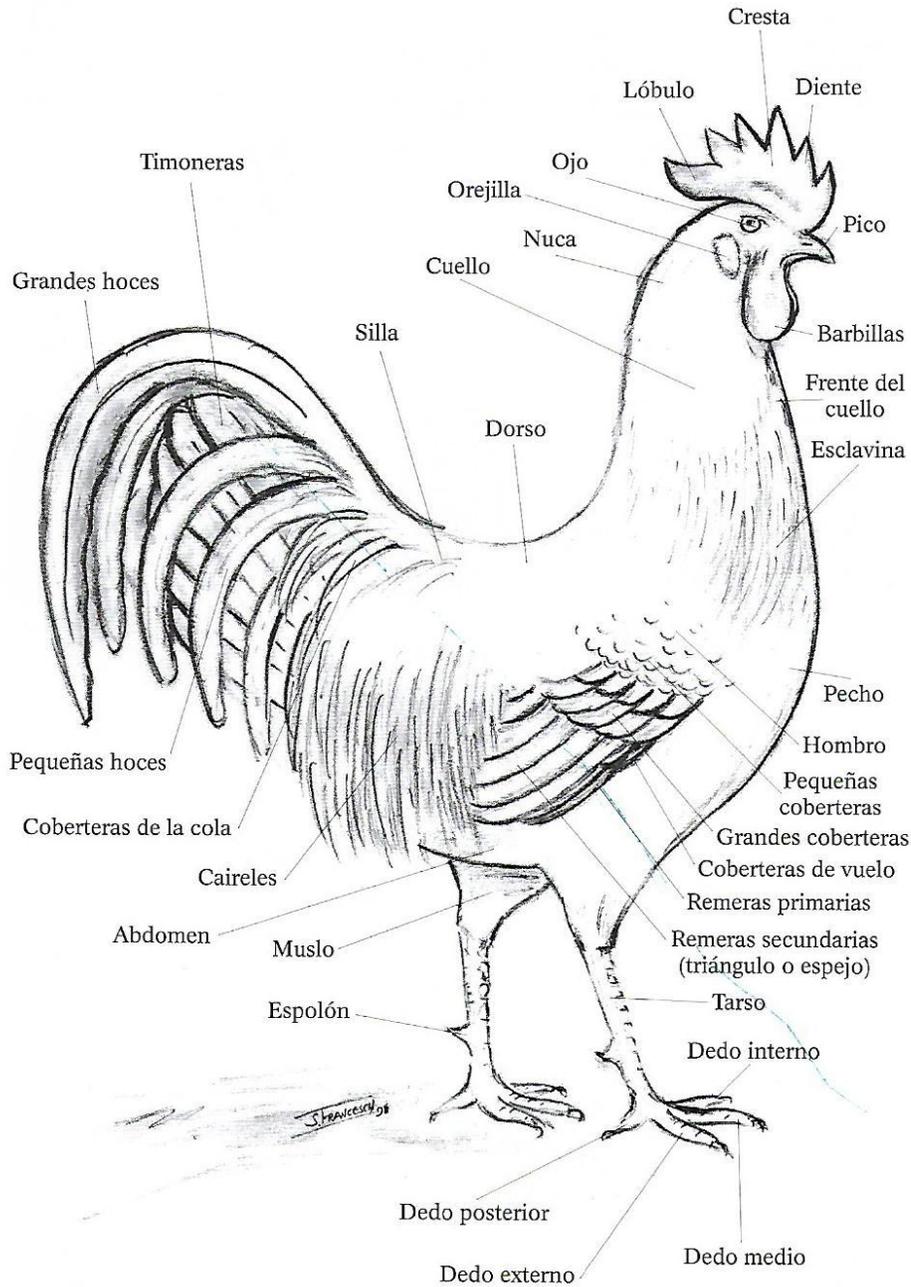


Figura 5.1: Partes del cuerpo y plumas del gallo

Fuente: (Francesch, 2006)

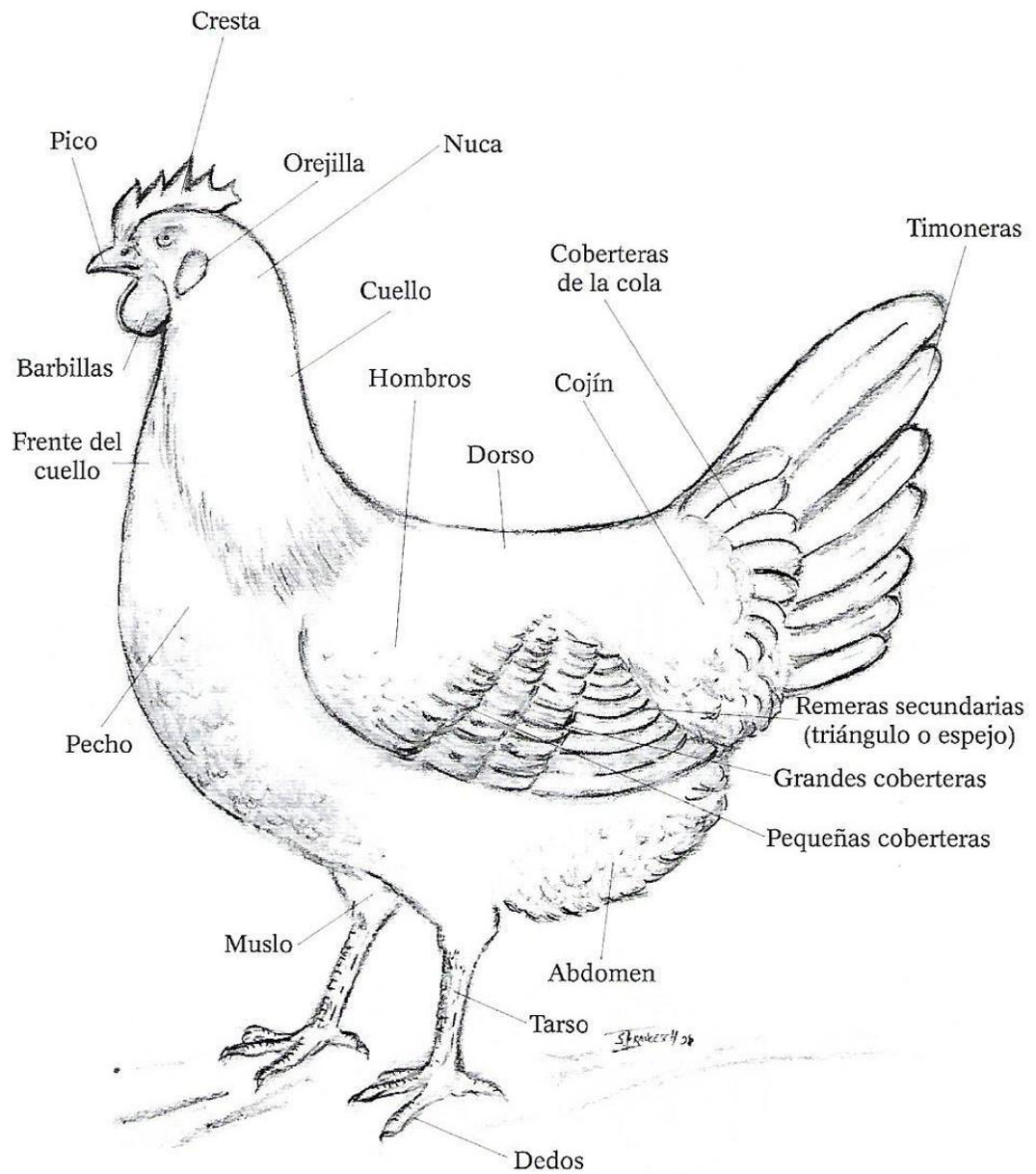


Figura 2.2: Partes del cuerpo y plumas de la gallina

Fuente: (Francesch, 2006)

Se realizó la descripción de las siguientes partes:

- Cresta (color, tipo, nº de dientes, posición, apéndice, tipo de lóbulo)
- Cara (color y presencia de arrugas)
- Filoplumas (ausente/ pocas/ abundantes)
- Ojos (color)
- Pico (color y forma)
- Orejillas (color y presencia de arrugas)
- Barbillas (presencia de arrugas)
- Tarsos (color)
- Nº de dedos
- Espolón (presente o no)

5.2.3. Medidas zoométricas (características cuantitativas)

A continuación se especifican los procedimientos para la toma de medidas según la ficha anterior, el material usado y la precisión con que se han llevado a cabo.

5.2.3.1. Características generales

- a) Peso: Se midió con una balanza de precisión expresada en gramos.
- b) Medición ornitológica: con el ave estirada sobre su dorso en una superficie plana se midió desde la punta del pico hasta la punta de la cola.

- c) Envergadura: se midió la distancia entre los extremos de las plumas primarias de mayor longitud, con las alas estiradas y el ave dispuesta con el dorso sobre la mesa de trabajo, manteniendo las articulaciones lo más estiradas posible.

Para facilitar y minimizar la manipulación del ave, tanto para la medición ornitológica como para la envergadura, las medidas se marcaron en la mesa de trabajo y posteriormente se midieron con la cinta métrica.

La longitud y la anchura de una misma parte del cuerpo se tomaron empezando siempre por la longitud y calculando la anchura posteriormente, trazando luego una línea imaginaria correspondiente a la perpendicular de la primera medida.

Para los órganos duplos, o las partes del cuerpo que son duplas, las mediciones se realizaron siempre sobre el lado derecho.

5.2.3.2. Cabeza

Las medidas de esta zona se representan en la Figura 2.3. Estas fueron:

- a) Longitud del cráneo y anchura del cráneo: Se midió con pie de rey la distancia entre la parte de inserción del pico hasta la parte posterior del cráneo, palpando con el dedo índice la parte posterior del hueso occipital. La anchura se ha medido a la altura de los ojos, siguiendo una línea imaginaria perpendicular a la medición anterior.
- b) Longitud de la cresta y anchura de la cresta: Se midió con pie de rey la longitud máxima siguiendo una línea imaginaria paralela a la comisura del pico. La anchura se ha medido trazando una línea desde la punta del diente central hasta la inserción de la cresta al cráneo.
- c) Longitud del ojo y anchura del ojo: Se midió con pie de rey de la misma manera que en el caso de la cresta, siempre sobre el ojo derecho. La longitud es la máxima y para la anchura se trazó una línea perpendicular a la medida anterior.

- d) Longitud del pico y anchura del pico: La longitud se midió poniendo al ave de frente desde la punta del pico hasta la inserción del pico al cráneo, y la anchura colocando el pie de rey en la inserción del pico al cráneo y perpendicular a la comisura.
- e) Longitud total del pico: Se midió con pie de rey desde la punta del pico hasta la unión de las dos mandíbulas.
- f) Longitud de la orejilla y anchura de la orejilla: Se midió con pie del rey la longitud y anchura máximas, respetando los pliegues naturales de la orejilla y manteniendo la cabeza del ave perpendicular al cuello para evitar que disminuyera de tamaño por arrugamiento.
- g) Longitud de la barbilla y anchura de las barbillas: La longitud se midió desde la inserción de la barbilla derecha al pico trazando una línea recta con la mayor longitud posible y la anchura como la correspondiente a la perpendicular de la medida anterior.

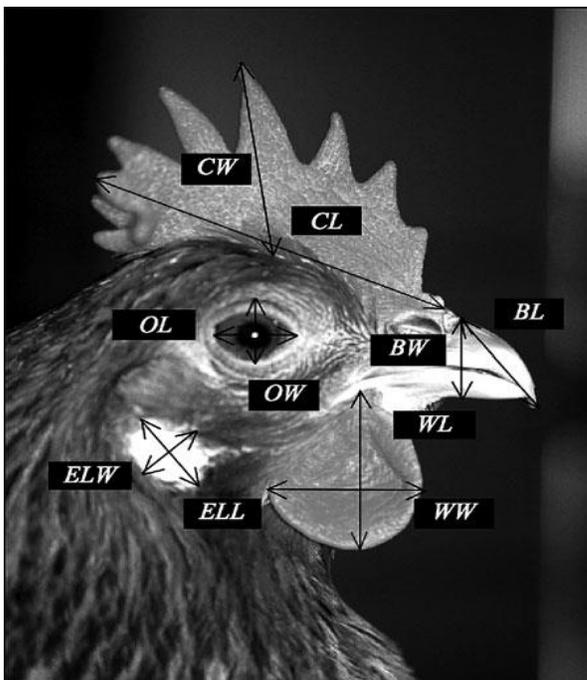


Figura 5.3: Los detalles de una cabeza de gallina con sus correspondientes medidas:

CL=longitud de la cresta; CW= anchura de la cresta; OL= longitud ocular; OW= anchura ocular; BL=longitud del pico; BW= ancho del pico; ELL= longitud del lóbulo de la oreja; ELW=anchura lóbulo de la oreja; WL=longitud de la barbilla y WW=anchura de la barbilla (Francesch *et al.*, 2011).

5.2.3.3. Cuello

- a) Longitud del cuello: Se midió con el ave inmovilizada en la mesa de trabajo. Un ayudante estiraba de las patas con una mano y con la otra el cuello, apoyando el ave sobre su costado izquierdo. El medidor, con una cinta métrica, midió la distancia entre la parte posterior del cráneo hasta la inserción del cuello al tronco.

5.2.3.4. Tronco

- a) Longitud del dorso: Se midió con una cinta métrica la distancia desde la inserción del cuello al tronco hasta la rabadilla.
- b) Longitud de la quilla: Es parte correspondiente a la cresta del esternón y se midió con el ave acostada sobre su dorso, usándose el pie de rey, la distancia entre los dos vértices palpables con la yema de los dedos desde el exterior.
- c) Longitud de la cola: Con una cinta métrica se tomó la medida de la longitud de la timonera central en el punto donde emerge de la piel a la punta de la rectriz más larga, por la zona ventral y con el ave tumbada sobre su dorso.

5.2.3.5. Extremidades

- a) Longitud del ala plegada: Se midió con una cinta métrica el ala recogida sobre el animal, siguiendo la curvatura natural del ala, desde la articulación del carpo al extremo de la ramera primaria más larga.
- b) Longitud del tarso: Se midió con pie de rey la distancia desde la muesca o depresión de la articulación tibiotarsal al otro extremo, recogiendo los dedos hacia atrás 90° respecto al tarso.

- c) Diámetro del tarso: Con pie de rey se midió el diámetro en la parte media de la caña sin hacer presión sobre la piel de recubrimiento que es flexible.
- d) Longitud del dedo medio: Se midió con pie de rey el dedo medio desde su articulación al hueso metatarso hasta la inserción de la uña.
- e) Longitud del espolón: Se midió con pie de rey el espolón desde su base de inserción en el tarso hasta la punta.

5.2.4. Procesado de los datos

Todos los datos obtenidos en el presente estudio fueron procesados usando el paquete estadístico SPSS versión 20.0 (Statistical Package for the Social Science).

5.2.4.1. Análisis de las características morfológicas (cualitativas)

A partir de los datos cualitativos se calcularon los respectivos porcentajes y se analizaron estadísticamente. Se utilizó la prueba Z de comparación de proporciones, aceptando un nivel de significación de $p < 0,05$.

Los resultados se han estructurado en forma de tablas.

5.2.4.2. Análisis estadístico de las medidas zoométricas

Se analizaron las 25 variables independientes a través de un análisis de la varianza (ANOVA) utilizando el procedimiento GLM (modelo lineal general) del paquete estadístico SPSS, aceptando un nivel de significación de $p < 0,05$.

El análisis se enfocó para detectar diferencias entre clases o niveles dentro de algunos factores o caracteres morfológicos: linaje o forma de plumaje con dos niveles (liso/rizado),

color de las orejillas con tres niveles (blanco/rojo/rosado), color de los tarsos con tres niveles (amarillo/gris/negro) y tipo de cresta con tres niveles (sencilla/en rosa/nuez).

Para los tres primeros: forma de plumaje, color de las orejillas y color de los tarsos, se llevó a cabo un análisis bifactorial, combinando cada uno independientemente con el factor sexo con dos niveles (gallo/gallina) de acuerdo con el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha*\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Respuesta esperada de la i-ésima variable

μ = Media de la población

α_i = Efecto del factor sexo sobre la i-ésima variable

β_j = Efecto del j-ésimo factor sobre la i-ésima variable

$(\alpha*\beta)_{ij}$ = Efecto de interacción entre los factores sexo y el j-ésimo factor

ε_{ijk} = Error experimental o de azar

Para detectar diferencias entre las clases del carácter tipo de cresta, se realizó un análisis monofactorial solo con las hembras, debido a la insuficiencia de muestra con cresta nuez en los machos. Y otro análisis monofactorial solo con los machos, debido a la insuficiencia de muestra con cresta en rosa en las hembras. El modelo estadístico para estos análisis es el que sigue.

$$Y_{ik} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ik}$$

Donde:

Y_{ik} = Respuesta esperada de la i-ésima variable

μ = Media de la población

α_i = Efecto del factor tipo de cresta sobre la i-ésima variable

ε_{ik} = Error experimental o de azar

5.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.3.1. Caracterización morfológica (cualitativa)

5.3.1.1. Coloraciones más predominantes en el plumaje de las aves

La Tabla 5.1 presenta los resultados en porcentaje de gallinas y gallos indígenas de Mozambique basado en los colores más predominantes en la capa o plumaje de cada linaje (plumaje rizado y plumaje liso).

La población de gallinas indígenas presenta distintos colores de plumaje, tanto en las de plumaje liso como rizado (ver fotos), no habiéndose observado colores característicos de la capa que sean únicos para un tipo específico de plumaje. Así, no se han detectado diferencias significativas de coloraciones en la capa entre los animales de un mismo sexo con plumaje liso y rizado.

El plumaje rizado es una variación en la estructura (normal) de la forma de las plumas. Según Hutt (1960), esta característica se debe a un gen (F) autosómico parcialmente dominante, y los tipos modificados se deben al parecer a la interacción de F con un modificador autosómico recesivo, mf. El ave presenta las plumas exteriores de la cabeza, cuello, tronco y alas, curvadas hacia adelante, haciéndose visible la parte inferior del plumaje y tomando un aspecto crespo y esponjoso.

Se debe destacar que hay colores de la capa cuya distribución solamente aparece en gallinas, como la capa marrón con pintas negras en el dorso (foto 1) y otros que solo aparecen en los gallos, como es el caso de la capa con los colores amarillo, marrón y negro (foto 2) y la capa con los colores rojo, negro y verde metálico (foto 3). Estos tipos de colores presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre sexos.

Tabla 5.1: Porcentajes de gallinas y gallos indígenas de Mozambique según forma de plumaje y colores más predominantes.

Colores predominantes en la capa	Gallina		Gallo		Media	
	IR	IL	IR	IL	Gallina	Gallo
Amarillo, marrón y negro	-	-	22	13	0 ^b	17,5 ^a
Blanco	5	10	13	17	7,5	15
Blanco con pintas negras	5	-	-	-	2,5	-
Marrón	14	10	9	13	12	11
Marrón con cola negro	-	-	4	4	-	4
Marrón con pintas blancas en el dorso	-	5	-	-	2,5	-
Marrón con pintas negras en el dorso	38	40	-	-	39 ^a	0 ^b
Marrón y negro	5	15	4	-	10	2
Marrón, rojo y negro	-	-	22	9	0 ^b	15,5 ^a
Negro	28	10	9	17	19	13
Negro con pintas marrones en el dorso	5	-	-	-	2,5	-
Negro y blanco	-	10	17	17	5	17
Rojo, negro y verde metálico	-	-	-	10	-	5

Letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

IR = Indígenas rizadas, IL = Indígenas lisas.

Respecto a las capas de color único, se han observado gallinas y gallos con plumaje blanco (foto 4), negro (foto 5) y marrón (fotos 6), aunque en los machos el color marrón se presentó con una tonalidad más fuerte que en las hembras.

También se encuentran aves con una mezcla de colores en la capa. Generalmente, las gallinas, los tenían distribuidos de forma más harmónica.

- Con la capa totalmente marrón y las puntas negras en las rectrices más largas de la cola y alas (foto 1).
- De color blanco y negro, con plumas blancas y negras alternadas en la esclavina y las alas timoneras y remeras negras (foto 7).
- Con la capa negra y con plumas marrones o amarillas brillando en la esclavina.
- Con la capa marrón y con pintas negras distribuidas a lo largo de toda la parte dorsal, incluyendo la cabeza, esclavina y tronco, siendo los extremos de las plumas de color negro (foto 8).

También se encontraron gallos con los colores mezclados en la capa, dándoles un aspecto colorido muy característico (Tabla 5.1):

- Con colores rojo, negro y verde metálico. Son animales con el tronco y extremidades negras, la esclavina con plumas rojas y algunas con tonalidad verde en las coberteras y caireles (foto 3).
- Con colores amarillo, negro y blanco. Son aves con plumas amarillas en la esclavina y en el dorso, las extremidades negras y con plumas blancas y marrones en las coberteras (foto 8).



Foto 1: Gallinas marrones con las rectrices más largas negras de la cola y alas



Foto 2: Gallos con colores más claros típicos del sexo



Foto 3: Gallos con colores más oscuros típicos del sexo



Foto 4: Gallo y gallinas con plumaje blanco



Foto 5: Gallo y gallinas con plumaje negro



Foto 6: Gallo y gallina marrones



Foto 7: Gallo y gallina blancos con plumas negras alternadas en el cuerpo



Foto 8: Gallinas marrones con pintas negras

La gran diversidad fenotípica (colores de la capa) de las aves indígenas también ha sido observada en las gallinas del suroeste de Etiopía (Moreda *et al.*, 2014) y de Vietnam (Van Duy *et al.*, 2015). En estos estudios se apunta la reproducción libre como la principal causa de esta pluralidad, mientras que Bett *et al.* (2014), que también observaron la diversidad de colores en gallinas de Bangladesh, Sri Lanka, Vietnam y Pakistán, indican que el fenómeno puede ser una forma de adaptación que permite a las aves camuflarse para protegerse de los predadores. Según Egahi *et al.* (2010) el color de plumaje tiene una marcada importancia para la adaptación de las aves a las condiciones ambientales. Así, aunque existan diferencias individuales, las aves de color negro puede que sean más susceptibles al estrés por calor que las de color blanco.

En un estudio de caracterización genética de las gallinas indígenas de Indonesia realizado por Arlina *et al.* (2014), también encontraron una gran diversidad de coloración de plumaje. Los autores explican que las diferencias en los patrones de pigmentación del plumaje son atribuibles a la melanina, que produce una variedad de colores en las plumas de los pollos, y estas diferencias pueden considerarse indicativas de las diferencias genéticas entre ciertos colores del plumaje.

Los autores Daikwo *et al.* (2011) han atribuido la diversidad de coloración del plumaje encontrada en las gallinas indígenas de Nigeria, a la falta de selección hacia un determinado color de plumaje y citan a Mc Ainsh (2004) que afirma que la variación fenotípica es exactamente lo que caracteriza los pollos indígenas. El pollo nativo parece poseer una enorme diversidad genética, especialmente respecto a las características de adaptación, capacidad de sobrevivir a duras condiciones y bajo regímenes mínimos de alimentación.

5.3.1.2. Características morfológicas de las partes del cuerpo de las aves

En la Tabla 5.2 se ilustran los porcentajes y los respectivos resultados del análisis de comparación de proporciones de gallinas y gallos indígenas, según las características

morfológicas de la cresta (color, tipo, n° de dientes, posición, apéndice y tipo de lóbulo), cara (color y presencia o no de arrugas). La mayoría de las aves indígenas de este estudio (Tabla 5.2), independientemente del sexo, presentan la **cresta sencilla** (>87%), habiendo un pequeño porcentaje (7,4%) con la **cresta nuez**, solo observado en las gallinas, y menos del 9% con la **cresta roseta**, tipo de cresta únicamente observada en los gallos.

Las gallinas indígenas generalmente tienen la cresta sencilla. Diversos autores reportan la predominancia de este tipo de cresta en comparación con los otros tipos, como son la cresta guisante, roseta, nuez y doble. En las gallinas de Botswana, Badubi *et al.* (2006) han descrito varios de estos tipos de cresta, siendo también la cresta sencilla la que presentó una frecuencia mayor (90%), seguido de la cresta roseta y la nuez, lo que está de acuerdo con lo que ha sido observado en el presente estudio.

En las gallinas de Nigeria y Etiopía, las frecuencias de los distintos tipos de cresta varían con respecto a las mozambiqueñas estudiadas. Así, Daikwo *et al.* (2011) han observado que un poco más de la mitad de las gallinas nigerianas estudiadas (51%) presentaban cresta sencilla, un 28% con la cresta guisante y 21% con la cresta roseta, mientras que, en Etiopía, Moreda *et al.* (2014) han reportado el siguiente orden de frecuencia: 44% de gallinas con cresta sencilla y un 41,5% de cresta roseta. No obstante, tanto en estos trabajos como en otros realizados en Cuba (Pérez *et al.*, 2004), en Indonesia (Arlina *et al.*, 2014; Bett *et al.*, 2014) y Bangladesh (Faruque *et al.*, 2010) describiendo las gallinas indígenas, la cresta sencilla es la que se presenta con mayor frecuencia.

Las grandes variaciones fenotípicas encontradas en gallinas indígenas pueden en parte deberse al aislamiento geográfico, a la selección natural y, en cierta medida también, a la selección artificial, ya que muchos avicultores rurales realizan la sustitución de los reproductores con aves del mismo averío (Melesse and Negesse, 2011). Este hecho puede conducir a una gran mezcla de genes idénticos, es decir, a la fijación de ciertos caracteres y/o a la pérdida de otros. Con respecto a los tipos de cresta, Rois Losada (2015) indica que la genética de este órgano es muy compleja ya que muchos genes están implicados en su formación, los cuales se van activando y desactivando en diferentes momentos durante las fases del período embrionario. Así, apenas unos pocos son bien conocidos y descritos. De

hecho, la herencia del tipo de cresta es una interacción génica que se atribuye a dos pares de genes (P__R_) y la cresta sencilla es recesiva (pprr) con respecto a roseta (R_pp), guisante (rrP_) y nuez (R_P_) (Jenkins, 2002). Es importante señalar que la cresta roseta está asociada de forma significativa con la infertilidad, debido a que el gen que la codifica está relacionado con una mutación (recesiva) que afecta a la motilidad de los espermatozoides (Upton, 2014). Estos factores, de forma aislada o combinada, puede que favorezcan que la cresta sencilla, aunque recesiva, se presente con mayor frecuencia.

Respecto al color, todos los gallos evaluados (Tabla 5.2) presentaron la cresta de color rojo, mientras que más del 53% de las gallinas presentaron la cresta rosada y las restantes tenían la cresta de color rojo. Aunque nosotros únicamente hemos observado dos colores, según Bett *et al.* (2014), el color de la cresta de las gallinas indígenas puede presentar variaciones como el negro, blanco, gris, rojo, multicolor (rojo mezclado con otro color y blanco mezclado con otro color), rosado, naranja y púrpura. Por otro lado, la cresta rosada, que únicamente hemos observado en las hembras, podría estar relacionada con la fase productiva de la gallina, ya que estas tienden a presentar coloraciones más pálidas, incluso en las mucosas. Existe una estrecha relación entre las características de la cresta de la gallina que revelan aspectos sobre su capacidad y estado de puesta. Así, según Johnsson *et al.* (2012), en las gallinas el tamaño de la cresta está relacionado con la capacidad de puesta y Damerow (2011) acrecienta que la cresta y barbillas de una buena ponedora son grandes, brillantes y cerosas, en cambio la mala ponedora los presenta pequeñas, arrugadas y pálidas. En cualquier caso, sobre la puesta intervienen muchos más genes, por lo que hay que considerar otros aspectos y no solamente el tamaño de la cresta como relevante para la evaluación de una ponedora (Rois Losada, 2015).

Tabla 5.2: Porcentajes de gallinas y gallos según las características morfológicas de la cresta (color, tipo, nº de dientes, posición, apéndice, tipo de lóbulo).

		Gallinas		Gallos		Media	
Característica morfológica		IR	IL	IR	IL	Gallinas	Gallos
Color de la cresta	Roja	38,1 ^b	55,0 ^b	100,0 ^a	100,0 ^a	46,6	100,0
	Rosada	61,9 ^a	45,0 ^a	0,0 ^b	0,0 ^b	53,4	
Tipo de cresta	Sencilla	95,2	90,0	87,0	95,7	92,6	91,3
	Nuez	4,8	10,0	-	-	7,4	
	Roseta	-	-	13,0	4,3		8,7
Nº Dientes cresta	0	4,8	10,0	13,0	4,3	7,4	8,7
	2	9,5	25,0	21,7	21,7	17,3	21,7
	3	57,1	30,0	39,2	30,4	43,6	34,8
	4	23,8	25,0	26,1	26,2	24,4	26,1
	5	4,8	5,0	-	-	4,9	
	6	0,0 ^b	5,0 ^{ab}	0,0 ^b	17,4 ^a	2,5	8,7
Posición de la cresta	Caída	52,4	55,0	47,8	47,8	53,7	47,8
	Derecha	47,6	45,0	52,2	52,2	46,3	52,2
Apéndice en la cresta	No	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Lóbulo en la cresta	Dentado	71,4 ^{ab}	60,0 ^b	69,6 ^{ab}	87,0 ^a	65,7	78,3
	Liso	28,6 ^{ab}	40,0 ^a	30,4 ^{ab}	13,0 ^b	34,3	21,7

Letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

IR = Indígenas rizadas, IL = Indígenas lisas; neg = negro

La mayoría de las aves (Tabla 5.2) de ambos sexos (> 30%) presentan la **cresta con 3 dientes**, seguido de la no menos importante cifra de un 25% de aves que presentan la **cresta con 4 dientes**, la tercera en frecuencia fue la **cresta con 2 dientes**, presente en un 17% y un 22% en gallinas y gallos, respectivamente. Hay que señalar que en ambos sexos la cresta puede presentarse **sin dientes** y, aunque poco frecuente, hay aves que presentan hasta **6 dientes**, siempre observándose en gallos y gallinas de plumaje liso. Hay poca información sobre la genética del número de dientes en la cresta. Los dientes de la cresta se presentan en número variable (2 a 6) y están asociados a la cresta sencilla, que se presenta en machos y hembras, aunque los machos la tienen mayor y más imponente que las hembras que suelen tenerla pequeña. Sin embargo ambos sexos pueden presentarla con cualquiera número de dientes.

Con referencia a la posición, presencia de apéndice y lóbulo de la cresta, esta puede adoptar una posición derecha o caída en cualquiera de los sexos, siendo frecuente (>52%) que en los gallos se presente en **posición derecha** y, en cambio (>52%), en las gallinas la **cresta está caída** hacia cualquiera de los lados.

En general, la cresta de las gallinas indígenas **no presenta apéndice** ni en los gallos ni en las gallinas, lo que indica que esta característica puede que no sea típica en estas aves, mientras que la presencia del **lóbulo en la cresta** es característico, ya que todas las aves presentaron lóbulo. La diferencia está en el tipo de lóbulo, ya que más de 60% de las aves lo tienen **dentado**, y el restante porcentaje presenta un **lóbulo liso**.

En la Tabla 5.3 se ilustran los porcentajes y los respectivos resultados del análisis de comparación de proporciones de gallinas y gallos indígenas, según las características morfológicas de la cara (color y presencia o no de arrugas), filoplumas y color de los ojos.

Por lo que respecta a la cara, la mayoría de las gallinas (>80%) presentaron la **cara rosada** y los gallos generalmente de **color rojo**. Las gallinas no presentaron arrugas en la cara, lo que es característico de la mayoría de los machos, que las presentaron en un 73%. Con relación al color del ojo, es característico que estas aves, independientemente del sexo, presenten los ojos de color naranja y negro, siendo la córnea naranja y la pupila negra.

Tabla 5.3: Porcentajes de gallinas y gallos según las características morfológicas de la cara (color y arrugas), filoplumas y color de los ojos.

		Gallinas		Gallos		Media	
Característica morfológica		IR	IL	IR	IL	Gallinas	Gallos
Color de la cara	Rosada	81,0 ^a	80,0 ^a	8,7 ^b	21,7 ^b	80,5	15,2
	Rojo	19,0 ^b	20,0 ^b	91,3 ^a	78,3 ^a	19,5	84,8
Arrugas en la cara	No	100,0	100,0	73,9	91,3	100,0	82,6
	Sí	0,0 ^b	0,0 ^b	26,1 ^a	8,7 ^{ab}		17,4
Filoplumas	Ausentes	81,0 ^a	80,0 ^a	26,1 ^b	60,9 ^a	80,5	43,5
	Abundantes	19,0 ^a	10,0 ^{ab}	0,0 ^b	0,0 ^b	14,5	
	Pocas	0,0 ^d	10,0 ^c	73,9 ^a	39,1 ^b	5,0	56,5
Color de los ojos	Naranja/neg	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

IR = Indígenas rizadas, IL = Indígenas lisas; neg = negro

Finalmente, la mayoría de las gallinas no presentaron filoplumas (>80%) y, cuando aparecen, suelen presentarse de forma abundante. Sin embargo, lo característico en los gallos es que presenten pocas filoplumas (56,5%), sobre todo en aquellos con el plumaje rizado (73,9%), o no presentarlas (43,5%), sobre todo en los gallos con plumaje liso (60,9%). Cabe destacar que ningún macho presentó una cantidad abundante de filoplumas en el cabeza debido, quizá, al gran tamaño de sus crestas.

En la Tabla 5.4 se ilustran los porcentajes y los respectivos resultados del análisis de comparación de proporciones de gallinas y gallos según las características morfológicas de las siguientes partes del cuerpo: pico (color y forma), orejillas (color y presencia o no de arrugas), barbillas (presencia o no de arrugas), tarsos (color), n^o de dedos y presencia o no del espolón.

El pico de las aves de ambos sexos siempre se presenta con formato curvo (Tabla 5.4) y con una coloración variable, como son los colores **crema**, **negro**, **marrón** y **negro** (marrón mezclado con negro), **marrón** y **gris**. El pico de color crema fue el más frecuente (>50%) en todos los casos excepto en los gallos de plumaje liso, donde únicamente el 13% de los animales presentaron el pico de este color, mientras que más del 52% lo tenían negro, siendo estos porcentajes significativamente distintos a los obtenidos en los restantes grupos. Aunque ningún grupo presentó todos los colores, cabe indicar que las aves de plumaje liso, tanto machos como hembras, presentaron una mayor diversidad de color, no observándose ningún gallo de plumaje rizado con el pico de color negro o gris, ni rastro de color marrón, ya sea solo o combinado, en el de las gallinas rizadas.

Pocos autores se refieren al color del pico. Los que lo reportan indican alguna variedad de colores en esta característica. Según Van Duy *et al.* (2015), el pico de las gallinas indígenas de Vietnam generalmente es de color amarillo (82%) y ocasionalmente marrón oscuro, mientras que en Cuba, Pérez *et al.* (2004) han observado el amarillo, el negro y el crema.

Respecto al color de las orejillas (Tabla 5.4), independientemente del tipo de plumaje, en las gallinas predominaron las rosadas (57,2% y 50,0%, rizados y lisos, respectivamente) mientras que ningún gallo las tenía de este color, predominando en ellos las rojas (87,0% y 78,3%, rizados y lisos, respectivamente), respecto a las blancas. Dentro de cada sexo, el porcentaje de aparición de cada uno de los colores no fue significativamente distinto en función del tipo de plumas. Las orejillas de estas aves pueden o no presentarse con **arrugas**, apareciendo en un porcentaje significativamente superior en las gallinas rizadas (90,5%) y los gallos lisos (82,6%) que en los otros 2 grupos de estudio (65% y 47,8%, gallinas lisas y gallos rizados, respectivamente).

Tabla 5.4: Porcentajes de gallinas y gallos según las características morfológicas de partes del cuerpo: pico (color y forma), orejillas (color y presencia de arrugas), barbillas (presencia de arrugas), tarsos (color), n^o de dedos y presencia de espolón.

Característica morfológica		Gallinas		Gallos		Media	
		IR	IL	IR	IL	Gallina	Gallo
Color del pico	Crema	76,2 ^a	50,0 ^a	52,2 ^a	13,0 ^b	63,1	32,6
	Blanco	-	5,0	-	-	2,5	-
	Negro	19,0 ^{ab}	15,0 ^b	0,0 ^c	52,2 ^a	17,0	26,1
	Gris	4,8 ^{ab}	25,0 ^a	0,0 ^b	0,0 ^b	14,9	-
	Marrón y negro Marrón	0,0 ^b	0,0 ^b	34,8 ^a	13,0 ^{ab}	-	23,9
Forma del pico	Curvo	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	Roja	23,8 ^b	5,0 ^b	87,0 ^a	78,3 ^a	14,4	82,7
Color de las orejillas	Rosada	57,2 ^a	50,0 ^a	0,0 ^b	0,0 ^b	53,6	-
	Blanco	19,0 ^{ab}	45,0 ^a	13,0 ^b	21,7 ^{ab}	32,0	17,3
Arrugas en las orejillas	No	9,5 ^c	35,0 ^{ab}	52,2 ^a	17,4 ^b	22,25	34,8
	Sí	90,5 ^a	65 ^b	47,8 ^c	82,6 ^{ab}	77,75	65,2
Arruga en las barbillas	No	100,0 ^a	100,0 ^a	73,9 ^b	56,5 ^b	100,0	65,2
	Sí	0,0 ^b	0,0 ^b	26,1 ^a	43,5 ^a	-	34,8
Color de los tarsos	Amarillo	61,9	65,0	74,0	56,5	63,5	65,3
	Gris	38,1 ^{ab}	30,0 ^{ab}	13,0 ^b	39,1 ^a	34,1	26,1
	Negro	-	5,0	13,0	4,4	2,5	8,7
N ^o de dedos	4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Espolón	No	95,2 ^a	90,0 ^a	0,0 ^b	13,0 ^b	92,6	6,5
	Sí	4,8 ^b	10,0 ^b	100,0 ^a	87,0 ^a	7,4	93,5

Letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

IR = Indígenas rizadas, IL = Indígenas lisas.

Según Bett *et al.* (2014) las orejillas de las gallinas pueden presentar variaciones de color como el negro, blanco, amarillo, verde, rojo, multicolor (negro, rojo o blanco mezclados con otro color), rosado, naranja y púrpura. En nuestro estudio únicamente hemos observado orejillas rosadas, blancas y rojas (Tabla 5.3). No obstante, a diferencia de lo observado en las gallinas de Mozambique, en Pakistán según Bett *et al.* (2014), los colores más predominantes en la orejillas de las gallinas indígenas fueron el rojo (40%), el multicolor rojo mezclado (16%) y el blanco (14%), siendo poco frecuente el color rosado seguido del blanco mezclado con un 10%; mientras que Faruque *et al.* (2010), en gallinas indígenas de Bangladesh, indican tres colores en el siguiente orden de predominancia: blanco, multicolor (rojo con blanco) y rojo. Además, Melesse and Negesse (2011) y Moreda *et al.* (2014) también han publicado variaciones de color en las gallinas de Etiopía, e indican el blanco, rojo, amarillo, multicolor (rojo con blanco) y negro como los colores de orejillas más presentes en estas gallinas.

Todos los estudios mencionados demuestran la gran diversidad de colores que pueden presentar las gallinas. No obstante, hay que tener presente que la mayoría de razas cosmopolitas presentan las orejillas de color rosado, rojo y blanco, dependiendo del tronco racial de origen. Así, las gallinas del tronco mediterráneo suelen presentar orejillas típicamente blancas, las del tronco anglosajón tienen orejillas rojas y las del tronco asiático tienen la orejilla rosácea o rojiza (Sañudo, 2013). Las gallinas mozambiqueñas presentan las orejillas en estos tres diferentes colores, lo que sugiere que pueden tener diferentes orígenes, o que la introducción de las gallinas en África puede haber seguido distintas rutas.

Finalmente, respecto a las patas, nuestras aves han presentado tres colores distintos en los tarsos: el **amarillo, gris y negro**, siendo el amarillo el más observado, por encima del 63% en ambos sexos, seguidos de los tarsos de color gris y por último los de color negro. Todas las aves, independientemente del sexo, presentaron **4 dedos** en total y la **presencia del espolón** fue característico en los machos (>90%), mientras que en las hembras esta característica no ha pasado, de media, de un 7%. Los machos más que las hembras tienen mayor tendencia a la agresividad y la pelea, por lo que el espolón es importante para su defensa y/o ataque.

La diversidad de colores en los tarsos de las gallinas, a semejanza de lo que se ha observado en este estudio, también ha sido indicada por varios autores; aunque algunos colores varían según la zona. Así, en varios estudios realizado en Etiopia (Melesse and Negesse, 2011; Moreda *et al.*, 2014) se observaron cuatro colores, el blanco, amarillo, marrón, negro/gris y verde, mientras que en Nigeria, Daikwo *et al.* (2011) han indicado que las gallinas locales presentaron los tarsos amarillos, negro/amarillos, negros y blancos. Así pues, al igual que con las orejillas, existe una gran diversidad de colores a nivel del tarso y según Orozco (1989), en el color de los tarsos intervienen dos pares de genes ($Ww / Idid+$). Así, los tarsos pueden presentar cuatro colores de acuerdo con el tipo de combinación de estos genes: tarso blanco ($W_Id_$), donde la piel del ave también es blanca, tarso negro (W_id+id+), tarso amarillo ($wwId_$), la piel del ave es también amarilla, y tarso verde ($wwid+id+$). Enlazando todas estas informaciones con los principales troncos, la razas del tronco mediterráneo las tienen de color variable, las del tronco anglosajón presentan los tarsos amarillo anaranjado y las del tronco asiático amarillos (Sañudo, 2013).

5.3.2. Caracterización zoométrica

En la Tabla 5.5 se presentan los resultados del análisis de varianza bifactorial de las 25 variables zoométricas analizadas según los factores sexo, linaje o tipo de plumas, color de las orejillas, color de los tarsos y su interacción con el factor sexo, así como del análisis monofactorial basado en el tipo de cresta. La variable anchura del ojo no presentó diferencias estadísticamente significativas para ninguno de los factores estudiados, por lo que dicha variable no es de utilidad para caracterizar las distintas poblaciones estudiadas. Las 24 variables restantes han presentado diferencias significativas para el factor sexo. Este resultado podría estar relacionado con el marcado dimorfismo sexual que existe en la especie *Gallus gallus*.

Tabla 5.5: Resultados del análisis de varianza bifactorial, de las variables zoométricas de las gallinas indígenas de Mozambique, según los factores sexo y linaje, color de las orejillas, color de los tarsos y su interacción, así como del análisis monofactorial basado en el tipo de cresta.

Medida zoométrica	Significación							
	Sexo	Linaje		C.O.		C.T.		T.C.
		Linaje	*	C.O.	*	C.T.	*	
			sexo		sexo		Sexo	
Peso	*	*	*	ns	*	ns	ns	ns
Medida ornitológica	*	ns	ns	*	*	*	*	*
Envergadura	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
Longitud del cráneo	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
Anchura del cráneo	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	*
Longitud de la cresta	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	*
Anchura de la cresta	*	ns	*	ns	*	ns	ns	*
Longitud del ojo	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	*
Anchura del ojo	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Longitud de pico	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
Anchura de pico	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
Longitud total del pico	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Longitud de las orejillas	*	ns	ns	ns	ns	*	*	ns
Anchura de las orejillas	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	*
Longitud de la barbilla	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
Anchura de la barbilla	*	*	*	ns	ns	ns	ns	*
Longitud del cuello	*	ns	*	ns	ns	*	*	ns
Longitud del dorso	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
Longitud de la quilla	*	ns	ns	ns	ns	*	*	ns
Longitud de la colla	*	ns	ns	*	*	*	*	*
Longitud ala plegada	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	*
Longitud del tarso	*	ns	*	ns	*	*	*	ns
Diámetro del tarso	*	ns	*	ns	*	ns	ns	ns
Longitud dedo medio	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Longitud espolón	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

* = diferencia significativa p (< 0,05), ns = diferencia no significativa

L = linaje genético o tipo de plumaje, C.T. = color del tarso, C.O. = color de la orejilla, T.C. = tipo de cresta

Respecto a la forma de plumaje o linaje, solo en 3 variables (peso, anchura de la barbilla y longitud del ojo) se han observado diferencias significativas ($p < 0,05$). No obstante, las 2 primeras han interactuado significativamente ($p < 0,05$) también con el sexo, no siendo por ello posible concluir sobre el efecto linaje para las respectivas variables, y resta únicamente la variable anchura del ojo, sin ninguna interacción y con diferencia significativa ($p < 0,05$) para el factor linaje.

Para el factor color de las orejillas, solo dos variables (medida ornitológica y longitud de la colla) presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$), pero ambas han interactuado significativamente ($p < 0,05$) con el factor sexo, no siendo posible de este modo decidir sobre el efecto del factor color de las orejillas para estas variables.

El factor color de los tarsos ha presentado diferencias significativas ($p < 0,05$) para 8 variables (medida ornitológica, longitud y anchura de las orejillas, longitud del cuello, longitud de la quilla, longitud de la colla, longitud de ala plegada y longitud del tarso). Todas ellas, excepto 2 (anchura de las orejillas y longitud de la plegada) no mostraron interacciones. Las restantes han interactuado significativamente también con el factor sexo, por ello no se ha podido decidir sobre el factor color de los tarsos para dichas variables.

Finalmente, el factor tipo de cresta ha sido el que después del sexo ha presentado más variables con diferencias significativas ($p < 0,05$), en total han sido 11: medida ornitológica, envergadura, anchura del cráneo, longitud de la cresta, anchura de la cresta, longitud del ojo, anchura de las orejillas, longitud de la barbilla, anchura de la barbilla, longitud de la colla y longitud del ala plegada.

En la Tabla 5.6 se presentan las medias de las variables zoométricas que han presentado diferencias significativas ($p < 0,05$) sin interacción. De las 11 variables que presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) para el tipo de cresta, en 5 de ellas (medida ornitológica, envergadura, anchura del cráneo, anchura de la barbilla y longitud de la colla) el análisis no ha confirmado las diferencias para el factor tipo de cresta, por lo que las

diferencias observadas estarían relacionadas con otro factor. Las restantes 6 variables (longitud de la cresta, anchura de la cresta, longitud del ojo, anchura de las orejillas, longitud de la barbilla y longitud del ala plegada) presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) para el factor tipo de cresta. En general, las aves con la cresta nuez fueron las que presentaron menores medias en casi todas las medidas zoométricas.

La cresta nuez solo ha sido observada en las hembras (7,5%) y esta cresta tienen menores dimensiones comparada con la roseta y la sencilla. Además, la cresta roseta únicamente se observó en gallos, animales de por sí más grandes que las gallinas. Por otro lado, las variables que han mostrado diferencias significativas ($p < 0,05$) para este factor, en general, son casi todas pertenecientes a los órganos de la cabeza, donde se localiza el factor en causa. Quizás la conformación de este órgano favorezca (o esté relacionado) el desarrollo de los otros órganos en cuestión, o puede deberse a que el tamaño de la muestra de la cresta nuez ha sido pequeño en nuestro estudio.

Algunas clases dentro de los 4 caracteres morfológicos considerados (forma de plumaje, color de las orejillas, color del tarso y tipo de cresta), quizás podrían tener orígenes distintos y diferir en otras características. Pero atendiendo a las medidas aquí tomadas, se muestran como grupos muy parecidos y de tener distintos orígenes se encontrarían muy mezclados. Como no se observaron diferencias importantes entre linajes, a semejanza de lo que ha pasado con los otros tipos o factores morfológicos escogidos (tipo de cresta, color de las orejillas y color de los tarsos), se pasan a dar las medias biométricas generales por sexo, por haber sido este el factor que más diferencias ha mostrado.

Tabla 5.6: Medias \pm Desviación típica de las variables zoométricas para los factores morfológicos linaje, tipo de cresta y color de los tarsos que presentaron diferencias significativas sin interacción en la Tabla 5.4.

Med. Zoom étricas	Caracteres Morfológicos							
	Linaje		Tipo de cresta			Color de los tarsos		
	IR	IL	Sencilla	Nuez	Roseta	Amarillo	Gris	Negro
M.O.			58,18 \pm 6,53 ^a	53,00 \pm 4,92 ^a	52,60 \pm 0,32 ^a			
Env			78,39 \pm 8,95 ^a	68,33 \pm 3,79 ^a	76,60 \pm 0,32 ^a			
A.crá			32,39 \pm 2,96 ^a	31,49 \pm 1,22 ^a	33,78 \pm 0,32 ^a			
L.cres			89,88 \pm 40,14 ^a	29,51 \pm 4,49 ^b	80,28 \pm 0,32 ^{ab}			
A.cres			48,97 \pm 25,92 ^a	6,86 \pm 2,69 ^b	33,78 \pm 0,32 ^{ab}			
L.ojo	14,73 \pm 1,37 ^b	15,42 \pm 1,08 ^a	15,10 \pm 1,27 ^a	13,30 \pm 0,59 ^b	15,71 \pm 0,31 ^a			
A.orej			14,52 \pm 1,27 ^b	15,49 \pm 0,69 ^b	19,90 \pm 0,31 ^a	15,40 \pm 2,48 ^a	14,24 \pm 2,02 ^a	11,01 \pm 2,09 ^b
L.bar			37,67 \pm 22,36 ^b	13,52 \pm 3,41 ^b	82,956 \pm 0,31 ^a			
A.bar			26,48 \pm 7,40 ^a	20,27 \pm 1,34 ^a	26,98 \pm 0,31 ^a			
L.coll			12,88 \pm 4,36 ^a	10,00 \pm 2,65 ^a	7,75 \pm 0,29 ^a			
L.alap			25,12 \pm 2,47 ^a	21,33 \pm 0,58 ^b	23,50 \pm 0,59 ^{ab}	24,58 \pm 2,43 ^b	25,19 \pm 2,58 ^{ab}	27,20 \pm 1,25 ^a

Medias seguidas de letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

M.O. = Medida ornitológica (cm), Env = Envergadura (cm), A.crá = Anchura del cráneo (mm), L.cres = Longitud de la cresta (mm), A.cres = Anchura de la cresta (mm), L.ojo = Longitud del ojo (mm), A.orej = Anchura de las orejillas (mm), L.bar = Longitud de la barbilla (mm), A.bar = Anchura de la barbilla (mm), L.coll = Longitud de la colla (cm), L.alap = Longitud del ala plegada (cm).

En la Tabla 5.7 se presentan la media, la desviación estándar y los coeficiente de variación para gallos y gallinas, de las 25 variables o medidas zoométricas y la región corporal donde se ha tomado cada medida. Excepto la anchura del ojo, variable que como ya se ha indicado no difirió en ninguno de los grupos estudiados, todas las medidas zoométricas mostraron diferencias entre sexos.

Según Jacob (2003) las diferencias observables entre el macho y la hembra son referidas como dimorfismo sexual. El autor menciona como diferencias típicas entre gallos y gallinas, que el gallo tiene el cuerpo, cresta, barbillas y el espolón más grandes que la gallina y el gallo puede cantar (“quiquiriqui”) mientras que las gallinas no. En el presente estudio se encontró un marcado dimorfismo sexual en todas las características biométricas. Los gallos presentaron valores significativamente ($p < 0,05$) mayores que los observados en gallinas.

Todos los coeficientes de variación han sido superiores al 4%, tanto en las gallinas como en los gallos.

Los resultados mostrados en la Tabla 5.7 concuerdan con los reportados por diferentes autores (Alabi *et al.*, 2012; Daikwo *et al.*, 2011; Lázaro *et al.*, 2012; Melesse and Negesse, 2011) en las gallinas indígenas de distintos países, donde los gallos presentaron mayor estatura que las gallinas y sus correspondientes medidas zoométricas resultaron igualmente superiores.

Respecto a los parámetros zoométricos analizados en el presente estudio, existen pocos trabajos con esta metodología y que utilicen las mismas variables para el estudio de gallinas indígenas para que podamos establecer comparaciones rigurosas de nuestros resultados. Hay que destacar los realizados por Francesch (2011) y Tur (2012) ya que utilizaron la misma metodología. No obstante, en ambos solo se han estudiado hembras de razas españolas con 30 y 52 semanas de edad, o sea, más jóvenes que las nuestras. No obstante, se pueden comparar nuestros resultados con los de estos estudios. Así, las gallinas indígenas, comparadas con las razas Penedesenca aperdizada y la Empordanesa rubia (Francesch *et al.*, 2011), de las 21 variables en común han presentado valores mayores en 5 (peso, anchura del cráneo, anchura de la orejilla, longitud del tarso y longitud del dedo

medio), valores similares en otras 5 (longitud del cráneo, longitud del ojo, anchura del ojo, longitud del pico y anchura del pico) y en las 11 restantes, las dos razas españolas han exhibido valores superiores.

Con respecto a las gallinas baleares (Tur, 2012), solo haremos la comparación con la raza Menorca, ya que fue la que presentó un peso similar a las mozambiqueñas. Además del peso, la longitud del dedo medio también ha sido similar. No obstante, las indígenas han superado a esta raza en 3 variables (longitud del cráneo, anchura del cráneo y anchura del ojo), siendo que la raza Menorca presentó mayores valores en las restantes 15 variables.

Según criterios de Herrera (2001), las variables con coeficientes de variación inferiores al 4% corresponden a una “escasa variabilidad”, lo que muestra que los animales en estudio son muy uniformes para dichas variables. Con base en esta argumentación, se sugeriría que las gallinas abarcadas por el presente estudio no tienen la uniformidad característica de una raza, ya que los respectivos coeficientes de variación de las medidas zoométricas son todas y para ambos sexos superiores al 4%.

De las 25 medidas zoométricas (Tabla 5.7), 10 en las hembras (peso, medida ornitológica, envergadura, anchura del cráneo, longitud total del pico, longitud de la quilla, longitud del ala plegada, longitud del tarso, diámetro del tarso y longitud del dedo medio) y 12 en los machos (peso, envergadura, anchura del cráneo, longitud del ojo, anchura de ojo, longitud del pico, longitud total del pico, longitud del dorso, longitud de la quilla, longitud del ala plegada, longitud del tarso y diámetro del tarso), presentaron coeficientes de variación con valores entre 4 y 9%. Según los criterios de evaluación de Herrera (2001), estas aves indígenas presentarían un grado de uniformidad medio. Valores superiores al 9%, corresponderían a una elevada variabilidad, y mostraría una población sin uniformidad para las variables en cuestión. En nuestro estudio, esta situación se establece para 13 y 15 medidas zoométricas evaluadas en los machos y en hembras, respectivamente, lo que colocaría a las gallinas mozambiqueñas evaluadas en una situación de ausencia de uniformidad para las respectivas variables.

Tabla 5.7: Medias \pm desviación típica y coeficientes de variación de las variables zoométricas de gallinas y gallos indígenas de Mozambique.

Región	Medida zoométrica	Gallina			Gallo		
		N	$\mu \pm SD$	CV	N	$\mu \pm SD$	CV
General	Peso (kg)	41	2,0 \pm 0,1 ^a	6,5	46	2,9 \pm 0,1 ^b	5,1
	Medida ornitológica (cm)	41	54,0 \pm 3,1 ^a	5,8	46	61,0 \pm 6,9 ^b	11,3
	Envergadura (cm)	41	69,8 \pm 4,5 ^a	6,5	46	85,2 \pm 3,9 ^b	4,6
	Longitud cráneo (mm)	41	50,3 \pm 6,0 ^a	12,0	46	52,5 \pm 4,8 ^b	9,2
	Anchura cráneo (mm)	41	30,1 \pm 1,6 ^a	5,5	46	34,5 \pm 2,0 ^b	5,9
	Longitud cresta (mm)	41	48,0 \pm 9,0 ^a	18,7	46	122,4 \pm 18,1 ^b	14,7
	Anchura cresta (mm)	41	22,4 \pm 7,0 ^a	31,2	46	68,6 \pm 15,3 ^b	22,3
	Longitud ojo (mm)	41	14,7 \pm 1,3 ^a	9,1	46	15,4 \pm 1,1 ^b	7,5
Cabeza	Anchura ojo (mm)	41	11,3 \pm 1,2	10,5	46	11,3 \pm 0,5	4,5
	Longitud pico (mm)	41	19,8 \pm 2,0 ^a	10,1	46	20,4 \pm 1,1 ^b	5,3
	Anchura pico (mm)	41	12,7 \pm 1,2 ^a	9,1	46	13,7 \pm 1,3 ^b	9,4
	Longitud total pico (mm)	41	32,9 \pm 2,2 ^a	6,8	46	38,3 \pm 1,7 ^b	4,4
	Longitud orejilla (mm)	41	21,2 \pm 3,8 ^a	18,0	46	40,0 \pm 4,7 ^b	11,7
	Anchura orejilla (mm)	41	13,2 \pm 1,9 ^a	14,6	46	16,2 \pm 2,2 ^b	13,3
	Longitud barbilla (mm)	41	15,9 \pm 4,8 ^a	30,3	46	59,4 \pm 12,8 ^b	21,5
	Anchura barbilla (mm)	41	19,8 \pm 3,1 ^a	15,7	46	32,1 \pm 4,1 ^b	12,9
Cuello	Longitud cuello (cm)	41	11,7 \pm 1,3 ^a	10,9	46	14,3 \pm 1,4 ^b	10,1
Tronco	Longitud dorso (cm)	41	23,8 \pm 3,4 ^a	14,2	46	27,2 \pm 1,4 ^b	5,1
	Longitud quilla (mm)	41	98,2 \pm 7,9 ^a	8,1	46	116,9 \pm 7,1 ^b	6,1
Cola	Longitud cola (cm)	41	11,2 \pm 2,1 ^a	18,7	46	13,8 \pm 5,4 ^b	39,3
Extre- midades	Longitud ala plegada (cm)	41	22,7 \pm 1,4 ^a	6,2	46	26,9 \pm 1,3 ^b	5,0
	Longitud tarso (mm)	41	95,3 \pm 6,5 ^a	6,8	46	119,6 \pm 7,3 ^b	6,1
	Diámetro tarso (mm)	41	13,1 \pm 1,1 ^a	8,6	46	18,2 \pm 0,9 ^b	4,8
	Longitud dedo medio (mm)	41	58,2 \pm 4,6 ^a	7,9	46	63,3 \pm 5,7 ^b	9,1
	Longitud espolón (mm)	3	16,8 \pm 1,9 ^a	11,5	43	56,7 \pm 12,5 ^b	22,0

 Medias seguidas de letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

En el trabajo con las dos razas de gallinas catalanas Francesch *et al.* (2011) evaluaron 25 variables, de las cuales 21 coinciden con las que hemos utilizado en nuestro estudio, y calculando los respectivos coeficientes de variación, solo se han obtenido dos variables con valores de 4,5% (longitud de la barbilla y anchura de la cresta) en la raza Penedesenca aperdizada; todos los restantes coeficientes de variación en ambas razas presentaron valores inferiores a 4%. Dichos resultados muestran que las aves estudiadas tienen la uniformidad de una raza, y está de acuerdo con lo esperado ya que la Penedesenca aperdizada y la Empordanesa rubia son dos razas legalmente reconocidas (Francesch, 2006). La aplicación de este mismo método zoométrico ha permitido comparar y establecer diferencias generales entre tres razas de gallinas baleares: la Ibicenca, la Menorca y la Mallorquina (Tur, 2012). Así, la ficha utilizada en el presente estudio es útil para la caracterización de las gallinas y produce información fiable para este efecto por lo que su uso es recomendable en los estudios etnológicos de gallinas

5.4. CONCLUSIONES

La población de gallinas indígenas de Mozambique abarcadas por el presente estudio:

- Morfológicamente se ha presentado como un grupo muy heterogéneo, tanto para la coloración del plumaje como para las características de las distintas partes del cuerpo.
- Los coeficientes de variación se han mostrado muy elevados, lo que es una indicación de la gran heterogeneidad de la población.
- Después de haber evaluado las clases o variantes de algunos caracteres morfológicos cualitativos (forma del plumaje, tipo de cresta, color de las orejillas y color del tarso) y haber analizado un conjunto de medidas zoométricas, no se han encontrado diferencias importantes entre clases en ninguno de los caracteres que indiquen la posible existencia de grupos raciales distintos. Estas aves se han mostrado como una población muy mezclada debido, quizá, a la existencia de orígenes distintos. Las diferencias en prácticamente todas las variables evaluadas solo han sido observadas entre los sexos.

CAPÍTULO VI:

Determinación de la Eficiencia Productiva y Reproductiva y de las Calidades de la Carne y de los Huevos de las Gallinas Indígenas de Mozambique

6.1. INTRODUCCIÓN

Las gallinas domésticas desde siempre han estado asociadas con las explotaciones rurales, donde son conocidas como indígenas. Así, constituyen hasta el 80% del total de aves de corral en las zonas rurales de los países en desarrollo (Guèye, 2000; Radwan *et al.*, 2010) y juegan un importante papel sociocultural y económico en las comunidades pobres, ya que contribuyen en gran medida a la seguridad alimentaria y a la mitigación de la pobreza (Hoffmann, 2005).

Estas gallinas tienen el mérito de conseguir la conversión de los alimentos de baja calidad que van encontrando en todo el entorno rural en productos altamente nutritivos y muy apreciados, como son la carne y los huevos (Mtileni *et al.*, 2011). Varios autores (Dhama *et al.*, 2014; Weigend, 2002), indican que a nivel mundial las aves constituyen una componente importante para la alimentación y, en general, son el mayor contribuyente al consumo de proteína animal por el hombre.

Sin embargo, aunque los productos avícolas son los que más se producen en el mundo, todavía sus costes no permiten el acceso y consumo generalizado en muchas zonas del planeta. El pollo indígena es una alternativa pero, debido a que su explotación es mayoritariamente de tipo tradicional, no permite una producción sostenible que anime a los productores a invertir en el sistema. Demeke (2003) indica que las principales razones para una productividad tan baja (baja tasa de crecimiento y de maduración tardía) son los bajos niveles de gestión, atención de la salud y alimentación de las gallinas indígenas y que la mejora en la gestión y el estado nutricional de los pollos locales podría resultar en un aumento de la producción por ave. Los pollos indígenas están adaptados a las condiciones pobres de crianza y podrían constituir la base para el mejoramiento genético y la producción de una diversidad de razas adaptadas a las condiciones locales (Keshavarz, 1994), teniendo en cuenta que los criadores no pueden invertir demasiado en una mejora del sistema de producción.

Una manera de conseguir incrementar la producción es mediante el cruce de las aves autóctonas con linajes más seleccionados que incorporen genes más productivos al sistema.

Además, este hecho podría incrementar la calidad de los productos obtenidos. En cuanto a la carne de pollo, Castelló *et al.* (2002) indica que el valor nutritivo y la digestibilidad son muy elevados, y superiores a otras carnes. La proteína se sitúa en torno al 20% y posee todos los aminoácidos esenciales para la nutrición humana. Con respecto a los huevos, Rêgo *et al.* (2012) indican que también es un alimento importante y con muchos beneficios para la salud, pues es rico en nutrientes de alta digestibilidad, y uno de los alimentos más completos para el consumo humano —con una composición rica en vitaminas, minerales, ácidos grasos y proteínas que reúnen varios aminoácidos esenciales y de gran valor biológico. Así, los productos avícolas son de alta calidad e indispensables en una dieta saludable.

Sin embargo, todavía existe poca información sobre la calidad de los productos de las gallinas indígenas (Hoffmann, 2005). Esta ausencia de conocimiento sobre las potencialidades de estas aves y sus posibles mejoras es una realidad en Mozambique.

En general, las gallinas indígenas tienen bajos índices productivos. Para poder mejorar de forma rápida la capacidad productiva de los animales se puede realizar cruzamientos con razas mejoradas para obtener una descendencia que exprese un vigor híbrido (Damerow, 2011). No obstante, esta práctica implica el mantenimiento de grupos de aves puras que representan un gasto inasumible para los pequeños productores rurales. Sin embargo, el aporte de genes mejorados en las aves de la zona podría ser beneficioso para la futura producción del averío de las zonas rurales. Un híbrido comercial mundialmente utilizado para la producción de carne es la línea Cobb. Es con esta base que en el presente estudio se hizo un intento de mejora cruzando las gallinas mozambiqueñas con los reproductores comerciales Cobb, para la producción de descendientes híbridos (F_1), buscando en ellos una mejora respecto a las gallinas tradicionales.

Así, el objetivo del presente estudio es responder a algunas de estas cuestiones a través de la evaluación de: (1) la capacidad productiva y reproductiva real de las aves en distintos sistemas de producción, (2) la posibilidad de una mejora genética en las aves productoras, mediante la introducción de genes exóticos de una línea híbrida mejorada (Cobb), tanto por

vía paterna como materna y (3) la calidad de la carne y los huevos de las gallinas indígenas de Mozambique y sus cruces.

6.2. MATERIALES Y MÉTODOS

6.2.1. Lugar de estudio

El estudio se llevó a cabo en la granja de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Eduardo Mondlane, que se encuentra en Maputo, Mozambique.

El sector familiar estaba en el distrito rural de Changalane, en las afueras de la provincia de Maputo, donde fueron seleccionadas 7 familias voluntarias con experiencia y tradición en la cría de gallinas.

6.2.2. Material biológico y principales mediciones tomadas

6.2.2.1. Caracterización productiva y reproductiva

Las aves se criaron desde el nacimiento hasta las 72 semanas de edad. El proceso de crianza se dividió en 3 fases, conforme se observa en el esquema de la Figura 6.1.

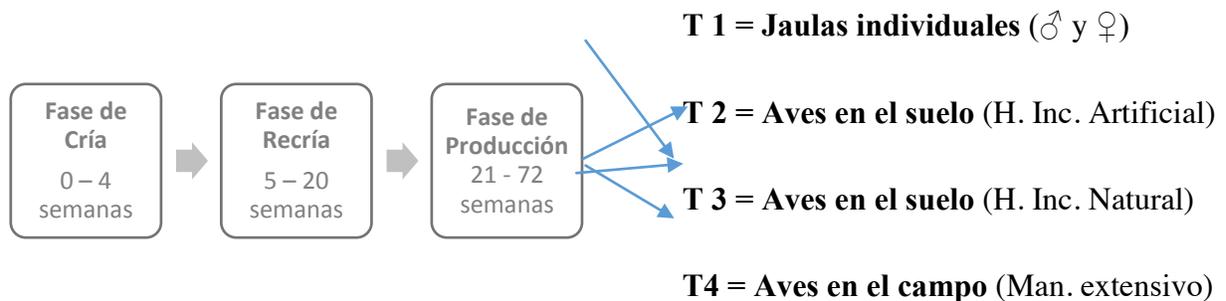


Figura 6.1: Esquema ilustrativo de las distintas fases tratamientos (T) de las aves desde el nacimiento hasta las 72 semanas de edad. (H = huevos, inc = incubación y Man = manejo).

Para el estudio se utilizaron 607 pollitos de 1 día de edad, producidos mediante inseminación e incubación artificiales de huevos de 3 linajes genéticos: dos líneas indígenas (de plumaje rizado y plumaje liso) y una línea comercial (Cobb). Se conformaron 4 grupos de animales en función del linaje de sus progenitores, que se muestran en la Tabla 6.1 conjuntamente con el número de individuos de cada grupo.

Tabla 6.1: Distribución de los pollitos

<ul style="list-style-type: none"> • <u>Linajes indígenas (puros)</u> - 142 pollitos indígenas de plumaje rizado (IR) - 153 pollitos indígenas de plumaje liso (IL) 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Progenitores</u> - ♂ indígena rizado X ♀ indígena rizada - ♂ indígena liso X ♀ indígena lisa
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Linajes cruzados:</u> - 158 pollitos F₁ de línea materna indígena (F_{1m}) - 154 pollitos F₁ de línea paterna indígena (F_{1p}) 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Progenitores</u> - ♂ Cobb X ♀ indígena plumaje liso - ♂ indígena plumaje liso X ♀ Cobb

6.2.2.1.1. Manejo de los pollitos durante los periodos de cría y recría

Los pollitos se alojaron en parques en el suelo por separado según el respectivo linaje genético, y se criaron sin discriminación de sexo desde el primer día de vida hasta las 20 semanas de edad.

Todas las aves tenían a su disposición agua potable *ad libitum* y se alimentaron con piensos comerciales, de tipo farináceo, producidos por la fábrica CIM Feed (Companhia Industrial da Matola). El consumo fue *ad libitum* para las líneas indígenas (Liso y Rizado). Se controló la cantidad de pienso diario administrado y cada semana se recogió el sobrante para calcular la cantidad de alimento consumido durante la semana por el grupo.

Para las aves cruzadas (F₁) el pienso se administró diariamente de forma restringida de acuerdo con el manual de alimentación de Cobb 500 FF, utilizado por los criadores en la

União Geral de Companhias (UGC), donde fueron adquiridos los reproductores Cobb y siempre que había remanente se recogió para el cálculo del consumo semanal.

Durante el período de cría (1-28 días) se utilizó el pienso A₃ (18% de proteína, 5% de fibra, 5% de grasa, 0,9% de calcio y 0,6% de fósforo) y durante el período de recría (29 días - 20 semanas) el pienso A₄ (14% de proteína, 7% de fibra, 4% de grasa, 0,6% de calcio y 0,6% de fosforo).

El control de crecimiento se realizó a través de pesajes individuales y semanales durante los dos periodos de cría y recría de los pollitos. El peso se determinó con una balanza de precisión expresada en gramos.

Con respecto al control sanitario, las aves se vacunaron según el plan de vacunación para aves reproductoras vigente en Mozambique (Newcastle, Gumboro, Bronquitis infecciosa, Viruela aviar, Coriza, Micoplasmosis, Encefalitis y EDS). La desparasitación se realizó entre las 6-7semanas y las 18-19 semanas de vida con amprolium (coccidiostático). También se utilizó piperazina (antihelmíntico), que se administró a las 12 semanas y después se repitió cada 45 días durante todo el periodo.

6.2.2.1.2. Manejo de las aves durante los periodos de producción y reproducción (21 a 72 semanas de edad)

Tras las 20 semanas de edad, las aves, siempre separadas por linajes, se dividieron aleatoriamente en 4 grupos de estudio:

- **Tratamiento 1 (T1) = Jaulas Individuales**

- 25 hembras y 25 machos de cada linaje se alojaron individualmente en jaulas dispuestas en batería (Figura 2). Los huevos no estaban fecundados y se recogieron diariamente, se contaron y se pesaron durante todo el período. Tras su análisis fueron destinados a la venta. En las aves se realizó un control de crecimiento mensual a través de pesajes.

- **Tratamiento 2 (T2) = Incubación Artificial**

- Una familia de 6 hembras y 2 machos de cada linaje se alojaron en un parque en el suelo. Se recogieron los huevos, se pesaron y se incubaron artificialmente. El miraje se realizó mediante un ovoscopio con lámpara de 125Watts durante varias fases de la incubación:

- a) Al 7º día, para eliminar los huevos con muerte embrionaria precoz y los infértiles;
- b) Al 14º día, para seleccionar los huevos con muerte embrionaria tardía;
- c) Al 18º día, para seleccionar los huevos con muerte embrionaria tardía. El resto se colocó en las nacedoras con separadores para garantizar que los pollitos estuvieran separados por grupos después del nacimiento.

Los huevos que no eclosionaron se contaron y se registraron, y los pollitos nacidos se vendieron tras la salida de la incubadora.

- **Tratamiento 3 (T3) = Incubación Natural**

- Una familia de 6 hembras y 2 machos de cada linaje se alojaron en un parque en el suelo. Los huevos no se recogieron y las gallinas los incubaron naturalmente. Terminada la incubación, los que no eclosionaron se evaluaron para determinar las causas y se agruparon en 3 categorías:

- a) Huevos quebrados;
- b) Huevos infértiles y
- c) Huevos con muerte embrionaria

Los pollitos permanecieron con las madres durante 30 días y después fueron vendidos.

- **Tratamiento 4 (T4) = Campo**

- 3 hembras y 1 macho de cada uno de los 4 linajes se entregaron a 7 familias con tradición en la crianza de gallinas en la zona rural de Changelane. Cada una recibió 16 aves (12 hembras y 4 machos) y en total se entregaron 112 aves al sector familiar. Los huevos no fueron recogidos y las aves los incubaron naturalmente. Los pollitos permanecieron con las madres por tiempo indeterminado.

En los T3 y T4, principalmente para las aves de la F₁, se controló el número de huevos existentes en el nido para garantizar que no ultrapasara el máximo de 20, ya que incubaciones naturales con más de 20 huevos resultan bastantes ineficaces debido a que la gallina no los puede calentar de igual manera por el espacio que ocupan. Los huevos se descartaron cuando tenían algún defecto incompatible con la incubación y se buscó siempre mantener los más recientes.

Las aves permanecieron en los alojamientos durante todo el periodo de las 21 a las 72 semanas de edad.



Figura 6.2: Alojamiento de las aves en jaulas individuales dispuestas en batería (Tratamiento1); gallinas a la izquierda y gallos a la derecha

Los suministros de agua y pienso se realizaron obedeciendo a los mismos principios ya descritos en el período anterior de crianza. La diferencia residió en el tipo de pienso que consumió cada grupo:

- Las Aves del T1 se alimentaron con el pienso A₅ (14% de proteína, 8% de fibra, 5% de grasa, 3,8% de calcio y 0,6% de fosforo).
- Las de los T2 y T3 se alimentaron con el pienso A₆ (14,5% de proteína, 6% de fibra, 5% de grasa, 3% de calcio y 0,6% de fosforo)
- Las aves del T4 (Campo) consumieron el pienso A₆ al inicio, dando a cada familia 25kg de pienso en el momento de la recepción de las aves para garantizar que las mismas se fueran adaptando gradualmente al cambio de manejo y, así, minimizar las pérdidas debido al cambio. Las familias recibieron instrucciones sobre la cantidad diaria de pienso que debían administrar y se las animó a introducir alimentos alternativos locales de forma gradual para sustituir el pienso comercial cuando este se terminara.

Como ya se ha indicado, las aves ya habían cumplido con el plan de vacunación para reproductoras vigente en Mozambique. Todas las aves de los 4 tratamientos fueron revacunadas contra la enfermedad de Newcastle un año después de la última vacuna. Además, las aves de los tratamientos T1, T2 y T3 también fueron revacunadas contra la Bronquitis infecciosa a los 9-10 meses de edad y desparasitadas con piperazina cada 45 días hasta el fin del estudio.

6.2.2.1.3. Parámetros a medir en cada tratamiento

Los índices evaluados fueron los siguientes:

- a) Ganancia de peso en un determinado periodo = peso final – peso inicial

b) Consumo de pienso por ave durante un periodo determinado =

$$\frac{\text{Pienso administrado} - \text{Pienso sobrante}}{\text{Nº de aves}}$$

La cantidad de pienso consumido/ave/periodo fue calculado para todos los grupos excepto el T4.

c) Conversión Alimenticia = $\frac{\text{Consumo de pienso}}{\text{Ganancia de peso}}$

d) Conversión alimenticia por docena de huevos producidos

$$= \frac{\text{Consumo de pienso}}{\text{Docena de huevos producidos}}$$

e) Conversión alimenticia por media de peso de los huevos producidos

$$= \frac{\text{Consumo de pienso}}{\text{peso medio de los huevos producidos}}$$

f) Cantidad de huevos producidos por ave instalada (%)

$$\text{Nº huevos/gallina} = \frac{\text{Nº de huevos producidos}}{\text{Nº de aves instaladas}}$$

g) N° medio de aves presentes

$$= \frac{\text{Nº de aves instaladas} + \text{Nº de aves vivas al final del periodo}}{2}$$

h) N° de huevos por ave presente durante la producción

$$= \frac{\text{N de huevos producidos}}{\text{N medio de aves presentes}}$$

i) Tasa de puesta (%) = $\frac{\text{Nº de huevos producidos por periodo}}{\text{Nº medio de aves presentes} * \text{Nº de días}} * 100$

j) Tasa de fertilidad (%) = $\frac{\text{Nº de huevos fértiles}}{\text{Nº de huevos producidos o incubados}} * 100$

k) Tasa de eclosión (%) = $\frac{\text{Nº de pollitos nacidos vivos}}{\text{Nº huevos fértiles}} * 100$

l) Tasa de fertilidad y tasa de eclosión (%) (T4) = $\frac{\text{Nº de pollitos nacidos vivos}}{\text{Nº huevos incubados}} * 100$

En el tratamiento 4, tanto la tasa de fertilidad como la de eclosión han sido calculadas sobre la base de los pollitos nacidos vivos con relación al total de huevos incubados, ya que en el sector familiar no se evaluaron las causas de no eclosión y, en consecuencia, no se pudo determinar el total de huevos fértiles entre los incubados.

6.2.2.2. Evaluación de las características de la canal y calidad física de la carne

6.2.2.2.1. Sacrificio de las aves y recogida de muestras

Las aves se dejaron en ayuno 12 horas y se pesaron inmediatamente antes del sacrificio (peso en ayuno).

El sacrificio y post-sacrificio se realizó siguiendo los procedimientos descritos por Fanatico (2003) y por Sams (2001). Brevemente, después del sacrificio y el sangrado, se procedió al escaldado en agua a 75°C durante algunos segundos, el desplumado, la evisceración y la extracción de cuello, patas y grasa abdominal. Las carcasas pasaron por dos baños consecutivos con agua a temperatura de 40°C, para el pre-enfriamiento y enfriamiento, tiempo durante el cual se pesaron las vísceras (hígado, molleja y corazón) y la grasa abdominal.

Para la obtención de la carcasa y las distintas muestras a analizar se siguió el protocolo descrito por Dos Santos *et al.* (2005). Así, tras el enfriamiento, las carcasas se colgaron durante 5 minutos para drenar el exceso de agua y después se pesaron (peso de la carcasa fría). Se procedió al corte y pesaje de las dos piernas (muslo y contramuslo) y de la pechuga entera sin la quilla. Se retiró la piel y la grasa de la pechuga para la obtención de la pechugas limpias, que fueron debidamente empaquetadas en plástico transparente, identificadas y conservadas en refrigeración (4-6°C) hasta el día siguiente, cuando se procedió a la determinación de los parámetros físicos de la carne.

Todos los pesos se determinaron a través de una balanza electrónica de precisión expresada en gramos.

6.2.2.2.2. Determinación de los rendimientos de carcasa, pecho, pierna, vísceras (hígado, molleja y corazón) y de la grasa abdominal

Los rendimientos se determinaron mediante la aplicación de las siguientes fórmulas de cálculo (Dos Santos *et al.*, 2005):

- a) Rendimiento de carcasa (%) = $\frac{\text{Peso de carcasa fría}}{\text{Peso en ayuno}} \times 100$
- b) Rendimiento de la pechuga (%) = $\frac{\text{Peso de pechuga}}{\text{Peso de carcasa fría}} \times 100$
- c) Rend. de pierna (%) = $\frac{(\text{Peso de la pierna izquierda} + \text{Peso de la pierna derecha})/2}{\text{Peso de carcasa fría}} \times 100$
- d) Rendimiento del corazón (%) = $\frac{\text{Peso del corazón}}{\text{Peso en ayuno}} \times 100$
- e) Rendimiento del hígado (%) = $\frac{\text{Peso del hígado}}{\text{Peso en ayuno}} \times 100$
- f) Rendimiento de la molleja (%) = $\frac{\text{Peso de la molleja}}{\text{Peso en ayuno}} \times 100$
- g) Rendimiento de la grasa abdominal (%) = $\frac{\text{Peso de la grasa abdominal}}{\text{Peso en ayuno}} \times 100$

6.2.2.2.3. Determinación de los parámetros físicos de calidad de la carne

La determinación de los parámetros físicos de calidad de la carne se realizó 24 horas después del sacrificio de las aves a partir de muestras de la pechuga y han sido:

- a) Color de la carne: La determinación del color de la carne se basó en los valores de $L^*a^*b^*$ (L^* índice de claridad, a^* índice de rojo y b^* índice de amarillo) determinados a través de un colorímetro digital (Minolta CR-10), previamente calibrado. Se maceraron 15 g de filete de pechuga en mortero que fueron transferidos y bien compactados en una placa de Petri de 30 ml. La placa se colocó sobre una hoja de papel blanco y con el colorímetro se procedió a la lectura de los valores $L^*a^*b^*$ en tres puntos distintos. Para la obtención de cada valor final se calculó la media de las 3 lecturas.
- b) PH de la carne: Para la determinación de pH se maceraron 10 g de filete de pechuga en mortero que después se transfirió a un vaso Erlenmeyer de 100 ml. Se adicionó 100 ml de agua destilada y se realizó la homogeneización de la mezcla a través de un

homogeneizador magnético durante cinco minutos. Seguidamente se procedió a la lectura del valor de pH con un potenciómetro (Mettler Toledo siete Mult), previamente calibrado con soluciones de pH 4 y 7, respectivamente.

- c) Actividad del agua (a^w) en la carne: Para la determinación del valor a^w se machacaron 10 g de carne de pechuga en el mortero. El macerado se colocó y se compactó en un envase de plástico (*aqualab*), que se introdujo en la cámara del aparato medidor de a^w (Aqualab serie 3B le v 3.3), previamente calibrado con soluciones de 0,5M de KCl y 0,6M de NaCl, con a^w de 0,760 y 0,984, respectivamente. El procedimiento se repitió tres veces para cada muestra y el valor final de a^w se consideró como el promedio de las tres mediciones de cada muestra.

6.2.2.3. Evaluación de las calidades externa e interna de los huevos

6.2.2.3.1. Calidad externa de los huevos – Medidas tomadas

A continuación se especifica cuáles han sido los procedimientos para la realización de cada medida tomada, el material usado y la precisión con que se ha llevado a cabo.

- a) Peso del huevo: Para la determinación del peso se utilizó una balanza analítica de precisión expresada en miligramos (Figura 6.3).
- b) Color de la cáscara: Para determinar el color de la cáscara se utilizó el método visual directo, clasificándolos en blanco, crema y marrón.
- c) Longitud del huevo: Para la determinación de la longitud se midió el eje longitudinal del huevo con el pie de rey (Figura 6.4).
- d) Diámetro del huevo: Para la determinación del diámetro se midió el eje transversal del huevo con el pie de rey.
- e) Índice del huevo: El índice se determinó usando la fórmula

$$\text{ndice del huevo} = \frac{\text{Di metro del huevo}}{\text{Longitud del huevo}} * 100$$

- f) Peso de la cáscara: Para la determinación del peso de la cáscara, tras retirar el contenido interno y las membranas testáceas, esta se secó con ayuda de papel absorbente y enseguida se puso a secar a temperatura ambiente durante una hora, tras lo cual se pesó en la balanza analítica.
- g) Resistencia o fuerza de la cáscara: Para medir la fuerza de rotura se colocó el huevo intacto en la cámara del aparato de determinación de la resistencia (Figura 6.5) que presiona el huevo hasta quebrarlo y registra en el manómetro el valor en el que se produce, lo que corresponde a la fuerza de resistencia ejercida por la cáscara de huevo.
- h) Grosor de la cáscara: Para la determinación del espesor de la cáscara se utilizó el aparato Nonius (Figura 6.6). Inicialmente se lavaron las cáscaras con agua corriente y se eliminaron manualmente las membranas testáceas. Se pusieron a secar durante 24 horas a temperatura ambiente y, posteriormente, se cortó un pequeño pedazo, de aproximadamente 1cm x 1cm, que se colocó en el Nonius y se registró el respectivo valor.

6.2.2.3.2. Calidad interna de los huevos

Para la determinación de las calidades internas se rompieron los huevos a lo largo de su eje transversal utilizando una sierra de mano (Figura 6.7), y la yema y la clara se separaron y se colocaron en dos placas de Petri de peso conocido.

- a) Peso de la yema de huevo: Se determinó con una balanza analítica, sustrayendo el peso de la placa de Petri del valor obtenido.
- b) Peso de la clara de huevo: Se determinó con una balanza analítica, por la diferencia del valor obtenido con el peso de la placa de Petri.

- c) Color de la yema de huevo: Para determinar el color se utilizó el rango (abanico) colorimétrico de la casa DSM (Figura 6.8) que presenta una variación desde el amarillo claro al naranja intenso, representados por un conjunto de números que van de 1 a 15, respectivamente. El color de la yema se determinó por la aproximación a uno de los colores de la matriz representada por un número.
- d) Altura de la yema de huevo: Para determinar la altura, la yema se colocó sobre una superficie plana (plato plástico) y se midió su parte más alta mediante el pie de rey suspenso (Figura 6.9).
- e) Altura de la clara de huevo: La clara se colocó sobre una superficie plana (plato plástico) y mediante el pie de rey suspenso (Figura 6.9) se midió la altura de la clara densa.
- f) Unidades Haugh (UH): Para determinar las unidades Haugh se utilizó la siguiente fórmula matemática (Alleoni and Antunes, 2001), que correlaciona el peso del huevo con la altura de la clara densa:

$$UH = 100 \log \left[H - \frac{\sqrt{G(30W^{0,37} - 100)}}{100} + 1,9 \right]$$

Donde: H = altura de la clara densa en milímetros;

G = constante gravitacional de valor 32;

W = peso del huevo en gramos

Algunos de los aparatos utilizados en el presente estudio



Figura 6.3: Balanza analítica



Figura 6.4: Pie de rey



Figura 6.5: Medidor de resistencia



Figura 6.6: Nonio



Figura.6.7: Sierra de mano



Figura. 6.9: Pie de rey suspenso

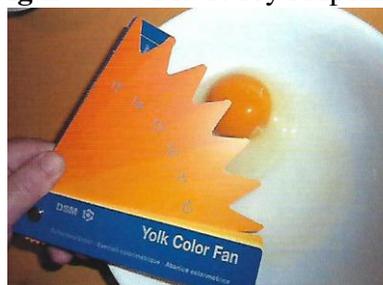


Figura 6.8: Rango colorímetro para la yema

6.2.3. Análisis estadístico de los resultados

Todos los datos obtenidos en el presente estudio fueron procesados a través del paquete estadístico SPSS versión 20.0 (Statistical Package for the Social Science).

Para los parámetros evaluados mediante porcentajes se realizó el análisis de frecuencias. y Se calcularon los respectivos porcentajes y un test de significación usando la prueba Z de comparación de proporciones. Para el resto de parámetros se procedió a través de un análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM (modelo lineal general). El nivel de significación aceptado fue de $p < 0,05$.

Para todos los casos los análisis se enfocaron para detectar diferencias entre los grupos o linajes genéticos, con 4 niveles (IR, IL, F_{1m} y F_{1p}). Se procedió a un análisis monofactorial para todas las variables, de acuerdo con el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Respuesta esperada de la i-ésima variable

μ = Media de la población

α_j = Efecto del j-ésimo linaje genético sobre la i-ésima variable

ε_{ijk} = Error experimental o de azar

A continuación se muestran los detalles de los principales parámetros evaluados para cada fase o período de crianza y para cada uno de los 4 tratamientos en los 4 linajes de nuestro estudio: indígenas con plumaje rizado (IR), indígenas con plumaje liso (IL), cruzada de línea materna indígena (F_{1m}) y cruzada de línea paterna indígena (F_{1p}).

6.2.3.1. Caracterización del crecimiento en los periodos de cría, recría de los pollitos y en la fase de producción de gallos y gallinas de los 4 linajes

Durante los tres períodos indicados, se analizaron 5 variables indicadoras de crecimiento de las aves (peso inicial, peso final, ganancia de peso, conversión alimentaria y mortalidad) en

todos los animales hasta las 20 semanas de edad, y, entre las 21 y las 72 semanas de edad, para un total de 200 animales, 25 gallinas y 25 gallos de cada linaje del tratamiento 1 (aves alojadas en jaulas individuales).

6.2.3.2. Evaluación de las características de la canal y calidad física de la carne

En el estudio se han analizado los pesos, rendimientos y parámetros físicos relacionados con la calidad de la carne descritos en el apartado 5.2.2.2., de 40 aves de aproximadamente 24 meses de edad del tratamiento T1. Concretamente se analizaron 10 animales, 5 gallos y 5 gallinas, de cada uno de los 4 linajes.

6.2.3.3. Parámetros relacionados con la producción anual de huevos para consumo

Durante el período de 21 a 72 semanas de edad se evaluaron las siguientes 6 variables productivas: edad del ave al primer huevo, producción total de huevos por gallina, peso de los huevos, tasa de puesta, conversión alimentaria y mortalidad, en las 100 gallinas, 25 de cada linaje, del tratamiento 1.

6.2.3.4. Evaluación de las calidades externa e interna de los huevos

Para el estudio se analizaron los parámetros descritos en el apartado 6.2.2.3., en un total de 200 huevos frescos. Concretamente, 50 huevos producidos por gallinas de cada uno de los 4 linajes. Todas las aves eran adultas con 12 meses de edad y alojadas individualmente en baterías (T1), ubicadas en el mismo parque y sometidas a igual manejo.

6.2.3.5. Caracterización productiva y reproductiva según el sistema de manejo

Para evaluar el efecto del sistema de producción sobre los 4 linajes se analizaron una serie de índices relacionados con la producción y la reproducción en los tratamientos T2, T3 y T4. Cabe indicar que, como las gallinas de los tratamientos 3 y 4 incubaban sus huevos, su producción no era continua sino que presentaban diversos ciclos de puesta.

Los índices productivos valorados en los 3 tratamientos fueron:

- Edad al inicio de puesta y, además, en las T3 y T4 las edades al inicio de los siguientes ciclos de puesta.
- N° huevos/gallina/año
- Huevos descartados
- Mortalidad

Adicionalmente, en los animales de los tratamientos 2 y 3 se valoró el consumo de pienso/gallina/año y la conversión alimentaria. En el grupo T4 los índices no se pudieron calcular debido a que las gallinas se encontraban en extensivo.

Respecto a los índices reproductivos, en los 3 tratamientos de manejo se evaluaron:

- N° de huevos incubados
- N° de huevos eclosionados-no eclosionados
- Tasa de fertilidad
- Tasa de eclosión
- Pollitos nacidos vivos/año

Además, en el T2, como se realizó la incubación artificial de los huevos, también se evaluó la mortalidad embrionaria precoz y tardía. En el caso de los huevos no eclosionados del T3, tras el nacimiento de la nidada se valoraron estos huevos y se clasificaron en 3 niveles (quebrados, infértiles y muerte embrionaria). Finalmente, en el T4, como las gallinas no estaban bajo nuestra supervisión sino que se encontraban con familias rurales, todas las pérdidas se consideraron huevos no eclosionados.

6.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.3.1. Caracterización productiva

6.3.1.1. Resultados de la fase de cría de los pollitos (0-4 semanas de edad)

Los resultados obtenidos en el presente estudio de los parámetros relacionados con el crecimiento en el periodo de cría de los pollitos, durante las primeras 4 semanas de edad, se resumen en la Tabla 6.2.

Los resultados revelan que las aves de las líneas cruzadas (F_1), tanto las de línea materna indígena como las de línea paterna indígena, exhibieron un peso al nacimiento y al final de la cría y una ganancia de peso significativamente ($p < 0,05$) mayores que los pollitos indígenas. Además, su conversión alimentaria fue significativamente menor. Todos los resultados indican que las líneas cruzadas presentan un mayor potencial para la producción de carne, ya que son aves más pesadas y aprovechan el pienso para crecer de manera más eficiente. La superioridad de las líneas cruzadas está asociada a los genes de los reproductores Cobb, que son aves pesadas o híbridos comerciales altamente seleccionados para la producción de carne.

En la Tabla 6.2 se observa que los pollitos de los grupos indígenas puros presentan pesos similares al nacimiento, alrededor de 27 gr. Estos valores están en concordancia con los reportados por autores de varios países: Binda *et al.* (2012) en Sudan, Mogesse (2007) en Etiopía y Munisi *et al.* (2015) en Tanzania. Estos autores han reportado pesos al nacimiento en pollitos que varían de 24 a 29 gr, lo que indica que los pollitos indígenas, en general, nacen muy pequeños y con bajo peso. Durante el periodo de cría los dos grupos de pollitos indígenas se comportaron de manera idéntica en lo que se refiere a la ganancia de peso y, por tanto, sus pesos al final de este periodo fueron muy similares. No obstante, los pollitos IL presentaron una mejor ($p < 0,05$) conversión alimentaria, con un consumo durante esta etapa de alrededor de 43 gr menos de pienso que el grupo IR.

Mogesse (2007), en 7 ecotipos de pollitos indígenas de Etiopía de 4 semanas de edad y criados bajo manejo intensivo, observó pesos que variaban de 119 a 146 gr y ganancias de

peso que variaban de 93 a 118 gr, valores que están de acuerdo con lo que hemos observado y coinciden con los que Momoh *et al.* (2010) reportaron en Nigeria. Los valores de conversión alimentaria han sido en general más altos, comprendidos entre 6,1 y 8,7 gr de pienso/gr de peso vivo, lo que indica que gran parte de los pollitos etíopes consumieron más pienso durante este periodo que los nuestros. Al igual que en el presente estudio, Magothe *et al.* (2010) en Kenia y Adeleke *et al.* (2011) en Nigeria, no observaron diferencias significativas entre las gallinas de plumaje liso y plumaje rizado en cuanto a los pesos y las ganancias diarias durante la cría. No obstante, en estos estudios se obtuvieron valores relativamente más elevados que los nuestros para estos parámetros.

Tabla 6.2: Resultados de la fase de cría, $\mu \pm SD$ (peso, ganancia de peso y conversión alimentaria), consumo de pienso y mortalidad de pollitos de los cuatro linajes genéticos criados bajo manejo intensivo.

Parámetros	Grupos			
	IR	IL	F _{1m}	F _{1p}
Nº de pollitos	142	153	158	154
P. nacimiento	27,27 \pm 3,78 ^c	27,30 \pm 3,54 ^c	30,09 \pm 4,14 ^b	45,35 \pm 4,37 ^a
P. 4 semanas	148,55 \pm 11,31 ^c	148,17 \pm 11,68 ^c	608,50 \pm 64,01 ^a	566,18 \pm 66,31 ^b
Ganancia P./pollito	120,43 \pm 10,48 ^c	120,35 \pm 10,62 ^c	578,22 \pm 64,71 ^a	520,85 \pm 65,88 ^b
Cons.pienso/pollito	850,54	807,9	1.184,25	1.198,29
C.A.	7,11 \pm 0,61 ^a	6,76 \pm 0,59 ^b	2,07 \pm 0,23 ^d	2,34 \pm 0,29 ^c
Mortalidad (%)	26,76 ^a	17,65 ^a	7,59 ^b	5,84 ^b

Valores seguidos de letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($p < 0,05$).
 Unidades de peso (gr), Período de cría 28 días, P.= peso. Cons. = consumo, C.A.= Conversión Alimentaria,
 IR = Indígena Rizado, IL = Indígena Liso, F_{1m} = cruce línea materna indígena, F_{1p} = cruce línea paterna indígena

Finalmente, la mortalidad registrada en los pollitos indígenas (IR y IL) durante este periodo se ha situado por encima del 17%. Aunque esta tasa es elevada, en Etiopía, Mogesse (2007) indicó cifras más elevadas de mortalidad que variaban del 13% al 50%. En nuestro estudio no hubo problemas con enfermedades, y la mortalidad de los pollitos se observó preferentemente en los primeros días de vida, relacionándolo con el momento de su retirada de la incubadora después la eclosión, ya que, quizá, para algunos fuera demasiado temprano y/o tardío para otros, causándoles deshidratación (Abad *et al.*, 2003; Macari *et al.*, 2015). Además, algunos pocos murieron por asfixia, ya que tras la salida de la incubadora se ponen muy juntos e incluso se apilan unos encima de los otros, y provocó en algunos casos la muerte de los más pequeños.

Respecto a los linajes cruzados (Tabla 6.2), los pollitos de línea paterna indígena presentaron al nacimiento un peso significativamente mayor que los pollitos de línea materna indígena. Este hecho podría estar relacionado con el tamaño de las gallinas que originaron estos pollitos, los F_{1p} producidos por las reproductoras Cobb y los F_{1m} por las hembras indígenas. En estudios similares de cruzamiento entre gallinas indígenas de Nigeria con estirpes de broilers, Adeleke *et al.* (2011) indican pesos al nacimiento similares a los exhibidos por los pollitos F_{1m}, mientras que los pollitos F_{1p} mostraron pesos idénticos a los que Almeida *et al.* (2008) reportaron en pollitos nacidos de estirpes de reproductoras Cobb con 44 semanas. A pesar de este mayor peso al nacimiento, durante la fase de cría los pollitos F_{1p} presentaron un menor crecimiento, peso final y eficacia alimentaria (mayor conversión alimentaria) que los pollitos F_{1m}. Así, al término del periodo, los pollitos F_{1m} pesaban de media unos 42 gr más y habían consumido alrededor de unos 14 gr menos que cualquier pollito F_{1p}. Cabe señalar que en este momento, todos los pollitos cruzados pesaban casi 4 veces más y habían consumido, como mínimo, 4 gr menos de pienso por cada gr de peso acumulado que los indígenas. Respecto a la mortalidad, no se observaron diferencias significativas y no superó el 7,6% para ambos grupos, presentando unas tasas significativamente inferiores a los pollitos indígenas.

Los pesos de los pollitos cruzados a las 4 semanas están de acuerdo con lo que Mupeta *et al.* (2000) indicaron en pollitos cruzados en Zimbabwe, Munisi *et al.* (2015) en híbridos

con gallinas de Tanzania, y Adeleke *et al.* (2011) en híbridos con gallinas de Nigeria. Todos ellos reportaron menores pesos que los que hemos observado.

La mayor ganancia de peso y mejor conversión alimentaria de los pollitos F_{1m} respecto a los F_{1p} , podría estar relacionado con una mejor adaptación a las condiciones de crianza durante este periodo —ya que nacen con pesos significativamente inferiores—, o podría ser que los genes de la línea mejorada Cobb tuvieran mayor influencia en el crecimiento de los pollitos cuando son transmitidos por vía paterna (F_{1m}).

6.3.1.2. Resultados de la fase de recría de los pollitos (5-20 semanas de edad)

Los resultados de los parámetros de crecimiento evaluados durante el periodo de recría de los pollitos, concretamente el peso, la ganancia de peso, consumo de pienso, la conversión alimentaria y la mortalidad, se resumen en la Tabla 6.3.

Los pollitos de ambos grupos indígenas empezaron la recría con pesos similares (148 gr) y durante el periodo no presentaron diferencias significativas entre ellos para ninguno de los parámetros analizados. Así, a las 20 semanas de edad pesaban como media alrededor de 1.160 gr. Basándonos en el consumo total del periodo, el consumo individual ha sido de aproximadamente 97 gr/día, lo que se corresponde a una conversión alimentaria de 11 gr de pienso/gr de peso vivo ganado en el periodo. Estos resultados están de acuerdo con los que Hassen *et al.* (2006) reportaron en gallinas indígenas criadas bajo manejo intensivo en Etiopía. En Nigeria, Adeleke *et al.* (2011) indicaron pesos similares a los que hemos obtenido en las gallinas de plumaje liso, mientras que en las de plumaje rizado observaron pesos más bajos, aunque de forma similar a nuestro estudio no observaron diferencias significativas entre los dos linajes. Finalmente, en Kenia, Magothe *et al.* (2010) observaron mayores pesos en ambos linajes de los que hemos observado y reportaron menores pesos para las aves de plumaje rizado.

Tabla 6.3: Resultados de la fase de recría, $\mu \pm SD$ (peso, ganancia de peso y conversión alimentaria), consumo de pienso y mortalidad de pollitos de los cuatro linajes genéticos criados bajo manejo intensivo.

Parámetros	Grupo			
	IR	IL	F _{1m}	F _{1p}
Nº de pollitos	104	126	146	145
P. a las 4 semanas	148,55 ± 11,31 ^c	148,17 ± 11,68 ^c	608,50 ± 64,01 ^a	566,18 ± 66,31 ^b
P. a las 20 semanas	1.157,12±151,78 ^b	1.160,68±154,92 ^b	2.482,23±296,77 ^a	2.434,34±311,36 ^a
Ganancia P./pollito	1.008,93±143,96 ^b	1.010,96±149,39 ^b	1.874,06±235,61 ^a	1.870,88±249,76 ^a
Cons.pienso/pollito	10.832,5	10.895,57	8.289,05	8.279,0
C.A.	10,94 ± 1,59 ^a	11,00 ± 1,54 ^a	4,49 ± 0,56 ^b	4,50 ± 0,59 ^b
Mortalidad (%)	14,42 ^a	16,67 ^a	18,49 ^a	20,69 ^a

Valores seguidos de letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Unidades de peso (gr), Período de cría 112 días, P.= peso. Cons. = consumo, C.A.= Conversión Alimentaria,

IR = Indígena Rizado, IL = Indígena Liso, F_{1m} = cruce línea materna indígena, F_{1p} = cruce línea paterna indígena

Respecto a los linajes cruzados (F₁), aunque los pesos al inicio de la recría fueron significativamente distintos ($p < 0,05$), como ya se ha comentado en el apartado anterior, no presentaron diferencias significativas entre ellos para los parámetros analizados durante el periodo, obteniendo aves con más del doble de peso vivo y consumiendo menos de la mitad de pienso por kilogramo de peso vivo ganado que las indígenas. Los valores obtenidos en nuestras líneas F₁ están de acuerdo con lo que Niranjan *et al.* (2008b) indicaron en descendientes de cruces de broilers con gallinas de la India. No obstante, en Nigeria, Adeleke *et al.* (2011) reportaron menores pesos y conversión alimentaria durante este periodo.

Durante la recría se observó un crecimiento más uniforme entre los dos grupos. Esto puede deberse a la propia fase de crecimiento que demanda mayor cantidad de energía para la formación de los tejidos y principalmente para la madurez sexual. Según Adebambo *et al.* (2006), el crecimiento de los animales implica un aumento del tamaño y cambios en las

capacidades funcionales de los diversos tejidos y órganos desde la concepción hasta la madurez sexual. El crecimiento se acompaña del desarrollo, es decir, una secuencia ordenada de cambios de maduración fisiológica que implica acumulación de proteínas y aumento de la longitud y tamaño, y no solo un aumento del peso corporal (Gu *et al.*, 1992).

Finalmente, la mortalidad de las aves durante el periodo no presentó diferencias significativas entre los 4 linajes, pero se vio incrementada en los grupos F₁ con respecto al periodo anterior. Esto se debió en gran medida a las peleas entre las aves, y de forma más notoria entre los machos. Un estudio similar en Etiopía (Mogesse, 2007) indicó una alta mortalidad que se relacionó con algunas enfermedades, lo que no ha sucedido en el presente estudio.

6.3.1.3. Resultados de la fase de producción (Tratamiento 1)

Los resultados de la fase de producción correspondientes al tratamiento 1 para machos y hembras, se ilustran en las Tablas 6.4 y 6.5, respectivamente. Como puede comprobarse, los valores obtenidos entre gallos y gallinas dentro de cada linaje fueron muy distintos, pero las diferencias observadas entre linajes fueron similares independientemente del sexo de las aves. Cabe destacar que dentro de cada linaje la conversión alimentaria fue peor en las gallinas que en los gallos, muy probablemente debido al hecho de que las gallinas en este periodo ya están en puesta, por lo que tienen más necesidades energéticas que los machos.

Tanto los gallos como las gallinas indígenas entraron en esta fase productiva sin diferencias significativas de peso, momento en que fueron transferidos del suelo a las jaulas individuales, y durante 52 semanas casi todos los parámetros evaluados han sido significativamente distintos ($p < 0,05$) y mayores para el grupo IL. Así, los gallos y las gallinas IL pesaron unos 165 gr y unos 109 gr más y necesitaron ingerir 2 kg y 5 kg menos para incrementar un kg su peso vivo que los gallos y las gallinas IR. La mortalidad ha sido el único parámetro en el que no se ha registrado diferencias significativas durante el periodo, siendo del 8% en los machos de ambos linajes y del 16% en las hembras.

Tabla 6.4: Resultados $\mu \pm SD$ de (peso, ganancia de peso y conversión alimentaria), consumo de pienso y mortalidad de gallos de los cuatro linajes genéticos criados bajo manejo intensivo en jaulas individuales.

Parámetros	Grupo			
	IR	IL	F _{1m}	F _{1p}
Nº de gallos	25	25	25	25
P. a las 20 semanas	1.291,53±76,47 ^b	1.345,48±78,39 ^b	2.772,78±66,66 ^a	2.769,51±95,13 ^a
P. a las 72 semanas	2.776,01±23,03 ^d	2.941,35±119,68 ^c	5.038,19±127,09 ^a	4.842,21±157,77 ^b
Ganancia P./gallo	1.488,29±48,37 ^d	1.596,61±42,42 ^c	2.272,03±57,81 ^a	2.079,86±56,31 ^b
Cons.pienso/ave/año	49.711,77	49.719,50	50.496,37	50.485,30
C.A.	33,44±1,11 ^a	31,16±0,82 ^b	22,24±0,56 ^d	24,29±0,66 ^c
Mortalidad (%)	8,0 ^a	8,0 ^a	16,0 ^a	20,0 ^a

Valores seguidos de letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Unidades de peso (gr), Período de cría 364 días, P.= peso. Cons. = consumo, C.A.= Conversión Alimentaria,

IR = Indígena Rizado, IL = Indígena Liso, F_{1m} = cruce línea materna indígena, F_{1p} = cruce línea paterna indígena

En Kenia, Magothe *et al.* (2010) reportaron a las 20 semanas de edad pesos similares a los que hemos observado y sin diferencias significativas entre los linajes de plumaje rizado y liso. En Nigeria, Adeleke *et al.* (2011) indicaron pesos inferiores a los que hemos observado para gallos de 20 semanas de edad, no observando diferencias significativas entre los linajes liso y rizado, al igual que en nuestro estudio. Son pocos los estudios realizados en aves indígenas durante un periodo largo (72 semanas), y en particular para machos. En tres ecotipos indígenas de Bangladesh, criados bajo manejo intensivo, Faruque

et al. (2010) indicaron pesos más bajos de los que hemos observado, que variaban entre 2,1 kg y 2,6 kg en gallos adultos con 80 semanas de edad. Así, parece ser que la capacidad de respuesta a los parámetros de crecimiento aquí evaluados de las aves indígenas es limitada para justificar su explotación en manejo intensivo y con piensos comerciales que son muy caros.

Tabla 6.5: Resultados $\mu \pm$ SD de (peso, ganancia de peso y conversión alimentaria), consumo de pienso y mortalidad de gallinas de los cuatro linajes genéticos criados bajo manejo intensivo en jaulas individuales.

Parámetros	Grupo			
	IR	IL	F _{1m}	F _{1p}
Nº de gallinas	25	25	25	25
P. a las 20 semanas	1.042,8±92,43 ^b	1.038,68±52,55 ^b	2.220,07±62,41 ^a	2.174,89±8,29 ^a
P. a las 72 semanas	1.958,42±43,01 ^d	2.067,33±80,75 ^c	4.166,63±06,52 ^a	4.054,89±32,43 ^b
Ganancia P./gallina	908,21±53,34 ^d	1.025,10±50,86 ^c	1.941,06±49,01 ^a	1.872,48±49,25 ^b
Cons.pienso/ave/año	44.536,75	45.172,34	56.683,20	56.599,40
C.A.	49,21±3,01 ^a	44,16±2,05 ^b	29,22±0,74 ^d	30,25±0,82 ^c
Mortalidad (%)	16,0 ^a	16,0 ^a	8,0 ^a	8,0 ^a

Valores seguidos de letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Unidades de peso (gr), Período de cría 364 días, P.= peso. Cons. = consumo, C.A.= Conversión Alimentar,

IR = Indígena Rizado, IL = Indígena Liso, F_{1m} = cruce línea materna indígena, F_{1p} = cruce línea paterna indígena

Respecto a los dos linajes cruzados, al igual que en el caso de los indígenas, tanto los gallos (Tabla 6.4) como las gallinas (Tabla 6.5) empezaron la fase productiva con pesos similares.

Durante esta fase, dentro de cada sexo, las aves del grupo F_{1m} presentaron valores significativamente ($p < 0,05$) mayores de ganancia de peso, peso final y mejor conversión alimentaria que las F_{1p} .

Al comparar los resultados proporcionados por las aves F_1 con los de las aves de los linajes indígenas, como era de esperar, las aves cruzadas fueron mejores productoras de carne que las indígenas. Así, tanto gallos como gallinas pesan, como mínimo, 2 kg más y utilizan más eficientemente el pienso, ya que ingirieron más de 6 kg menos, en el caso de los machos, y unos 15 kg menos, en el caso de las hembras, que los linajes indígenas por cada kg de peso vivo que incrementaron en el periodo.

En el Gráfico 6.1 se ilustran las curvas de crecimiento de los 4 linajes separados por sexo, desde el nacimiento hasta las 72 semanas de edad. Desde el nacimiento es clara la superioridad de peso de ambos grupos de aves cruzadas F_1 (gallos y gallinas) en comparación con todas las aves indígenas. Lo cual era de esperar, ya que estos grupos (F_1) aportan genes de líneas comerciales. Las estirpes comerciales han estado sometidas a importantes procesos selectivos para la mejora de diferentes rasgos de valor económico, como lo es el peso (Francesch *et al.*, 1997).

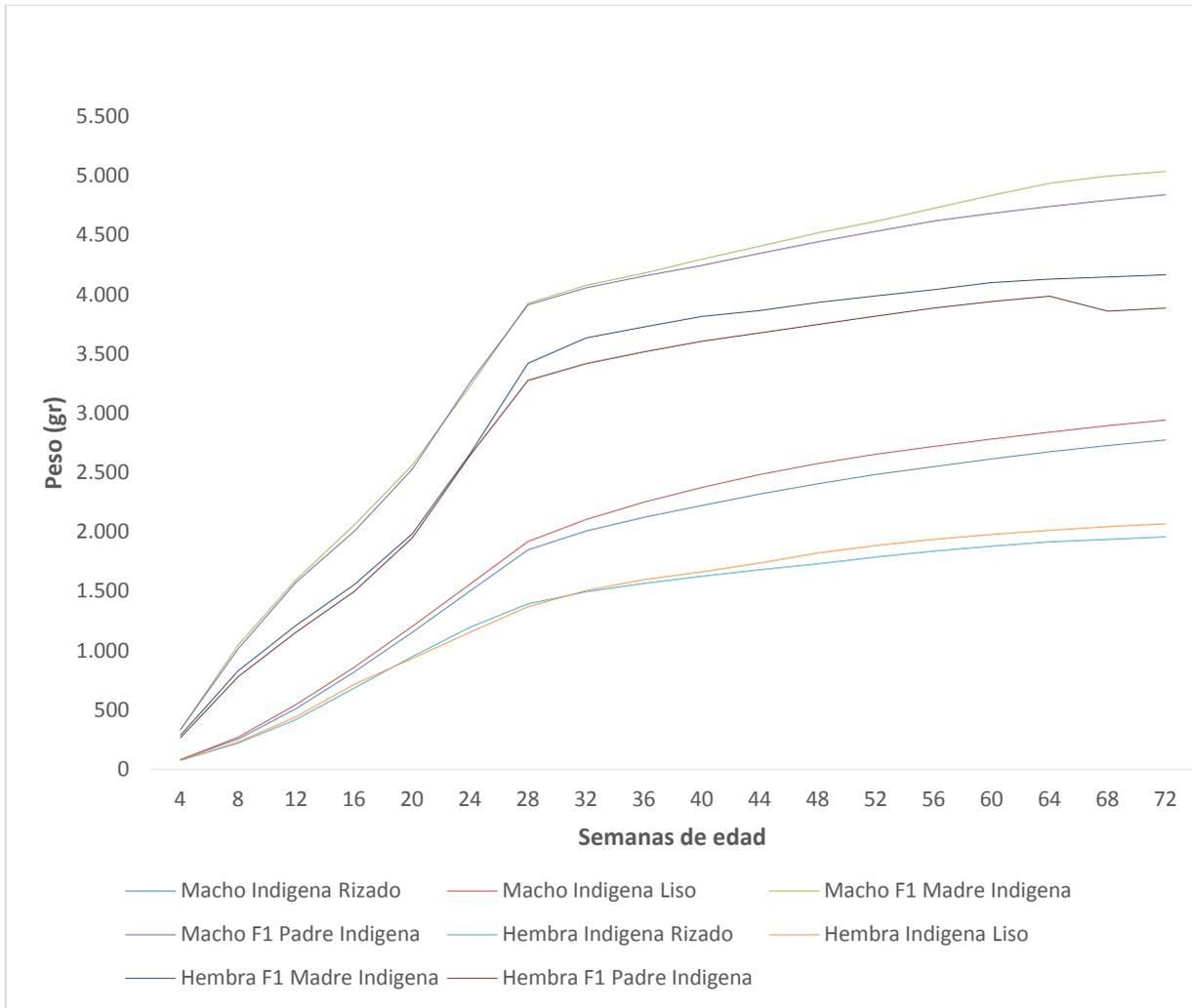


Gráfico 6.1. Curvas de crecimiento (peso vivo) desde al nacimiento hasta las 72 semanas de edad de gallos y gallinas de los cuatro linajes genéticos criados bajo manejo intensivo.

Las gallinas indígenas de ambos linajes mostraran pesos similares y un crecimiento uniforme desde el nacimiento hasta las 30 semanas de edad. Periodo después de cual las aves de plumaje liso empezaron a presentar una relativa diferencia en los principales parámetros, lo que se mantuvo hasta el final del periodo. Estos resultados están en concordancia con los de Magothe *et al.* (2010) que indican, para el mismo periodo, mayores pesos y ganancias de peso de las aves de plumaje liso sobre las de plumaje rizado, en un estudio similar realizado en Kenia. En la gráfica es notorio el dimorfismo sexual; sea

en los linajes puros como en los cruzados, lo que se debe a la mayor capacidad de los machos para desarrollar la masa muscular, resultando en un mayor peso que las hembras, y que coincide con lo que han reportado varios autores (Baeza *et al.*, 2010; Raach-Moujahed *et al.*, 2011; Thutwa *et al.*, 2012). Así, según Emmerson (2003), los machos pueden ser de un 30% a un 40% más pesados que las hembras.

6.3.2. Evaluación de las características de la canal y calidad física de la carne

6.3.2.1. Determinación de las características de canal, rendimientos de carcasa, corte, vísceras y de la grasa abdominal

Los resultados de las características de canal y los respectivos rendimientos se ilustran en la Tabla 6.6.

Los grupos cruzados presentaron unos pesos vivos y de carcasa significativamente superiores ($p < 0,05$) a los indígenas, no observándose diferencias entre los dos grupos indígenas ni entre los dos cruzados. Respecto al rendimiento de carcasa, este fue similar en los 4 grupos estudiados. Pesos de carcasa similares a los que hemos observado en los grupos indígenas han sido reportados por Choo *et al.* (2014) en Corea. Sin embargo otros autores, como Jaturasitha *et al.* (2008a) en Tailandia y Packard (2014) en Sudáfrica, han indicado menores pesos y rendimientos de carcasa que los obtenidos en nuestras indígenas. No obstante, Adebambo *et al.* (2010) obtuvieron mayores rendimientos de carcasa en gallinas indígenas.

La inferioridad de peso presentada, en general, en las aves indígenas, en comparación con las aves de ambos grupos F_1 , encuentra respuesta en varios estudios que confirman que las estirpes indígenas presentan una pequeña estatura resultante de sus bajas tasas de crecimiento debido, en parte, a las condiciones en que son explotadas (Garcês, 2008; Jaturasitha *et al.*, 2008a; Moreki, 2006). Como consecuencia, se observa que las carcasas de las aves indígenas son más ligeras que las de las aves cruzadas con líneas comerciales (Jaturasitha *et al.*, 2008b; Van Marle-Koster and Webb, 2000). No obstante, según Santos *et al.* (2005), que cita a García –Vao (1994), en linajes de crecimiento lento, como son las

indígenas, el porcentaje de carne en la carcasa es mayor que en líneas comerciales, aunque en nuestro caso no observamos diferencias entre los rendimientos de carcasa de las 4 poblaciones.

Tabla 6.6: Resultados en kilogramos ($\mu \pm SD$) de peso vivo y peso de carcasa, rendimientos (%) de carcasa, pechuga, piernas, vísceras (hígado, corazón y molleja) y de la grasa abdominal de los cuatro linajes de gallinas.

Parámetro	Linaje			
	IR	IL	F _{1m}	F _{1p}
N	10	10	10	10
Peso vivo en ayuno	2,32 ± 0,53 ^b	2,50 ± 0,65 ^b	3,82 ± 0,61 ^a	3,78 ± 0,58 ^a
Peso de carcasa fría	1,57 ± 0,38 ^b	1,73 ± 0,55 ^b	2,67 ± 0,62 ^a	2,64 ± 0,54 ^a
Rend. Carcasa	67,41 ± 2,67	68,09 ± 4,75	69,19 ± 5,49	69,51 ± 3,87
Rend. Pechuga	16,91 ± 2,10 ^b	17,24 ± 2,32 ^b	22,48 ± 1,61 ^a	21,28 ± 2,98 ^a
Rend. Pierna	18,60 ± 1,99	18,54 ± 1,94	18,24 ± 2,26	17,72 ± 2,11
Rend. Hígado	1,08 ± 0,25 ^b	1,76 ± 0,96 ^a	1,16 ± 0,41 ^{ab}	0,90 ± 0,20 ^b
Rend. Corazón	0,53 ± 0,11	0,87 ± 1,00	0,57 ± 0,09	0,59 ± 0,13
Rend. Molleja	1,03 ± 0,17	0,99 ± 0,18	0,89 ± 0,11	0,94 ± 0,31
Rend. Grasa Abdominal	3,95 ± 2,72	4,48 ± 2,73	2,47 ± 1,87	3,71 ± 1,44

Medias seguidas de letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($p < 0,05$).
 IR = Indígena Rizado, IL = Indígena Liso, F_{1m} = cruce línea materna indígena, F_{1p} = cruce línea paterna indígena

Respecto a los rendimientos de los cortes, los resultados obtenidos fueron similares entre las estirpes autóctonas y entre las dos cruzadas, y únicamente se observaron diferencias significativas en el rendimiento de la pechuga, siendo en más de un 4% menor en las aves indígenas. Estos resultados de rendimiento de pierna están de acuerdo con lo que Packard (2014) indicó para ambos linajes en Sudáfrica, aunque este mismo autor obtuvo mayores rendimientos de pechuga de los que hemos observado. No obstante, Jaturasitha *et al.* (2008a) indican menores valores de los que hemos observado para ambos parámetros tanto en linajes indígenas como en aves cruzadas. Finalmente, Adebambo *et al.* (2010) indicaron rendimientos de pechuga similares a los que hemos observado en los linajes cruzados.

Los rendimientos de las distintas vísceras y de la grasa abdominal, en general, no presentaron diferencias significativas entre los linajes. Cabe señalar que, en las aves de plumaje liso, el rendimiento del hígado (1,76%) fue superior al obtenido en los demás linajes. Según Havenstein *et al.* (2003), los pollos de crecimiento lento tienen mayor cantidad de proteína muscular y menor grasa intramuscular y subcutánea, lo que se relaciona con su genética y la actividad física. Así, puede que la grasa abdominal sea la forma y el lugar adecuado donde las aves indígenas almacenan sus reservas energéticas. Griffiths *et al.* (1978) indicaron que, además de la componente genética, la edad del ave tiene influencia sobre la capacidad de deposición de la grasa abdominal. En nuestro caso, todas las aves eran adultas de unos 2 años de edad.

Cabe resaltar que en los dos linajes cruzados no se ha observado ninguna influencia del uso de la raza mejorada utilizada como progenitor paterno o materno, ya que no se ha obtenido ninguna diferencia significativa entre los dos grupos F₁.

6.3.2.2. Determinación de los parámetros físicos de la carne (Color, pH y Actividad del agua)

Los resultados de la evaluación de los parámetros analizados para la calidad física de la carne se muestran en la Tabla 6.7.

El pH en la carne de las 2 líneas indígenas fue similar y significativamente inferior al pH del grupo F_{1m}. El valor de pH en las líneas indígenas está de acuerdo con lo que otros autores han reportado en este tipo de aves, como son Packard (2014) en Sudáfrica, Jaturasitha *et al.* (2008b) y Wattanachant *et al.* (2004) en Tailandia. Con respecto al pH en las aves cruzadas, el valor del grupo F_{1p} está de acuerdo con lo que Packard (2014) reportó en híbridos (indígenas x broilers), mientras que el valor del grupo F_{1m} coincide con lo que Santos *et al.* (2005) obtuvieron en estirpes Cobb de carne. Según Gunter and Hautzinger (2007), el intervalo de pH exigido para una carne de alta calidad varía entre 5,6 y 6,0, y Cañeque *et al.* (1989) explican que después de la muerte del animal el glucógeno muscular presente en la carne beneficia la formación de ácido láctico, ocurriendo la disminución del pH desde 7,5 hasta 5,4, como promedio, lo que torna la carne suave y jugosa con sabor ligeramente ácido y olor característico. Por tanto, los híbridos F_{1m} podría ser que tuvieran una menor concentración de glucógeno en su musculatura en el momento del sacrificio.

Para la actividad del agua (a^w), no se observaron diferencias significativas ni entre las aves indígenas ni entre las aves de ambos grupos de cruce, siendo significativamente inferiores los obtenidos en los dos grupos F₁. La información sobre a^w en la carne de pollos es escasa, pero según Fsis (Fsis, 2005) este valor debería estar alrededor de 0,98, siendo similar al obtenido en nuestro estudio para los 4 grupos de aves. El valor de a^w ofrece información sobre el tiempo de conservación de los alimentos, ya que se relaciona con el tipo de microorganismos que se pueden desarrollar en los mismos (Silva, 2004). Así, en un estudio sobre el botulismo de origen alimentario, Cereser *et al.* (2008) mencionan las condiciones que no favorecen el desarrollo del *Clostridium botulinum* e indican que una a^w menor de 0,93 es un factor limitante para su multiplicación.

Para las variables relacionadas con el color de la carne, en los grupos indígenas no hubo diferencias significativas para los valores de a^* y b^* pero sí ($p < 0,05$) para la variable L^* , que fue superior en las aves de plumaje rizado. También entre los grupos de cruce, el color de la carne solo ha presentado diferencias significativas ($p < 0,05$) para el valor de L^* , que ha sido mayor en el grupo F_{1p}. En gallinas indígenas de Sudáfrica, Packard (2014) y Jaturasitha *et al.* (2008b) han publicado valores de L^* mayores que los de nuestros dos

linajes, mientras que Wattanachant *et al.* (2004) en Tailandia, han indicado un valor similar al que hemos observado en el linaje rizado. Los valores de L^* observados en el presente estudio se han posicionado entre 39,7 y 45,6. Según Castelló *et al.* (2002), en carnes pálidas el valor de L^* es > 53 y en carnes demasiado oscuras de < 46 . No obstante, Venturini *et al.* (2007) consideran una pechuga con clasificación normal cuando el valor de L^* es de 43,3 y Sheard *et al.* (2012), que citan a Wilkins (2000), han definido que una carne es pálida cuando $L^* > 58$, normal cuando el valor se encuentra entre 53-57 y oscura cuando $L^* < 52$. Según Brossi (2007), los valores de L^* pueden usarse como indicadores de calidad de la carne para el procesado y también son útiles para estimar la incidencia de carnes PSE (pálidas, blandas y exudativas) y DFD (duras, oscuras y secas). Todavía estas condiciones no están estandarizadas y, por esto, existe mucho desacuerdo entre los autores sobre los valores de L^* a adoptar para la identificación y caracterización de estas condiciones. Debido a esta variación, se sugiere que cada planta de procesamiento de aves determine sus propios valores estándar de L^* para la clasificación de las carnes como PSE y DFD, dependiendo del tipo de aves.

Los valores de a^* y b^* obtenidos en este estudio se han mostrado altos en todos los linajes con respecto a los indicados por (Jaturasitha *et al.*, 2008b; Packard, 2014; Wattanachant *et al.*, 2004). No obstante Choo *et al.* (2014) en Korea y Castelló *et al.* (2002) en “Producción de carne de pollo”, han indicado valores normales de a^* y b^* mayores a los que hemos obtenido. Según Barbut (1997), linajes con tendencia a un mayor pH presentan la carne con un color más oscuro y Wattanachant *et al.* (2004) han descrito la fuerte correlación entre estos dos factores. En el presente estudio los valores de pH han sido, para todos los casos, superiores a 5,8 y los valores $L^*a^*b^*$ han indicado que todas las carnes evaluadas eran oscuras. Está demostrado que la carne de los pollos indígenas presenta tendencia a ser más oscura como resultado de un crecimiento lento, mayor actividad física y la genética, ya que sus músculos poseen más fibras musculares rojas por lo que tienen mucha mioglobina, son ricos en hierro y están adaptados para el metabolismo aeróbico (Dransfield and Sosnicki, 1999). Según Santos (2005) el consumidor aprecia el enrojecimiento y la textura más dura de esta carne y los considera unos atributos que los diferencian de la carne de pollo comercial. También consideramos que la técnica de maceración de la muestra que fue

utilizada para la toma de estas mediciones quizás pudo haber contribuido al enrojecimiento de la carne.

Tabla 6.7: Resultados de calidad física (pH, actividad de agua y color) de la carne de pechuga de los cuatro linajes de gallinas.

Parámetro	Linaje			
	IR	IL	F ₁ m	F ₁ p
N	10	10	10	10
pH	5,81 ± 0,10 ^b	5,79 ± 0,16 ^b	5,98 ± 0,06 ^a	5,83 ± 0,09 ^b
Act. Agua (a ^w)	0,9947±0,0015 ^a	0,9930±0,0013 ^a	0,9888±0,0015 ^b	0,9882±0,0020 ^b
L*	42,72 ± 1,39 ^b	39,67 ± 2,27 ^c	43,14 ± 2,34 ^b	45,63 ± 1,26 ^a
Color a*	7,15 ± 1,11 ^b	8,19 ± 1,22 ^{ab}	9,82 ± 1,37 ^a	9,99 ± 2,42 ^a
b*	15,07 ± 0,94 ^c	15,16 ± 0,94 ^{bc}	16,28 ± 1,26 ^{ab}	16,81 ± 0,71 ^a

Medias seguidas de letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

IR = Indígena Rizado, IL = Indígena Liso, F₁m = cruce línea materna indígena, F₁p = cruce línea materna indígena, Act. = actividad

6.3.3. Caracterización reproductiva: Producción anual de huevos para consumo en jaulas individuales

Los resultados de producción anual de huevos y los respectivos parámetros productivos de cada linaje en jaulas individuales (T1) se ilustran en la Tabla 6.8.

Los resultados indican que las gallinas indígenas de ambos grupos presentaron un comportamiento muy similar entre ellas y no mostraron diferencias significativas para ninguno de los parámetros evaluados en el periodo.

Así, las gallinas indígenas alcanzaron la madurez sexual, que corresponde a la puesta del primero huevo, a las 22,12 semanas (\approx 155 días) de edad. Registraron una tasa anual de puesta del 37%, que les garantizó una producción total de unos 127 huevos/gallina/año con un peso medio de 41 gr/ huevo, y una conversión alimentaria de alrededor de 9 gr de pienso/gr de peso de huevo producido.

La edad a la madurez sexual para las gallinas indígenas presenta mucha variación entre los autores. En Etiopía, Demeke (2005) y Mogesse (2007) indicaron intervalos que varían de 146 a 168 días en algunos ecotipos indígenas, lo que coincide con nuestro estudio, mientras que en la India, Niranjan *et al.* (2008b) observaron un intervalo más estrecho de 160 a 164 días de edad, y en Nigeria, Ajayi (2010) indicó que las gallinas de plumaje liso y de plumaje rizado alcanzaron la madurez sexual a los 189 días de edad.

Con respecto a la gran variación de edad a la madurez sexual, Kingo'ri *et al.* (2010) procedieron a una revisión sobre los aspectos productivos de las gallinas indígenas en Kenia, y mencionan distintos intervalos. Así, las aves más precoces pueden alcanzar la madurez sexual a los 133 días y las más tardías a los 225 días de edad, lo que confirma que no solamente la edad sino muchos más factores contribuyen para que el ave alcance la madurez sexual. Mohammed and Abdalsalam (2005) refieren que el peso del ave es muy importante en la aparición de la madurez sexual.

Respecto a la producción anual de huevos de las gallinas IR y IL, esta está de acuerdo con lo que Mogesse (2007) observó (92 a 176 huevos/gallina/año) en gallinas bajo manejo intensivo en Etiopía, mientras que Kingo'ri *et al.* (2010) indicaron un intervalo menos amplio, de 138 a 160 huevos/gallina/año, en Kenia. En Senegal, Moula *et al.* (2013) reportaron una producción anual de 173 huevos/gallina/año. Finalmente, los valores de conversión alimentaria que hemos observado en las indígenas (IR y IL), basado en el

consumo y en el peso medio de los huevos, han sido mejores de los que Demeke (2005) y Mogesse (2007) indicaron en Etiopía.

Tabla 6.8. Resultados de la producción anual de huevos $\mu \pm SD$ (edad a la madurez sexual, peso de los huevos), producción total/gallina, consumo de pienso, conversión alimentaria y mortalidad de los cuatro linajes genéticos de gallinas alojadas en jaulas individuales en manejo intensivo

Parámetros	Grupo			
	IR	IL	F _{1m}	F _{1p}
Nº gallinas (N)	25	25	25	25
Edad al 1º huevo	22,04±1,06 ^c	22,20±0,58 ^{bc}	23,48±0,51 ^a	22,64±0,95 ^b
P. de los huevos	41,60±5,40 ^b	41,27±5,54 ^b	56,08±8,71 ^a	54,42±7,55 ^a
Nº huevos/gallina/año	126 ^b	128 ^b	175 ^a	179 ^a
Tasa de puesta (%)	36,25 ^b	37,28 ^b	48,32 ^a	49,37 ^a
Cons.pienso/ave/año	44.536,75	45.172,34	56.683,20	56.599,40
C.A.	8,92 ^a	9,34 ^a	5,82 ^b	5,85 ^b
Mortalidad (%)	16,0 ^a	16,0 ^a	8,0 ^a	8,0 ^a

Valores seguidos de letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($p < 0,05$).
 Unidades de peso (gr), Edad en semanas, Período de cría 364 días, P.= peso. Cons. = consumo, C.A.= Conversión Alimentaria, IR = Indígena Rizado, IL = Indígena Liso, F_{1m} = cruce línea materna indígena, F_{1p} = cruce línea paterna indígena

Con respecto a las gallinas de los grupos cruzados (Tabla 6.8) hemos observado diferencias significativas ($p < 0,05$) para la edad a la madurez sexual, ya que las gallinas de línea materna indígena empezaron la puesta casi una semana más tarde que las F_{1p}. Para los restantes parámetros evaluados en el periodo, las gallinas de ambos grupos no presentaron diferencias significativas en ninguno de ellos, proporcionando mejores resultados de

producción que los linajes indígenas. Así, cada gallina cruzada puso unos 50 huevos más al año e ingirió, como mínimo, 3 gr menos de pienso por cada gr de huevo producido que las indígenas. La edad a que las gallinas F₁ alcanzan la madurez sexual está de acuerdo con lo que en India Niranján *et al.* (2008b) han indicado en los diversos cruces que han realizado entre broilers con otras estirpes locales. Los mismos autores indicaron en una de las líneas cruzadas una producción anual de 149 huevos/gallina, lo que ha sido inferior a lo que hemos observado en ambas líneas F₁ de nuestro estudio. No obstante, Niranján *et al.* (2008b), observaron en otros cruces producciones superiores a 200 huevos/gallina/año. Esto indica que la producción de huevos en cruces entre indígenas con líneas comerciales es muy variable.

Las curvas de producción anual de huevos de gallinas de todos los grupos se muestran en el Gráfico 6.2.

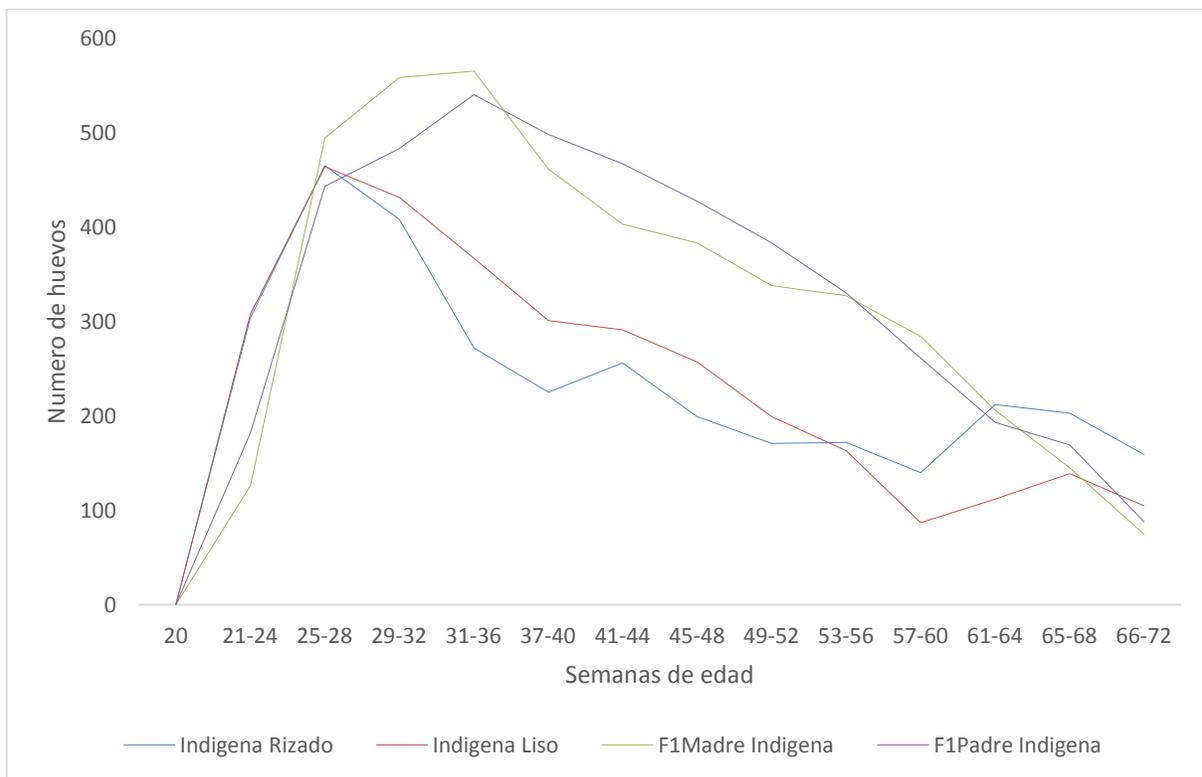


Gráfico 6.2: Curvas de producción anual de huevos de los 4 linajes genéticos criados bajo manejo intensivo

Se puede observar que, como ya se ha indicado, la producción de las gallinas de los grupos cruzados fue superior a las indígenas durante casi todo el periodo de producción. Las gallinas indígenas alcanzaron el pico de puesta temprano, alrededor de 28 semanas de edad, mientras que las cruzadas lo alcanzaron a las 32 semanas de edad. Después del pico de puesta la producción de las cruzadas disminuyó gradualmente hasta las 72 semanas, mientras que la producción de las indígenas, aunque en descenso, experimentó entre 60 y 64 semanas pequeños incrementos, después de los cuales bajaron hasta el final.

6.3.4. Evaluación de las calidades externas e internas de los huevos

6.3.4.1. Calidades externas de los huevos

Los resultados de las características externas de los huevos evaluadas en el presente estudio se muestran en la Tabla 6.9.

Los valores de los parámetros de los dos linajes indígenas fueron similares y presentaron pesos y medidas inferiores a las de los cruces. Estos resultados concuerdan con los que distintos autores han reportado sobre las dimensiones de los huevos de este tipo de aves en Nigeria (Udoh *et al.*, 2012; Yakubu *et al.*, 2008), Paquistán (Iqbal *et al.*, 2012) y Sudáfrica (Alabi *et al.*, 2012a). En este último trabajo los autores evaluaron los huevos por tamaños y los nuestros estarían dentro de la clasificación de huevos pequeños. No obstante, Mohammed *et al.* (2005) en Sudán y Hussain *et al.* (2013) en Paquistán, describen huevos de dimensiones aún más pequeños de los que hemos observado.

Los huevos de las gallinas cruzadas (F_1) no presentaron diferencias significativas para el peso, la longitud y la resistencia de la cáscara, pero sí para el diámetro y el índice de huevo, cuyos valores han sido mayores para el grupo F_{1p} , mientras que para el grosor de la cáscara los huevos del grupo F_{1m} presentaron mayores valores (0,38 mm) que el grupo F_{1p} .

Así pues, el hecho de usar la raza autóctona como padre o madre en el cruce para las F_1 parece tener influencia en este parámetro, siendo positiva cuando se usa como madre. Los huevos de las gallinas cruzadas presentan mayores dimensiones, y en la clasificación de

Alabi *et al.* (2012a) se catalogarían como huevos grandes. En estudios similares en India, Niranjan *et al.* (2008a) indicaron pesos y dimensiones similares a los que hemos observado en nuestras gallinas F₁, cuando evaluaron huevos de gallinas cruzadas con estirpes de broiler.

Tabla 6.9: Características externas ($\mu \pm SD$) de peso, longitud, diámetro, índice de huevo y espesura, resistencia y color de la cáscara de los huevos de gallinas de los cuatro linajes genéticos

Parámetro		GRUPO			
		IR	IL	F _{1m}	F _{1p}
Peso del huevo (g)		43,90 ± 5,22 ^b	45,04 ± 3,63 ^b	57,14 ± 6,04 ^a	59,70 ± 5,11 ^a
Longitud del huevo (mm)		51,73 ± 3,05 ^b	52,65 ± 2,27 ^b	56,38 ± 2,15 ^a	55,96 ± 2,38 ^a
Diámetro del huevo (mm)		38,56 ± 1,65 ^c	38,85 ± 1,20 ^c	42,10 ± 1,76 ^b	43,48 ± 1,24 ^a
Índice de huevo (%)		74,68 ± 3,64 ^b	73,90 ± 3,43 ^b	74,71 ± 2,59 ^b	77,77 ± 2,66 ^a
Grosor de la cáscara (mm)		0,32 ± 0,04 ^b	0,33 ± 0,03 ^b	0,38 ± 0,05 ^a	0,29 ± 0,03 ^c
Resistencia de la Cáscara (N)		26 ± 0,08 ^a	26 ± 0,14 ^a	27 ± 0,07 ^a	29 ± 0,08 ^a
Color del huevo (%)	Marrón	16 ^b	4 ^b	68 ^a	56 ^a
	Crema	32 ^{ab}	44 ^a	24 ^b	24 ^b
	Blanco	52 ^a	52 ^a	8 ^b	20 ^b

Valores seguidos de letras minúsculas diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

IR = Indígena Rizado, IL = Indígena Liso, F_{1m} = cruce línea materna indígena, F_{1p} = cruce línea paterna indígena

Con respecto al índice de huevo los valores observados en los grupos IR, IL y F_{1m} están de acuerdo con los indicados por Yakubu *et al.* (2008) en Nigeria y Alabi *et al.* (2012a) en Sudáfrica.

Según Iqbal *et al.* (2012), que cita a Zeidler (2002), la forma del huevo para las ponedoras comerciales se considera normal cuando el índice se sitúa entre 70-74%, mientras que Castelló (2010) lo sitúa entre el 73-75%. El índice de huevo observado en el grupo F_{1p} estaría fuera de estos rangos de normalidad, pero estaría de acuerdo con lo que Moula *et al.* (2009) indican en estudios comparativos de huevos de tres razas de gallinas en Bélgica. King'ori (2012) alerta que la forma del huevo puede variar de acuerdo con el peso, edad y la condición de salud de la gallina, lo que muestra que son varios los factores que contribuyen en el formato final del huevo.

A pesar de la diferencia observada en el grosor de la cáscara entre nuestras gallinas indígenas y las F₁, no se han obtenido diferencias significativas en cuanto a su resistencia. Esta fue en todos los casos inferior a los valores reportados en India por Niranjana *et al.* (2008a), tanto en gallinas indígenas como en sus cruzamientos con broilers.

La calidad de la cáscara es un importante rasgo para mantener la integridad y la calidad del huevo, por lo que los criadores de aves de puesta deberían incorporar en sus programas de cría este factor para reducir las pérdidas debidas a roturas (Castelló, 2010).

Con respecto a la coloración de la cáscara (Tabla 6.9) los huevos de las gallinas indígenas se presentaron por orden de mayor frecuencia con los colores blanco, crema y marrón, no observándose diferencias significativas en la frecuencia de los dos primeros colores. Respecto a los huevos de los dos grupos cruzados, estos no presentaron diferencias en las frecuencias de aparición de los tres colores evaluados entre los dos linajes. Hay que señalar que fue notoria la gran tendencia para el color marrón (>56%) en ambos grupos, seguido de un 24% de color crema y por último el blanco que, aunque sin diferencia significativa, el grupo F_{1p} presentó la no menos importante cifra de un 20%, mientras que el grupo F_{1m} no ha pasado del 8% de huevos blancos.

La cáscara de los huevos de las gallinas indígenas tiene tendencia a presentarse con colores claros (blanco, crema y marrón claro). Estos han sido los colores observados por varios autores, Faruque *et al.* (2010) en Bangladesh, Kgwatalala *et al.* (2013a) en Botsuana y Melesse and Negesse (2011) en Etiopía, y coinciden con lo que hemos observado. Sin embargo, en Tanzania, Nonga *et al.* (2010) reportaron solo huevos de color blanco y marrón. Para los huevos de gallinas cruzadas la predominancia de los colores marrón y crema es comparable a lo que Kgwatalala *et al.* (2013a) indicaron en Botsuana, huevos marrón claro y marrón oscuro. Cabe destacar que en todos los estudios la evaluación del color se hizo mediante observación directa del huevo, lo que puede influir a la hora de distinguir el color crema del marrón claro, ya que no se utilizó ninguna escala estándar de colores. Según King'ori (2012), todos los huevos son inicialmente blancos y la coloración final del cascarón resulta de la deposición de pigmentos de porfirinas. El tipo de pigmento depende de la genética del ave, aunque otros factores también pueden influir.

6.3.4.2. Calidad interna de los huevos

Los resultados de las características internas de los huevos evaluadas en el presente estudio se muestran en la Tabla 6.10.

Los huevos de las gallinas de ambos grupos indígenas no presentaron diferencias significativas para los parámetros evaluados a excepción de la altura de la yema, que ha sido significativamente ($p < 0,05$) mayor en el grupo IR (15,03 mm) comparado con los 14,42 mm del grupo IL. Así, como media, los principales componentes del huevo han pesado unos 5,9 gr, 16,9 gr y 20,9 gr para la cáscara, yema y clara, respectivamente. La altura de la clara ha sido de 2,96 mm, el color de la yema tuvo una media de 7,11 en la escala del rango colorímetro y la clara 65,6 unidades Haugh.

En Nigeria, con huevos de medidas similares a los de nuestro estudio, Yakubu *et al.* (2008) observaron que estos presentaban pesos de yema similares a los de nuestras gallinas indígenas, pero con valores inferiores de peso de cáscara y clara, así como de altura de yema y clara. Sin embargo, Udoh *et al.* (2012) obtuvieron mayores pesos y alturas de yema

y clara que en las mozambiqueñas. Hay que tener presente que todos los parámetros están muy condicionados tanto por la genética del ave como por su alimentación y edad.

Tabla 6.10: Características internas ($\mu \pm SD$) de peso (cscara, yema y clara), altura de la clara, color de la yema y unidades Haugh de los huevos de gallinas de los cuatro linajes genéticos

Parámetro	GRUPO			
	IR	IL	F _{1m}	F _{1p}
Peso de la cáscara (g)	5,87 ± 0,76 ^c	5,85 ± 0,54 ^c	6,94 ± 0,64 ^b	7,44 ± 0,72 ^a
Peso de la yema (g)	16,16 ± 3,56 ^c	17,61 ± 1,83 ^c	20,35 ± 2,80 ^b	22,65 ± 6,43 ^a
Peso de la clara (g)	20,69 ± 4,53 ^b	21,18 ± 2,79 ^b	26,66 ± 7,08 ^a	29,64 ± 10,67 ^a
Altura de la yema (mm)	15,03 ± 1,09 ^a	14,42 ± 1,39 ^b	15,53 ± 1,01 ^a	14,30 ± 0,87 ^b
Altura de la clara (mm)	3,14 ± 0,79 ^{bc}	2,78 ± 0,71 ^c	3,44 ± 0,96 ^b	4,24 ± 0,70 ^a
Color de la yema	7,42 ± 2,23 ^{bc}	6,80 ± 1,64 ^c	9,42 ± 2,81 ^a	8,44 ± 2,41 ^{ab}
Unidades Haugh (UH)	67,34 ± 7,07 ^{bc}	63,85 ± 7,15 ^c	69,02 ± 8,48 ^b	76,04 ± 5,36 ^a

Medias seguidas de letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

IR = Indígena Rizado, IL = Indígena Liso, F_{1m} = cruce línea materna indígena, F_{1p} = cruce línea paterna indígena

El color de yema presentó diferencias entre las estirpes, siendo los más amarillentos los de las gallinas de pluma lisa y los más anaranjados los de las F_{1p}.

Según Buxadé (2000) el color de la yema se debe, principalmente, a los pigmentos carotenoides que el ave obtiene a través del alimento, e indica que los factores nutricionales son los más importantes. El mismo autor advierte que existen sustancias que incorporadas

al pienso pueden potenciar o inhibir la acción de los pigmentos. No obstante, las diferencias que hemos observado entre los linajes son debidas a la genética, ya que todas las gallinas recibieron el mismo pienso.

Respecto a la calidad interna del huevo, Hussain *et al.* (2013), Udoh *et al.* (2012), Yakubu *et al.* (2008), reportaron mayores valores de UH que los obtenidos en nuestro estudio. Sin embargo Mogesse (2007), en varias estirpes de gallinas indígenas de Etiopía, indicaron valores de UH inferiores, de entre 55 y 64 UH.

Entre los huevos de nuestros grupos cruzados (F_1) únicamente no se presentaron diferencias significativas en dos parámetros: el peso de la clara y el color de la yema.

Los huevos del grupo F_{1m} mostraron una altura de yema significativamente ($p < 0,05$) mayor que el grupo F_{1p} . No obstante, este grupo presentó mayores valores y con diferencias significativas ($p < 0,05$) para los restantes parámetros. Son escasos los estudios en huevos de aves procedentes de cruces entre líneas indígenas y comerciales en los dos sentidos; es decir, un cruce principal y el cruce recíproco, en los que se analicen todos los parámetros evaluados en nuestro estudio.

En un trabajo realizado por Niranjana *et al.* (2008a), con cruces entre gallinas locales con estirpes comerciales, se obtuvieron huevos con menores pesos de cáscara, yema y clara y mayor altura de la clara que los de nuestras gallinas F_1 . Sin embargo, Nwachukwu *et al.* (2006) obtuvieron pesos de clara similares a los nuestros, aunque en su estudio el cruce de la línea materna indígena presentó claras más pesadas que el de la línea paterna, lo que no hace ha observado en nuestro trabajo. Con respecto al color de la yema, estas aves presentaron valores similares a los publicados por Niranjana *et al.* (2008a) en India, mientras que Soria *et al.* (2013) indicaron valores menores, en Argentina. Estas variaciones podrían ser debidas a la alimentación proporcionada en los distintos estudios.

Finalmente, respecto a la calidad interna del huevo, el valor de UH reportado por Jesus (2012) en huevos de matrices Cobb está de acuerdo con los que hemos observado en las líneas cruzadas. Sin embargo, Nwachukwu *et al.* (2006) indicaron valores superiores de UH. El tiempo transcurrido entre la puesta y la evaluación de las UH es de gran

importancia. Así, Monira *et al.* (2003) obtuvieron valores superiores a los nuestros cuando los huevos eran analizados en el día de puesta, pero las UH que hemos observado son mayores que los indicados por estos autores en huevos analizados durante la primera semana de puesta.

El Programa de Control de Calidad del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) define las condiciones que debe poseer el huevo desde que se produce hasta su consumo. Así, los huevos con clasificación “AA”, son de excelente calidad y deben presentar valores de UH superiores a 72; los huevos con clasificación “A”, son de alta calidad y deben presentar valores entre 60 y 72 UH y los huevos con valores de UH inferiores a 60 reciben la clasificación “B” y son de menor calidad (USDA, 2000). Así pues, los huevos del linaje F₁p fueron de excelente calidad y los del resto de linajes “A”, siendo los de las gallinas de plumaje liso los que presentaron las menores unidades.

6.3.5. Caracterización productiva y reproductiva según el sistema de manejo

6.3.5.1. Aves en suelo con apareamiento natural e incubación artificial de los huevos (T2)

En la Tabla 6.11 se muestran los resultados de la producción de huevos fertilizados con base en apareamientos naturales e incubados artificialmente.

Como se puede observar, no se han detectado diferencias significativas en ninguno de los parámetros entre los dos linajes cruzados, mientras que entre los grupos indígenas únicamente se encontraron diferencias en la edad al 1^o huevo. Así, las gallinas rizadas empezaron la puesta a las 21,3 semanas de edad, una semana más temprano que las de plumaje liso y una semana y media antes que los grupos de gallinas cruzadas. No obstante, aunque no se obtuvieron diferencias significativas, las gallinas de plumaje liso registraron una tasa de puesta del 33,3%, un 4% superior a las de plumaje rizado, lo que correspondió a una producción de unos 14 huevos más por gallina instalada de este linaje, siendo el consumo de pienso de alrededor de 133 gr/día/ave para ambos grupos.

Tabla 6.11: Resultados productivos anuales $\mu \pm SD$ (edad a la madurez sexual, peso de los huevos), producción total/gallina, consumo de pienso, conversión alimentaria, huevos descartados y mortalidad de gallinas de los cuatro linajes genéticos criados en el suelo para producción de huevos fertilizados por apareamientos naturales e incubados artificialmente.

Parámetro		Grupo			
		IR	IL	F _{1m}	F _{1p}
Aves instaladas (N)	Gallinas	6	6	6	6
	Gallos	2	2	2	2
Edad al 1º huevo		21,33±0,52 ^b	22,33±0,52 ^a	23,00±0,89 ^a	22,83±0,41 ^a
P. los huevos		41,74±4,85 ^b	40,61±6,17 ^b	55,69±8,49 ^a	53,19±7,44 ^a
Nº de huevos/gallina /año		107 ^b	121 ^{ab}	138 ^{ab}	141 ^a
Tasa de puesta (%)		29,35 ^b	33,24 ^{ab}	37,96 ^{ab}	38,92 ^a
Cons.pienso/ave/año		48.386,9	48.441,69	56.478,78	56.447,79
C.A.		11,20 ^a	10,38 ^b	7,75 ^c	7,78 ^c
(%) Huevos	Quebrados	6,11 ^a	8,65 ^a	6,89 ^a	5,48 ^a
Descartados	Defectuosos	0,30 ^a	0,29 ^a	0,53 ^a	0,17 ^a
Mortalidad (%)	Gallos	0 ^a	50 ^a	0 ^a	0 ^a

Valores seguidos de letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($p < 0,05$).
 Unidades de peso (gr), Edad en semanas, Período de cría 364 días, P.= peso. Cons. = consumo, C.A.= Conversión Alimentaria, IR = Indígena Rizado, IL = Indígena Liso, F_{1m} = cruce línea materna indígena, F_{1p} = cruce línea paterna indígena

Las aves indígenas generalmente producen huevos pequeños con pesos que varían de 32 gr a 46 gr, tal como hemos observado y como diferentes autores indican (Adetayo and Babafunso, 2001; Adomako *et al.*, 2013; Kingo'ri *et al.*, 2010; Mogesse, 2007; Niranján *et*

al., 2008b). La producción anual de huevos en estas gallinas está de acuerdo con lo que Khan (2008) reportó en gallinas de la India y con los intervalos indicados en gallinas indígenas de Etiopía (Mogesse, 2007).

Al comparar los linajes indígenas con los cruzados, las gallinas de plumaje liso se diferenciaron de las cruzadas en el peso de sus huevos y su conversión alimentaria, tal y como ya se había observado en las gallinas instaladas en jaulas (T1) (Tabla 6.6), pero no en su tasa de puesta.

Las de plumaje rizado, aunque empezaron antes la puesta que el resto de linajes, fueron las que produjeron un menor n° de huevos/gallina/año, presentando una menor ($p < 0,05$) tasa de puesta que las gallinas F₁p. Cabe señalar que en este tratamiento la producción total de huevos ha sido menor comparada con el tratamiento anterior (T1). Lo mismo se observa con las tasas de puesta. En cambio, el consumo de pienso ha incrementado. Esto se puede deber al hecho de que las aves en este tratamiento estaban en suelo y tenían más espacio para moverse, lo que causa un incremento en sus necesidades energéticas. De hecho, una de las ventajas que se apuntan al uso de las baterías es la disminución de las necesidades energéticas de las aves (Avícola, 2012) y, aunque desde hace algún tiempo se investiga para hallar un sistema alternativo a las baterías, el problema es lograr su substitución sin aumentar exageradamente el coste de producción (Castelló, 1990). Finalmente, respecto a los huevos que fueron descartados para su incubación, la mayoría lo fueron porque presentaban roturas y no se observaron diferencias entre los 4 linajes.

Los resultados de la incubación artificial de los huevos del tratamiento 2 se muestran en la Tabla 6.12.

Los huevos de las gallinas IL proporcionaron resultados similares en la incubación a los de las cruzadas, mientras que las IR presentaron una tasa de eclosión menor ($p < 0,05$) a los grupos F₁.

En todos los grupos la muerte embrionaria precoz ha sido la principal responsable de la no eclosión de los huevos incubados, siendo en el grupo IR donde se produjo a un nivel superior ($p < 0,05$), influyendo negativamente en la tasa de eclosión de este grupo. En

Nigeria Adeleke *et al.* (2012) indicaron valores de muerte embrionaria precoz más bajos y sin diferencias significativas entre los linajes de plumaje rizado y liso, mientras que en Botswana Moreki *et al.* (2014) no trabajaron con plumaje rizado, pero reportaron algo más del 22% de muerte embrionaria precoz, tanto para el linaje de plumaje liso como para las gallinas de cuello desnudo. Según Valencia (2011), el gen rizado (F) es dominante incompleto y de acción semiletal o subletal. Las anomalías físicas a las que puede dar origen pueden ser de importancia desde el punto de vista de la exhibición. En homocigosis (FF) el efecto es mayor que en heterocigosis. Este hecho puede explicar en cierta medida la gran mortalidad embrionaria que hemos observado en el linaje rizado.

Tabla 6.12: Resultados de la incubación artificial de huevos fertilizados por apareamiento natural, valores en porcentaje de tasa de fertilidad, tasa de eclosión, pollitos nacidos, huevos con muerte embrionaria (precoz y tardía) y huevos no eclosionados de gallinas de los cuatro linajes genéticos criados en el suelo

Parámetro	Grupo			
	IR	IL	F _{1m}	F _{1p}
Huevos incubados (N)	603	666	779	808
Muerte embrionaria precoz	22,89 ^a	11,30 ^b	8,72 ^b	10,15 ^b
Muerte embrionaria tardía	6,17 ^a	8,99 ^a	4,49 ^a	5,76 ^a
Huevos no eclosionados	4,96 ^a	5,56 ^a	6,58 ^a	4,95 ^a
Tasa de fertilidad	85,76 ^a	83,70 ^a	86,75 ^a	83,97 ^a
Tasa de eclosión	65,98 ^b	74,15 ^{ab}	80,21 ^a	79,13 ^a
(Nº total)	(370)	(500)	(610)	(631)

Valores seguidos de letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

IR = Indígena Rizado, IL = Indígena Liso, F_{1m} = cruce línea materna indígena, F_{1p} = cruce línea paterna indígena

La fertilidad de los huevos de nuestras gallinas indígenas (Tabla 6.12) en general es alta y está de acuerdo con lo que reportan diferentes autores (Adeleke *et al.*, 2012; Alabi *et al.*, 2012b; Ashraf *et al.*, 2003; Desha *et al.*, 2015). Los mismos autores también señalan elevadas tasas de eclosión que suelen estar por encima del 70%.

6.3.5.2. Aves en suelo con apareamiento natural e incubación natural de los huevos (T3)

Los resultados productivos de las gallinas de los cuatro linajes criados en el suelo para la producción de huevos e incubación natural, se muestran en la Tabla 6.13.

Las gallinas de los grupos indígenas han realizado una media de 3 ciclos de puesta por año, a excepción de una gallina del grupo IR que logró hacer un cuarto ciclo, mientras que las gallinas cruzadas (F_1) no han pasado de dos ciclos al año. Sin embargo, sus ciclos han sido mucho más largos que las indígenas, ya que entraban con mucha más facilidad en cloquez.

Al igual que en los tratamientos T1 y T2, el inicio de la puesta (1^{er} ciclo) fue más temprano en las gallinas IR que en el resto de grupos. Los restantes parámetros no presentaron diferencias significativas entre los grupos indígenas ni entre los cruzados, siendo los productivos significativamente superiores en los grupos cruzados que en los indígenas.

Yakubu (2010) referenció intervalos de producción anual que varían de 46 a 63 huevos/gallina/año en gallinas indígenas con manejo similar, lo que está de acuerdo con lo que hemos observado (52 y 55 huevos/gallina/año para las de plumaje rizado y las de plumaje liso, respectivamente). Las gallinas rizadas iniciaron cada ciclo productivo más temprano y lograron 4 ciclos al año. Esto sugiere que la edad de inicio y la duración de cada ciclo interfieren en el número total de ciclos que la gallina puede hacer por año. Según Sarkar and Golam (2009) la separación temprana de los pollitos de la madre conduce a una disminución de la duración del ciclo de producción en un 53%. Finalmente, la conversión alimentaria fue significativamente distinta entre los 4 linajes, siendo las gallinas F_{1p} (7,39 gr de pienso) las que comieron menos por cada gr de huevo producido, seguido de las F_{1m}

(7,76 gr de pienso) y las IL (10,50 gr de pienso). Las que más necesitaron comer fueron las IR (11,15 gr de pienso).

Tabla 6.13: Resultados productivos anuales (edad de inicio de cada ciclo, N^o de ciclos por ave, huevos producidos por ave, tasa de puesta, consumo de pienso, conversión alimentaria, huevos descartados por ave y mortalidad) de gallinas de los cuatro linajes genéticos criados en el suelo para producción de huevos e incubación natural

Parámetro		GRUPO			
		IR	IL	F _{1m}	F _{1p}
Aves instaladas (N)	Gallos	2	2	2	2
	Gallinas	6	6	6	6
N ^o de gallinas por ciclo (N)	1 ^o CICLO	6	6	5	6
	2 ^o CICLO	5	5	5	4
	3 ^o CICLO	4	5	0	0
	4 ^o CICLO	1	0	0	0
Inicio puesta en semanas ($\mu \pm SD$)	1 ^o CICLO	21,67 \pm 0,82 ^a	22,83 \pm 1,17 ^{ab}	22,83 \pm 0,41 ^{ab}	23,17 \pm 0,75 ^b
	2 ^o CICLO	37,80 \pm 2,17 ^a	39,40 \pm 2,30 ^a	51,80 \pm 4,92 ^b	52,60 \pm 3,85 ^b
	3 ^o CICLO	53,00 \pm 5,29 ^a	56,40 \pm 3,65 ^a		
	4 ^o CICLO	63,00			
N ^o de huevos/gallina/año		52 ^b	55 ^b	88 ^a	93 ^a
Tasa de puesta (%)		14,86 ^b	15,23 ^b	24,23 ^a	25,44 ^a
Cons.pienso/gallina/año		48.327,76	48.111,67	56.930,44	57.306,37
C.A.		11,15 ^a	10,50 ^b	7,76 ^d	7,39 ^c
Mortalidad (%)	Gallinas	16,67 ^a	16,67 ^a	16,67 ^a	33,33 ^a
	Gallos	0	0	50	0

Valores seguidos de letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Unidades de peso (gr), Edad en semanas, Período de cría 364 días, P.= peso. Cons. = consumo, C.A.= Conversión Alimentaria, IR = Indígena Rizado, IL = Indígena Liso, F_{1m} = cruce línea materna indígena, F_{1p} = cruce línea paterna indígena

Ambos grupos cruzados produjeron más huevos, mejores tasas de puesta y presentaron ciclos más largos, motivo por el cual han realizado, como mínimo, un ciclo menos que las indígenas. Cabe señalar que las gallinas de ambos linajes indígenas entraban en cloquez con más facilidad que las cruzadas y, como ya se ha indicado en el apartado de Materiales y Métodos, en estos dos grupos (F₁) hubo una cantidad de huevos (>50%) que fueron descartados para que las gallinas pudieran incubarlos con más éxito, garantizando que nunca hubiera más de 20 en el nido.

Los resultados de incubación natural de los huevos producidos en el tratamiento 3 se muestran en la Tabla 6.14.

Tabla 6.14. Resultados anuales de la incubación natural de huevos fertilizados por apareamiento natural, valores en porcentaje de: huevos no eclosionados, tasa de fertilidad y de eclosión y mortalidad de los pollitos, para las gallinas de los cuatro linajes genéticos criados en el suelo

Parámetro	Grupo			
	IR	IL	F _{1m}	F _{1p}
Huevos incubados (N)	280	305	200	200
Huevos no eclosionados	39,79 ^a	24,59 ^c	32,5 ^b	35,5 ^b
Tasa de fertilidad	81,43 ^a	81,42 ^a	85,90 ^a	83,38 ^a
Tasa de eclosión	60,21 ^b	75,83 ^a	67,50 ^{ab}	64,5 ^b
(Nº de pollitos nacidos)	(171)	(230)	(135)	(129)
Mortalidad de los pollitos	45,07	43,11	38,85	38,07

Medias seguidas de letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas (p < 0,05).
 IR = Indígena Rizado, IL = Indígena Liso, F_{1m} = cruce línea materna indígena, F_{1p} = cruce línea materna indígena

El grupo IR presentó alrededor de un 40% de huevos que no eclosionaron, y ha sido significativamente mayor a lo observado en el resto de linajes. Respecto a este parámetro, no se observaron diferencias entre los dos linajes cruzados. El grupo de plumaje liso es el que produjo un menor ($p > 0,05$) porcentaje de ellos. Así, la tasa de eclosión en las gallinas IL fue significativamente mayor a la de los linajes IR y F_{1p}, no existiendo diferencias entre el grupo F_{1m} y el resto. Hay que resaltar que los resultados obtenidos con las dos estirpes cruzadas fueron similares. Las tasas de eclosión de las gallinas indígenas en incubación natural son variables y Olwande *et al.* (2010) han descrito un intervalo bien largo de entre 40-100%. Finalmente, en este estudio la mortalidad de los pollitos fue alta. Este hecho ya fue observado por Demeke (2005) en pollitos indígenas etíopes bajo manejo intensivo. El autor comentó que no estaba clara la razón de la elevada mortalidad, comentario que se aplica para el presente estudio.

Los resultados de la evaluación de las causas de no eclosión de los huevos observada en la Tabla 6.14 se muestran en la Tabla 6.15.

Tabla 6.15. Resultado de la evaluación de las causas de no eclosión de los huevos durante la incubación natural de huevos mencionados en la Tabla 6.14.

Parámetro	Grupo			
	IR	IL	F _{1m}	F _{1p}
Huevos que no eclosionaron (N)	113	75	65	71
Huevos quebrados (%)	4,42 ^b	2,67 ^b	35,38 ^a	38,03 ^a
Huevos infértiles (%)	45,13 ^b	76,00 ^a	38,46 ^b	40,85 ^b
Muerte embrionaria (%)	50,44 ^a	21,33 ^b	26,15 ^b	21,13 ^b

Porcentajes seguidos de letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($p < 0,05$).
 IR = Indígena Rizado, IL = Indígena Liso, F_{1m} = cruce línea materna indígena, F_{1p} = cruce línea paterna indígena

Se observa que las principales razones de la no eclosión de los huevos han sido, respectivamente, la infertilidad en el grupo IL (76%), que fue mayor ($p < 0,05$) que en los restantes grupos, y la muerte embrionaria para el grupo IR ($> 50\%$), que también ha sido significativamente mayor que en el resto, tal y como ya se ha observado en el T2 debido a la semiletalidad del gen rizado (Valencia, 2011).

Respecto a los huevos quebrados, estos han sido más frecuentes ($p < 0,05$) en los linajes F_1 que en los linajes indígenas. Entre otros motivos podría deberse a una mayor producción, que ha comportado que los huevos seleccionados fueran más frecuentemente manipulados que los huevos a descartar.

6.3.4.3. Aves en el sector familiar bajo manejo extensivo (T4)

Los resultados productivos y reproductivos de las gallinas en el sector familiar bajo manejo extensivo se resumen en la Tabla 6.16.

Al igual que las gallinas en el tratamiento T3, los grupos indígenas realizaron 3 ciclos por año mientras que las gallinas cruzadas realizaron 2 de mayor duración, produciendo un mayor ($p < 0,05$) número de huevos al año y, por tanto, presentando una mayor ($p < 0,05$) tasa de puesta que las indígenas, destacando el grupo F_{1m} que fue el que presentó una tasa significativamente mayor que el resto de linajes.

Al igual que en el tratamiento T3, para garantizar un máximo de 20 huevos en el nido, en las gallinas cruzadas cerca del 60% de los huevos producidos se descartaron y fueron destinados a la venta y el consumo. En el caso de las indígenas nunca hubo suficientes huevos para realizar este descarte.

Al comparar el comportamiento productivo de los grupos indígenas en condiciones de campo, aunque los dos linajes produjeron la misma cantidad de huevos por gallina al año, la tasa anual de puesta fue significativamente ($p < 0,05$) más alta en las gallinas rizadas (12%). Esto se debió a que, como se produjo la muerte de una gallina, al final del estudio

había una gallina menos en el grupo IR que en el IL, lo que influyó en el denominador de la fórmula matemática.

Tabla 6.16: Resultados anuales productivos y reproductivos (edad de inicio de cada ciclo, N^o de ciclos por ave, huevos producidos por ave, tasa de puesta, y mortalidad) de gallinas de los cuatro linajes genéticos criados de 21 a 72 semanas de edad en el sector familiar bajo manejo extensivo.

Parámetro		Grupo			
		IR	IL	F _{1m}	F _{1p}
Aves instaladas (N)	Gallinas	21	21	21	21
	Gallos	7	7	7	7
N ^o de gallinas por ciclo (N)	1 ^o CICLO	21	21	19	20
	2 ^o CICLO	21	21	10	8
	3 ^o CICLO	10	11	0	0
Inicio Puesta en semanas ($\mu \pm SD$)	1 ^o CICLO	22,86 \pm 1,42 ^c	23,52 \pm 0,93 ^{cb}	24,60 \pm 1,14 ^a	23,60 \pm 1,23 ^{cb}
	2 ^o CICLO	43,43 \pm 2,38 ^a	46,71 \pm 4,61 ^a	54,20 \pm 3,36 ^b	52,75 \pm 1,91 ^b
	3 ^o CICLO	62,00 \pm 2,79 ^a	61,55 \pm 1,13 ^a	0	0
N ^o de huevos/gallina/año		42 ^b	42 ^b	82 ^a	69 ^a
Tasa de puesta (%)		11,98 ^c	9,79 ^d	22,43 ^a	18,94 ^b
Mortalidad (%)	Gallinas	9,52	0	14,29	4,76
	Gallos	0	0	28,57	14,29

Medias seguidas de letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($p < 0,05$).
 IR = Indígena Rizado, IL = Indígena Liso, F_{1m} = cruce línea materna indígena, F_{1p} = cruce línea paterna indígena

La tasa de puesta y número de huevos producidos por ave en el campo están de acuerdo con lo que Ershad (2005) y Sarkar and Golam (2009) observaron en gallinas indígenas y Padhi *et al.* (2014) en gallinas cruzadas. Concretamente, Sarkar and Golam (2009), en las gallinas indígenas de Bangladesh, indicaron 3 ciclos/gallina/año e intervalos entre ciclos que variaban entre 105 y 140 días, lo que está de acuerdo con lo observado en nuestro caso.

Respecto a la tasa de mortalidad, los resultados obtenidos han sido muy dispares aunque no hemos podido detectar diferencias significativas entre los linajes. La mortalidad de las gallinas adultas en el campo ha sido muy baja comparada con la obtenida por Khan (2008) que indica una mortalidad superior a la que hemos registrado, tanto en indígenas como en aves cruzadas. Esto puede deberse al hecho de que nuestras aves se transfirieron al campo después de haber sido criadas en granja, y se beneficiaron de todo un programa profiláctico que dejó a las aves inmunológicamente más fuertes. Además, el haber sido criadas en un sistema intensivo hasta las 20 semanas les garantizó un mejor desarrollo corporal.

Los resultados anuales de la incubación natural de los huevos producidos en condiciones del sector familiar bajo manejo extensivo se presentan en la Tabla 6.17.

Las gallinas de plumaje liso (IL) destacaron ($p > 0,05$) sobre el resto de linajes en cuanto a su tasa de fertilidad y de eclosión, y más del 80% de sus huevos incubados acabaron con el nacimiento de un pollito.

Con respecto a los grupos cruzados, en la evaluación de la incubación natural en condiciones de campo hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) en la tasa de fertilidad y eclosión, donde el grupo F_{1p} fue superior ($p < 0,05$) al grupo F_{1m} y no se diferenció del linaje indígena rizado.

Por otra parte, no se obtuvieron diferencias significativas entre las tasas de mortalidad de los pollitos de los 4 linajes. Todos estuvieron por encima de 50%. La alta tasa de fertilidad observada en las gallinas indígenas IL está de acuerdo con lo observado por Islam and Nishibori (2009). Estos autores comentan que las gallinas indígenas en condiciones locales son mejores que las razas exóticas para este parámetro, debido a su mejor adaptación al entorno.

Finalmente, aunque hemos obtenido una tasa de mortalidad de los pollitos elevada, otros autores (Demeke, 2005; Sarkar and Golam, 2009) ya observaron tasas similares en pollitos nacidos bajo condiciones rurales. Hay que tener presente que estos pollitos no se beneficiaron de una alimentación mejorada y estaban expuestos a los depredadores y a otros peligros que no existían para los pollitos del tratamiento 3.

Tabla 6.17: Resultados anuales de la incubación natural de huevos, valores en porcentaje de huevos no eclosionados, tasa de fertilidad, tasa de eclosión y mortalidad de los pollitos, de gallinas de los cuatro linajes genéticos criados desde las 21 hasta las 72 semanas de edad en el sector familiar bajo manejo extensivo.

Parámetro	Grupo			
	IR	IL	F _{1m}	F _{1p}
Huevos incubados (N)	875	891	580	560
Tasa de fertilidad y de eclosión (Pollitos Nacidos)	66,54 ^b (575)	80,18 ^a (712)	57,24 ^c (332)	63,57 ^b (356)
Mortalidad de los pollitos	54,83	50,75	54,39	55,10

Porcentajes seguidos de letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

IR = Indígena Rizado, IL = Indígena Liso, F_{1m} = cruce línea materna indígena, F_{1p} = cruce línea paterna indígena

6.3.4.4. Comparación entre los tratamientos

En la Tabla 6.18 se muestran los resultados de los principales parámetros productivos (N° de huevos/gallina/año y conversión alimentaria) y reproductivos (tasas de fertilidad, eclosión y mortalidad de los pollitos) para los 4 linajes en los 4 sistemas de producción estudiados.

Tabla 6.18: Comparación de algunos parámetros productivos (Nº de huevos/gallina/año y conversión alimentaria) y reproductivos (tasas de fertilidad, eclosión y mortalidad de los pollitos) de los 4 linajes de gallinas en los 4 tratamientos.

Tratamiento	Linajes	Nº huevos/av e/año Producción continua	Nº huevos/av e/año Producción por ciclos	C.A. (peso de huevo)	Tasa de fertilidad (%)	Tasa de eclosión (%)	Mortalidad de pollitos (%)
T1	IR	126 ^c		8,92 ^c			
	IL	128 ^{bc}		9,34 ^c			
	F1m	175 ^a		5,82 ^a			
	F1p	179 ^a		5,85 ^a			
T2	IR	107 ^c		11,20 ^d	85,76 ^{ab}	65,98 ^{bc}	
	IL	121 ^{bc}		10,38 ^d	83,70 ^{ab}	74,15 ^{ab}	
	F1m	138 ^b		7,75 ^b	86,75 ^a	80,21 ^a	
	F1p	141 ^b		7,78 ^b	83,97 ^{ab}	79,13 ^a	
T3	IR		52 ^b		81,43 ^b	60,21 ^{cd}	45,07 ^a
	IL		55 ^b		81,42 ^b	75,83 ^a	43,11 ^a
	F1m		88 ^a		85,90 ^{ab}	67,50 ^{bc}	38,85 ^a
	F1p		93 ^a		83,38 ^{ab}	64,5 ^c	38,07 ^a
T4	IR		42 ^c		66,54 ^c	66,54 ^{bc}	54,83 ^b
	IL		42 ^c		80,18 ^b	80,18 ^a	50,75 ^b
	F1m		82 ^{ab}		57,24 ^d	57,24 ^d	54,39 ^b
	F1p		69 ^b		63,57 ^c	63,57 ^c	55,10 ^b

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

T1: gallinas en jaulas; T2: gallos y gallinas en el suelo con incubación artificial; T3: gallos y gallinas en el suelo con incubación natural; T4: gallos y gallinas en el campo, IR = Indígena Rizado, IL = Indígena Liso, F1m = cruce línea materna indígena, F1p = cruce línea paterna indígena. C.A.= Conversión alimentaria

Cuando se realizó la incubación artificial de los huevos y, por tanto, la gallina pudo estar en puesta continua, la producción de los dos linajes indígenas fue similar tanto en jaulas (T1) como en el suelo (T2). Sin embargo, las 2 líneas F1 presentaron una producción superior ($p < 0,05$) cuando se encontraban en las jaulas. Por otro lado, en los tratamientos donde las gallinas incubaban sus huevos y, por tanto, la puesta era discontinua, el único linaje capaz de mantener en las condiciones de campo (T4) el n° de huevos producidos cuando estaban alojadas en corrales y alimentadas con pienso (T3) fue un linaje cruzado, las F1 con madres indígenas (F1m).

Respecto a la conversión alimentaria, como era de esperar fue significativamente inferior cuando las gallinas se hallaban en jaulas, ya que las aves en el suelo presentan unas necesidades energéticas para el movimiento que no tienen las del T1 (Avícola, 2012).

Al comparar las tasas de fertilidad obtenidas en los tratamientos T2, T3 y T4 se ha observado que, cuando las gallinas están alojadas en el suelo bajo las mismas condiciones (T2 y T3), la fertilidad de los huevos no se ve influida por el hecho de que la puesta sea continua (T2) o por ciclos con periodos de cloquez entre ellos (T3).

En condiciones de campo esta tasa fue inferior debido a que no pudo evaluarse la mortalidad embrionaria y se consideró huevo fértil aquel que acabó en eclosión. Así, la tasa de eclosión de los linajes indígenas fue similar en los 3 sistemas de producción, indicando que son buenas madres incubando, mientras que los dos cruces presentaron diferencias entre los 3 sistemas, obteniéndose la mayor tasa de eclosión ($p > 0,05$) cuando los huevos fueron incubados artificialmente (T2) y la menor ($p < 0,05$) en las explotaciones familiares, debido, quizá, a su menor adaptación al sistema de producción.

Finalmente, como es lógico, la mortalidad de los pollitos fue superior en el campo (T4) que en el tratamiento T3 debido a que estaban expuestos a depredadores y a la falta de una alimentación controlada.

6.4. CONCLUSIÓN

Tras la cría durante 72 semanas de edad y el monitoreado de la producción y la reproducción de dos linajes indígenas (plumaje rizado y de plumaje liso) y dos cruzados (línea materna indígena y de línea paterna indígena) bajo manejo intensivo y extensivo, se puede concluir que:

- Para la producción de carne, las gallinas indígenas presentan peores índices de crecimiento y conversión alimentaria que las cruzadas. Así, el cruzamiento con reproductores Cobb ha aportado a ambos linajes de cruces genes productivos que garantizan un mejor desempeño para todos los parámetros productivos. Dentro de cada grupo, las indígenas de plumaje liso muestran mejores tasas productivas que las rizadas; y las cruzadas las de madre indígena son mejores que las del padre indígena.
- Respecto a las características de la canal y calidad física de la carne, aunque no se han observado diferencias significativas en los rendimientos de carcasa y de pierna entre los 4 linajes, las poblaciones cruzadas presentan un mayor rendimiento de pechuga que las indígenas, no existiendo diferencias dentro de cada grupo. Finalmente, el pH de la carne del grupo F1m ha sido superior al resto de grupos. La actividad del agua ha sido superior en los dos linajes indígenas que en los cruzados y los 4 linajes presentan carnes con un enrojecimiento acentuado, siendo el cruce F1p el que presenta una mayor coloración.
- La producción, el peso y la eficiencia de transformación del alimento en huevos, ha sido superior en los linajes cruzados que en los indígenas, no observándose diferencias significativas dentro de cada grupo.
- En cuanto a las características de los huevos, más de la mitad de los obtenidos en los dos linajes indígenas han presentado la cáscara de color blanco mientras que en el caso de los cruces han sido de color marrón. Aunque se detectan diferencias significativas en el grosor de la cáscara, no se observan diferencias en su resistencia a la rotura entre los 4 linajes. Con relación a la calidad interna de los huevos, los de

la línea F1p han sido los mejores ya que han presentado más unidades Haugh que el resto de grupos.

- Respecto a la influencia de los distintos sistemas de alojamiento en producción continua, las gallinas cruzadas producen más huevos cuando están en jaulas que libres en el suelo, mientras que la producción de los linajes indígenas no se ha visto influida por el sistema de alojamiento utilizado.
- En los tratamientos donde las gallinas incubaron sus huevos, las indígenas presentan más ciclos pero de menor duración que las cruzadas, debido a su mayor predisposición a la cloquez. No obstante, las gallinas indígenas han sido capaces de transmitir la rusticidad a las cruzadas, ya que las poblaciones F₁ han realizado la incubación natural en todos los tratamientos y se han adaptado a las condiciones de campo. Destacar que el único grupo que ha mantenido en el campo su producción de huevos al mismo nivel que en corrales y con la alimentación controlada ha sido el grupo cruzado con madre indígena (F1m). No obstante, respecto a las tasas de fertilidad y de eclosión, las indígenas de plumaje liso han sido las mejores madres, ya que fueron las únicas que mantuvieron elevados índices en todos los tratamientos.
- Las indígenas de plumaje rizado presentan una alta mortalidad embrionaria (debida en gran parte a la letalidad del gen rizado), resultando en tasas de eclosión más bajas para todos los tratamientos.

CAPÍTULO VII:

Discusión General

En las zonas rurales visitadas del sur de Mozambique la actividad de la crianza de gallinas indígenas está fuertemente arraigada. Casi todos los residentes son criadores y la diferencia entre estos básicamente reside en el número de animales que cada uno aporta, ya que el manejo seguido es muy similar. Esta práctica no se da solamente en Mozambique, sino que también se produce en otros países en vías de desarrollo (Aini, 1990; 1997; Das *et al.*, 2008; Dolberg, 2003; Islam and Nishibori, 2009) donde las gallinas indígenas son muy importantes para los habitantes de estas zonas (Alders *et al.*, 1999; FAO, 1998; Muchadeyi *et al.*, 2004; Safalaoh, 2001; Yakubu, 2010).

De forma general, la explotación de las gallinas indígenas se practica por pequeños criadores, ya que la mayoría poseen de entre 6 a 15 animales adultos. Estos datos concuerdan con los publicados por Guèye (1998) que indica que generalmente los efectivos de este tipo de explotación en el África subsahariana se distribuyen entre 5 y 20 gallinas adultas por criador. Además, según Sonaiya and Swan (2004) 20 aves parece ser el límite máximo que puede ser mantenido por una familia sin inversiones especiales en términos de alojamiento, alimentación y trabajo.

La mujer rural es la que principalmente se dedica a esta actividad, asumiendo el papel de criadora y propietaria (82%) de los animales, con una mayoría absoluta. Esta es una realidad común a estas explotaciones en varios países. La explotación de gallinas resulta útil ya que constituye una rica fuente de alimentación (proteína animal) para la familia y de ingresos para la mujer, lo que les garantiza una cierta independencia económica con relación a sus maridos, una mayor autoestima y una mejor calidad de vida (Badubi *et al.*, 2006; FAO, 1998; Guèye, 2000). Además, los hombres consideran esta actividad como de menor prestigio y prefieren dedicarse a la explotación de rebaños de pequeños y grandes rumiantes, también de forma tradicional (Garcês and dos Anjos, 2014).

La alimentación de los animales es uno de los puntos más sensibles que comporta grandes dificultades en este sector productivo. No se usan piensos convencionales, debido a que son muy costosos y no los pueden comprar. Los criadores alimentan a sus aves de forma similar a lo reportado por diversos autores (Aini, 1990; Al-Rawi and Al-Athari, 2002; Badubi *et al.*, 2006; Kingori *et al.*, 2010; Tadelle *et al.*, 2000) en este tipo de explotaciones de otras zonas en desarrollo, indicando que la base de la alimentación son los alimentos que las

gallinas encuentran al escarbar en el suelo, por lo que su disponibilidad no es constante, ya que depende de la época del año y también de la frecuencia de lluvias. También se usan las sobras de comida y los subproductos agrícolas cuando estos son disponibles a nivel local, teniendo en cuenta que es muy estacional.

En general, las gallinas indígenas se crían en libertad y todas las aves pasean por los campos durante el día. Esta forma de crianza libre es típica de las explotaciones de los países en vías de desarrollo (Al-Rawi and Al-Athari, 2002), ya que la práctica permite que las aves busquen sus propios alimentos (Tomo, 2009). Algunos criadores proporcionan abrigos rudimentarios, contruidos a base de materiales locales, para que sus aves pasen la noche. Cuando no existe abrigo, las aves se acomodan por sí mismas en los árboles del quintal de la casa o en sus instalaciones, como la cocina, la despensa, etc., que son escasamente utilizadas por la familia durante la noche. Diversos autores (Aini, 1990; Barua and Yoshimura, 1997; Kingori *et al.*, 2010) también han reportado esta práctica de confinamiento nocturno para protegerlas de los predadores en zonas resguardadas hechas con materiales locales disponibles en cada zona.

Lo más frecuente es que se realicen 3 ciclos/gallina/año, aunque el parámetro puede variar de 2 a 5 ciclos al año. Yakubu (2010) reporta una media de 5 ciclos/gallina/año en gallinas indígenas de tres zonas agrícolas de Nigeria, y la FAO (1998) indica que los sistemas de producción en las zonas rurales de África se caracterizan por utilizar aves indígenas con cortos ciclos de vida y una rápida rotación. La producción de entre 11 y 15 huevos/gallina/ciclo es la más frecuente, aunque algunas veces se alcanzan los 20 huevos, y la tasa de eclosión del 70 al 80%. Para este tipo de explotaciones Garcês and dos Anjos (2014) indican que la producción varía entre 8 y 18 huevos/gallina/ciclo, mientras Yakubu (2010) ha indicado como media unos 13 huevos/ciclo. Respecto a las tasas de eclosión observadas, los valores están en concordancia con lo publicado por Badubi *et al.* (2006), Sonaiya and Swan (2004) y Yakubu (2010) que indicaron tasas de entre el 75 y el 90%. Estos datos son indicadores de que la gallina indígena aporta un gran potencial reproductivo.

La producción se destina de forma prioritaria a la alimentación familiar, y la venta depende de los efectivos y/o de las necesidades financieras de la familia en ocasiones puntuales. El

consumo se restringe a la carne, ya que no es costumbre el consumo de huevos que se preservan para la producción.

La comercialización se lleva a cabo dentro y fuera de las comunidades. Se suele hacer en forma de compra/venta en valores monetarios o de cambio (trueque de aves vivas entre criadores), y está relacionada con la introducción de un genotipo y/o sexo diferente para la explotación o la búsqueda de un animal fenotípicamente distinto para ser usado en ceremonias tradicionales o para la cura tradicional de ciertas enfermedades. Para esta práctica se suelen utilizar aves de plumaje negro y/o rizado. Esta es una costumbre común en las zonas y existe una fuerte creencia en las mismas. De hecho, la gallina indígena tiene una gran importancia social y cultural para estas comunidades. Guèye (1998) comenta esta importancia y realza su papel sociocultural, su utilización en ceremonias religiosas y otros rituales. Así, comenta el ejemplo de que los agricultores de Senegal creen que los espíritus malignos que tengan como objetivo la familia pueden ser desviados hacia los pollos.

Las aves rurales de las zonas visitadas no reciben asistencia sanitaria, y nunca han sido vacunadas. Algunos criadores afirmaron tener conocimiento de la existencia de vacunas para las gallinas, pero no sabían cómo funcionaba el sistema. La ignorancia, conjuntamente con el miedo a los costes, provoca que dejen sus gallinas desprotegidas. Este es un aspecto negativo que, junto con la escasez de alimentos de calidad razonable para las aves, contribuye a la obtención de bajos índices productivos y constituye un problema en diversos países. Chrysostome *et al.* (1995), FAO (1998) y Paterson *et al.* (2001) reportan la escasa e incluso inexistente asistencia sanitaria en las zonas rurales y Garcês and dos Anjos (2014) y Yakubu (2010) indican que en la mayoría de países donde la asistencia sanitaria no está garantizada por parte del gobierno las gallinas no tienen acceso a la asistencia veterinaria ni son vacunadas debido a los costes financieros que conllevan.

En general la enfermedad de Newcastle es el problema de salud que más preocupa a los criadores, debido a la gran mortalidad que causa. Así, aunque la crianza de las gallinas indígenas sea una práctica continua desde hace tiempo en las comunidades, los criadores se ven obligados a recomenzar (normalmente con un número de efectivos muy bajo) cada vez que surge un nuevo brote. Los autores Kusina *et al.* (2001), Musa *et al.* (2009) y Oakeley (2000) argumentan que las aves indígenas y los respectivos sistemas de producción sufren

constreñimientos debido a las quiebras causadas por dicha enfermedad. Los criadores intentan minimizar sus efectos practicando tratamientos tradicionales a base de plantas, raíces, frutos silvestres, ajos, pimientos picantes, detergente, etc., picados y/o mezclados en el agua de bebida. Estos tratamientos son práctica común para estas explotaciones en diversos países. Desgraciadamente, todavía hay falta de información sobre el uso de los medicamentos etnoveterinarios en pollos (Mwale and Masika, 2009). En Gambia, Guèye (1998) explica que se practica una medida preventiva contra la enfermedad de Newcastle en forma de vacuna tradicional, que consiste en hacer un batido de heces de pájaros salvajes con leche de cabra y la mezcla se da de beber a las gallinas. En nuestro estudio, los criadores, tanto los practicantes como los no practicantes de los tratamientos tradicionales, no están muy convencidos con los resultados obtenidos ya que, los que los realizan, no los encuentran efectivos y cerca del 90% los evalúan como nulos.

La población de gallinas indígenas presenta distintos colores de plumaje, tanto las de plumaje liso como rizado, no habiéndose observado colores característicos de la capa que sean únicos para un tipo específico de plumaje. La gran diversidad fenotípica (colores de la capa) es característica de estas gallinas. Diversos autores la reportan y apuntan diferentes razones para su existencia. En Etiopía Moreda *et al.* (2014) y en Vietnam Van Duy *et al.* (2015), señalan la reproducción libre como la principal causa de esta pluralidad, mientras que Bett *et al.* (2014), que también observaron gran diversidad en gallinas de Bangladesh, Sri Lanka, Vietnam y Pakistán, indican que el fenómeno puede ser una forma de adaptación que permite a las aves camuflarse para protegerse de los predadores. Según Egahi *et al.* (2010) el color del plumaje tiene una marcada importancia para la adaptación de las aves a las condiciones ambientales. Arlina *et al.* (2014) explican desde el punto de vista genético, que las diferencias en los patrones de pigmentación del plumaje son atribuibles a la melanina, que produce una variedad de colores en las plumas de los pollos, y estas diferencias pueden considerarse indicativas de las diferencias genéticas entre ciertos plumajes. Daikwo *et al.* (2011) atribuyen la diversidad de coloración a la falta de selección hacia un determinado color de plumaje y citan a Mc Ainsh (2004) que afirma que la variación fenotípica es exactamente lo que caracteriza a los pollos indígenas.

Las gallinas indígenas generalmente tienen la cresta sencilla. Diversos autores (Arlina *et al.*, 2004; Badubi *et al.*, 2006; Bett *et al.*, 2014; Daikwo *et al.*, 2011, Faruque *et al.*, 2010; Moreda *et al.*, 2014; Pérez *et al.*, 2004) reportan la predominancia de este tipo de cresta en comparación con los otros tipos, como son la cresta en guisante, roseta, nuez y doble. Las variaciones fenotípicas encontradas en las indígenas pueden deberse en parte al aislamiento geográfico, a la selección natural y, también, a la selección artificial, ya que muchos avicultores rurales realizan la sustitución de los reproductores con aves del mismo averío (Melesse and Negesse, 2011). Este hecho puede conducir a la fijación de ciertos caracteres y/o a la pérdida de otros. La genética de los tipos de cresta es muy compleja, aunque se le atribuye a la interacción de dos pares de genes (P_R_), donde la cresta sencilla es (pprr) recesiva (Jenkins, 2002). La cresta roseta está asociada de forma significativa con la infertilidad, debido a que el gen que la codifica está relacionado con una mutación recesiva que afecta la motilidad de los espermatozoides (Upson, 2014). Estos factores, de forma aislada o combinada, puede que favorezcan que la cresta sencilla, aunque recesiva, se presente con mayor frecuencia.

En cuanto al color de la cresta, aunque únicamente hemos observado dos colores, según Bett *et al.* (2014) el color de las gallinas indígenas puede presentar variaciones como el negro, blanco, gris, rojo, multicolor (rojo mezclado con otro color y blanco mezclado con otro color), rosado, naranja y púrpura. Las características de este órgano pueden revelar aspectos sobre la capacidad y el estado de puesta de las gallinas. Según Johnsson *et al.* (2012), el tamaño de la cresta está relacionado con la capacidad de puesta y Damerow (2011) argumenta que la cresta y las barbillas de una buena ponedora deben ser grandes, brillantes y cerosas, en cambio la mala ponedora las presentará pequeñas, arrugadas y pálidas. Sin embargo, Rois Losada (2015), alerta que sobre la puesta intervienen muchos más genes, por lo que hay que considerar otros aspectos y no solamente el tamaño de la cresta como relevante para la evaluación de una ponedora.

Respecto al color de las orejillas, en los gallos predominan las rojas y blancas, mientras que en las gallinas las rosadas, rojas y blancas. La mayoría de razas cosmopolitas presentan las orejillas de color rosado, rojo y blanco, dependiendo del tronco racial de origen. Así, las gallinas del tronco mediterráneo suelen presentar orejillas típicamente blancas, las del

tronco anglosajón rojas y las del tronco asiático rosáceas o rojizas (Sañudo, 2013). Las mozambiqueñas presentan las orejillas en estos tres diferentes colores, lo que sugiere que pueden tener diferentes orígenes, o que la introducción de las gallinas en África pudo haber seguido distintas rutas.

Finalmente, respecto a las patas, las aves mozambiqueñas presentaron tres colores distintos en los tarsos con el siguiente orden de frecuencia: amarillo, gris y negro. El color de los tarsos también pueden relacionarse con los principales grupos raciales, ya que la razas del tronco mediterráneo las tienen de color variable, las del tronco anglosajón amarillo anaranjado y las del tronco asiático amarillo (Sañudo, 2013).

En las aves mozambiqueñas se encontró en general un marcado dimorfismo sexual en las características biométricas. Los gallos presentaron valores mayores que los observados en gallinas. Lo que es típico en la especie *Gallus gallus* y Jacob (2003) menciona como diferencias características que el gallo tiene el cuerpo, cresta, barbillas y espolón más grandes que la gallina y que además puede cantar (“quiquiriqui”), mientras que las gallinas no. Respecto a los parámetros zoométricos analizados, existen pocos trabajos con esta metodología que utilicen las mismas variables para que podamos establecer comparaciones rigurosas con nuestros resultados. Hay que destacar los realizados por Francesch (Francesch *et al.*, 2011; Tur, 2012) ya que utilizaron la misma metodología. No obstante, en ambos solo se han estudiado hembras de razas españolas con 30 y 52 semanas de edad, o sea, más jóvenes que las nuestras.

Según los criterios de Herrera (2001) las variables con coeficientes de variación inferiores al 4% corresponden a una “escasa variabilidad”, lo que muestra que los animales en estudio son muy uniformes para dichas variables. Con base en esta argumentación se sugeriría que las gallinas del presente estudio no tienen la uniformidad morfológica de una raza, ya que los respectivos coeficientes de variación son para todas las variables y para ambos sexos superiores al 4%.

Como era de esperar, a nivel productivo y reproductivo las aves de las líneas cruzadas (F_1), tanto las de línea materna indígena como las de línea paterna indígena, presentaron mejores resultados que las dos líneas indígenas. La superioridad de las líneas cruzadas está asociada a los genes de los reproductores Cobb, que son aves pesadas o híbridos comerciales altamente seleccionados para la producción de carne.

Los pollitos indígenas puros, en general, nacen muy pequeños y con bajo peso (unos 27 gr), lo que es común y ya ha sido observado por autores de varios países, Binda *et al.* (2012) en Sudán, Mogesse (2007) en Etiopía y Munisi *et al.* (2015) en Tanzania. Durante el periodo de cría y recría los dos grupos de indígenas se comportaron de manera idéntica en lo que se refiere a la ganancia de peso y, por tanto, sus pesos al final de este periodo fueron muy similares. Finalmente, la mortalidad registrada en los pollitos indígenas (IR y IL) durante este periodo se ha situado por encima del 17%. La alta mortalidad, particularmente durante las primeras semanas de vida, es indicativa de que estos demandan mayor asistencia debido a los bajos pesos que presentan al nacimiento.

Tanto los gallos como las gallinas indígenas entraron a la fase de producción sin diferencias significativas de peso. En Kenia, Magothe *et al.* (2010) reportaron a las 20 semanas de edad pesos similares a los que hemos observado y sin diferencias significativas entre los linajes de plumaje rizado y liso. No obstante, durante la fase de producción (52 semanas) casi todos los parámetros evaluados han sido significativamente distintos ($p < 0,05$) y mayores para el grupo IL comparados con el grupo IR. Son pocos los estudios realizados en aves indígenas durante un periodo largo (72 semanas), y en particular para machos. En tres ecotipos indígenas de Bangladesh, criados bajo manejo intensivo, Faruque *et al.* (2010) indicaron pesos más bajos de los que hemos observado, que variaban entre 2,1 kg y 2,6 kg en gallos adultos con 80 semanas de edad. En ambos grupos la tasa de conversión alimentaria ha sido elevada. Parece ser que la capacidad de respuesta a los parámetros de crecimiento de las aves indígenas es limitada para justificar su explotación en manejo intensivo y con piensos comerciales que son muy caros.

Respecto a los dos linajes cruzados, tanto los gallos como las gallinas empezaron la fase productiva con pesos similares. Durante esta fase, dentro de cada sexo, las aves del grupo F_{1m} presentaron valores significativamente ($p < 0,05$) mayores de ganancia de peso, peso

final y mejor conversión alimentaria que las F_{1p}. Lo que indica que el cruce con madre indígena ha respondido mejor en los parámetros de crecimiento que el cruce con padre indígena.

Dentro de cada linaje la conversión alimentaria fue peor en las gallinas que en los gallos, muy probablemente debido al hecho de que las gallinas en este periodo ya están en puesta, por lo que tienen más necesidades energéticas que los machos. Durante todo el periodo en el crecimiento de las aves es notorio el dimorfismo sexual, tanto en los linajes puros como en los cruzados, ya que los machos presentan una mayor capacidad para desarrollar la masa muscular, resultando en un mayor peso que las hembras. Así, según Emmerson (2003), los machos pueden ser de un 30% a un 40% más pesados que las hembras.

Respecto al rendimiento de carcasa, este fue similar en los 4 grupos estudiados, aunque según Santos *et al.* (2005), que cita a García-Vao (1994), en linajes de crecimiento lento, como son las indígenas, el porcentaje de carne en la carcasa es mayor que en líneas comerciales. En cuanto al rendimiento de los cortes, el de pierna fue similar entre las 4 estirpes, sin embargo se observaron diferencias significativas en el rendimiento de la pechuga, donde las cruzadas presentaron un rendimiento un 4% superior que las indígenas. Hay que recordar que este es uno de los parámetros de selección en las líneas mejoradas para producción de carne.

En cuanto a las características de la carne producida, en el presente estudio los valores de pH han sido, para todos los casos, superiores a 5,8 y los valores L*a*b* han indicado que todas las carnes evaluadas eran oscuras. Está demostrado que la carne de los pollos indígenas presenta tendencia a ser más oscura como resultado de un crecimiento lento, mayor actividad física y la genética, ya que sus músculos poseen más fibras musculares rojas por lo que tienen mucha mioglobina, son ricos en hierro y están adaptados para el metabolismo aeróbico (Dransfield and Sosnicki, 1999). Según Santos (2005) el consumidor aprecia el enrojecimiento y la textura más dura de esta carne y los considera unos atributos que los diferencian de la carne de pollo comercial. También consideramos que la técnica de maceración de la muestra que fue utilizada para la toma de estas mediciones quizás pudo haber contribuido al enrojecimiento de la carne.

Los parámetros productivos relacionados con la puesta indican que las gallinas indígenas alcanzan la madurez sexual, que corresponde a la puesta del primero huevo, a las 22,12 semanas (\approx 155 días) de edad, con una tasa anual de puesta del 37%, que les garantizó una producción total de unos 127 huevos/gallina/año con un peso medio de 41 gr/ huevo, y una conversión alimentaria de alrededor de 9 gr de pienso/gr de peso de huevo producido.

La edad a la madurez sexual para las gallinas indígenas presenta mucha variación entre los autores (Ajayi 2010; Demeke, 2005; Mogesse, 2007). Con respecto a esta gran variación Kingo'ri *et al.* (2010) realizaron una revisión sobre los aspectos productivos de las gallinas indígenas en Kenia, y mencionan distintos intervalos. Así, las aves más precoces pueden alcanzarla a los 133 días y las más tardías a los 225 días, lo que confirma que no solamente la edad sino muchos más factores contribuyen para que el ave alcance la madurez sexual. Mohammed and Abdalsalam (2005) refieren que el peso del ave es muy importante en la aparición de la madurez sexual. Así, las formas de crianza causan mucha variación en el peso de los animales y, consecuentemente, influyen en la edad a la madurez.

Los resultados de las características externas de los huevos de los dos linajes indígenas fueron similares y presentaron pesos y medidas inferiores a las de los cruces. Esto podría ser debido al menor peso de estas aves ya que existe una relación entre el tamaño de la gallina y el de sus huevos (Almeida *et al.*, 2008). A pesar de la diferencia observada en el grosor de la cáscara entre nuestras gallinas indígenas y las F1, no se han obtenido diferencias significativas en cuanto a su resistencia. La calidad de la cáscara es un importante rasgo para mantener la integridad y la calidad del huevo (Castelló, 2010), por lo que los criadores de aves de puesta deberían incorporar en sus programas de cría este factor para reducir las pérdidas debidas a roturas.

Con respecto a la coloración de la cáscara los huevos, los de las gallinas indígenas principalmente fueron blancos o crema mientras que en los dos grupos cruzados, fue notoria la gran tendencia para el color marrón. Según King'ori (2012), todos los huevos son inicialmente blancos y la coloración final del cascarón resulta de la deposición de pigmentos de porfirinas. El tipo de pigmento depende de la genética del ave, aunque otros factores también pueden influir ya que el color de la cáscara influye en el camuflaje de los

huevos para evitar a los posibles depredadores y la selección natural ha ido adaptando la coloración de los huevos al hábitat del ave.

A nivel interno, el color de yema presentó diferencias entre las estirpes, siendo las más amarillentas los de las gallinas de pluma lisa y las más anaranjadas las de las F_{1p}. Según Buxadé (2000) el color de la yema se debe, principalmente, a los pigmentos carotenoides que el ave obtiene a través del alimento, e indica que los factores nutricionales son los más importantes. No obstante, en nuestro estudio todos los linajes tenían la misma alimentación. Finalmente, el grupo F_{1p} fue el que presentó una mayor calidad interna a nivel de UH. Mogesse (2007), en varias estirpes de gallinas indígenas de Etiopía, indicó valores de UH inferiores a los de nuestro estudio, de entre 55 y 64 UH, lo que indica que la calidad interna de los huevos de las gallinas indígenas presenta mucha variación, quizás debido a los bajos pesos que presentan, ya que es uno de los parámetros que se utilizan para el cálculo de estas unidades. A pesar de no haber obtenido en nuestros huevos valores muy elevados en sus UH, estos se podrían clasificar según el USDA (2000) como huevos “A”, es decir, de alta calidad, y, en el caso de los del linaje F_{1p}, de excelente calidad (“AA”).

Respecto a los resultados de la producción de huevos fertilizados con base en apareamientos naturales e incubados artificialmente, las dos estirpes indígenas proporcionaron resultados similares tanto en jaulas (T1) como en el suelo (T2), mientras que las cruzadas disminuyeron su producción al estar alojadas en corrales. Como era de esperar, el consumo de pienso incrementó cuando las gallinas se alojaron en corrales, ya que tenían más espacio para moverse, lo que causa un incremento en sus necesidades energéticas. De hecho, una de las ventajas que se apuntan al uso de las baterías es la disminución de las necesidades energéticas de las aves (Avícola, 2012) y, aunque desde hace algún tiempo se investiga para hallar un sistema alternativo a las baterías, el problema es lograr su sustitución sin aumentar exageradamente el coste de producción (Castelló, 1990).

Por lo que respecta a la incubación artificial, los huevos de las gallinas IL proporcionaron resultados similares a los de las cruzadas, mientras que las IR presentaron una tasa de eclosión menor ($p < 0,05$) a los grupos F₁. En todos los grupos la muerte embrionaria precoz ha sido la principal responsable de la no eclosión de los huevos incubados, siendo en

el grupo IR donde se produjo a un nivel superior ($p < 0,05$), influyendo negativamente en la tasa de eclosión de este grupo. Según Valencia (2011), el gen rizado (F) es dominante incompleto y de acción semiletal o subletal. Las anomalías físicas a las que puede dar origen pueden ser de importancia desde el punto de vista de la exhibición. En homocigosis (FF) el efecto es mayor que en heterocigosis. Este hecho puede explicar en cierta medida la gran mortalidad embrionaria que hemos observado en el linaje rizado. Finalmente, la fertilidad de los huevos de nuestras gallinas indígenas en general es alta y está de acuerdo con lo que reportan diferentes autores (Adeleke et al., 2012; Alabi et al., 2012b; Ashraf et al., 2003; Desha et al., 2015). Los mismos autores también señalan elevadas tasas de eclosión que suelen estar por encima del 70%.

Cuando las gallinas incubaron sus huevos (T3 y T4), el inicio de la puesta (1^{er} ciclo) fue más temprano en las gallinas IR que en el resto de grupos. Resultado que ya había sido obtenido en los tratamientos T1 y T2. Así mismo, igual que en los tratamientos T1 y T2, las gallinas de los grupos indígenas han realizado una media de 3 ciclos de puesta por año mientras que las gallinas cruzadas (F₁) no han pasado de 2 ciclos al año. Sin embargo, sus ciclos han sido mucho más largos que en las indígenas, ya que entraban con menos facilidad en cloquez, por lo que presentaron una mayor tasa de puesta. Los restantes parámetros no presentaron diferencias significativas entre los grupos indígenas ni entre los cruzados, siendo los índices productivos significativamente superiores en los grupos cruzados. Indicar que en extensivo el grupo F_{1m} fue el que presentó una tasa de puesta significativamente mayor que el resto de linajes, mientras que con respecto a las tasas de fertilidad y de eclosión, el linaje IL fue el que, en general, presentó porcentajes más elevados y no se vio afectado por el sistema de producción utilizado, ya que más del 80% de sus huevos incubados acabaron con el nacimiento de un pollito. Las tasas de eclosión de las gallinas indígenas en incubación natural son variables, y Olwande *et al.* (2010) han descrito un intervalo bien largo de entre 40-100%. La alta tasa de fertilidad observada en las gallinas indígenas IL está de acuerdo con lo observado por Islam and Nishibori (2009). Estos autores comentan que las gallinas indígenas en condiciones locales son mejores que las razas exóticas para este parámetro, debido a su mejor adaptación al entorno.

Finalmente, en este estudio la mortalidad de los pollitos fue alta, destacando los porcentajes obtenidos en condiciones de campo. Este hecho ya fue observado por Demeke (2005) en pollitos indígenas etíopes bajo manejo intensivo. El autor comentó que no estaba clara la razón de la elevada mortalidad, comentario que se aplica para el presente estudio. Hay que tener presente que los pollitos en extensivo no se beneficiaron de una alimentación mejorada y estaban expuestos a los depredadores y a otros peligros que no existían para los pollitos del tratamiento 3.

Recomendaciones generales

Las gallinas indígenas son de importancia inestimable para los pueblos rurales. La caracterización, utilización y la conservación de estos recursos genéticos avícolas es muy importante para Mozambique, cuya economía depende en gran medida del sector agrícola. Con base en los principales trabajos que componen la presente tesis se recomienda:

- Los criadores rurales deben considerar de una forma general la construcción de abrigos para sus aves, para proteger los pollitos de la intemperie y de los predadores.
- Se debe dar alguna asistencia al sector rural, con respecto a los dos principales problemas que los criadores se enfrentan en la explotación de estas aves como son una la asistencia veterinaria básica y estimular la búsqueda y uso de alimentos alternativos de bajo costo que pueden ser producidos localmente.
- La gallina indígena, ha demostrado capacidad productiva y reproductiva en los diferentes sistemas que componen el presente estudio. Debido a la baja eficiencia de conversión alimentaria que presentan, tanto para producción de carne como de huevos, estos animales no muestran potencial para su utilización en producción intensiva, donde se demanda una alta inversión.
- El cruzamiento de las gallinas indígenas con las comerciales produjo en ambos linajes (madre indígena y padre indígena) aves con altos índices productivos y menor

conversión alimentaria para la producción de carne y huevos. No obstante, no se puede adoptar como una vía de mejora de las indígenas, ya que la manutención de las líneas F₁ es demasiado costosa debido a la necesidad de reproductores puros. Además, al presentar genes foráneos interfieren en la genética de la población local.

- Sería recomendable elaborar e implementar programas de mejora basados en la selección dentro de las propias poblaciones para incrementar los parámetros productivos y reproductivos de las gallinas mozambiqueñas.

CAPÍTULO VIII:

Conclusiones

1. La crianza de las gallinas indígenas se realiza de manera tradicional y libre, gestionada básicamente por mujeres, con poca o nula inversión estructural y sanitaria.
2. La media de ciclos productivos por año es de 3 a 4, con una producción de 11 a 15 huevos/ciclo y una prolificidad de 9 a 11 pollitos/gallina/ciclo, siendo la tasa de eclosión del 75%.
3. A nivel morfológico, la población de gallinas del sur Mozambique es muy heterogénea y no se ha podido establecer la existencia de grupos raciales distintos.
4. Para la producción y las características de los huevos y de la carne no se han observado diferencias significativas entre las poblaciones de gallinas lisas y rizadas, excepto para la tasa de crecimiento y la conversión alimentaria en la fase de engorde (20 a 72 semanas de vida), donde las de plumaje liso mostraron mejores tasas que las rizadas. Respecto a las poblaciones cruzadas, las de madre indígena resultaron mejores para la producción de carne y las de padre indígena para la calidad interna de los huevos.
5. En producción continua las gallinas indígenas proporcionaron tasas de puesta similares, tanto en jaulas como libres en el suelo.
6. En los tratamientos donde las gallinas incuban los huevos, el grupo que ha mantenido la misma tasa de puesta, tanto en corrales como en el campo, ha sido el cruzado con madre indígena (F1m). Respecto a las tasas de fertilidad y de eclosión, las indígenas de plumaje liso fueron las que presentaron los mejores resultados en todos los tratamientos.

CAPÍTULO IX:

Bibliografía

- Abad J.C., Llobet J.A., García E.C., Infesta P.C., Barral A., Martin E.G., García R.L., and Sanz R.M. (2003). Reproducción e incubación en avicultura. 1a Edición. *Real Escuela de Avicultura. IMGESA. Spain*, 599.
- Adebambo, A. O., Adeleke, M. A., Whetto, M., Peters, S. O., Ikeobi, C. O. N., Ozoje, M. O., Oduguwa, O. O., and Adebambo, O. A. (2010). Combining abilities of carcass traits among pure and crossbred meat type chickens. *International Journal of Poultry Science* **9**, 777-783.
- Adebambo, A. O., Ozoje, M. O., Adebambo, F., and Abiola, S. S. (2006). Genetic variations in growth performance of Giriraja, Indian White Leghorn and improved indigenous chicken breeds in south west Nigeria. *Nigerian Journal of Genetics* **20**, 7-16.
- Adeleke, M. A., Peters, S. O., Ozoje, M. O., Ikeobi, C. O. N., Bamgbose, A. M., and Adebambo, O. A. (2011). Growth performance of Nigerian local chickens in crosses involving an exotic broiler breeder. *Tropical Animal Health Production* **43**, 643-650.
- Adeleke, M. A., Peters, S. O., Ozoje, M. O., Ikeobi, C. O. N., Bamgbose, A. M., and Adebambo, O. A. (2012). Effect of crossbreeding on fertility, hatchability and embryonic mortality of Nigerian local chickens. *Tropical animal health and production* **44**, 505-510.
- Adetayo, A. S., and Babafunso, S. E. (2001). Comparison of the performance of Nigerian indigenous chickens from three agro-ecological zones. *Livestock Research for Rural Development* **13**.
- Adomako, K., Olympio, O. S., Hamidu, J. A., Akortsu, F. D., Aboagye Poku, R., and Djang-Fordjour, H. (2013). Effects of genotype and feather colour on egg quality traits of local-exotic crossbreds. *Proceedings GSAP 2013 Conference*.
- Agenjo, C. (1964). Enciclopedia de Avicultura. *España - Calpe, S.A. Madrid*. Pp. 49 - 67.
- Aini, I. (1990). Indigenous chicken production in South-east Asia. *World's Poultry Science Journal* **46**, 51-57.
- Ajayi, F. O. (2010). Nigerian indigenous chicken: a valuable genetic resource for meat and egg production. *Asian Journal of Poultry science* **4**, 164-172.
- Akinola, L. A. F., and Essien, A. (2011). Relevance of rural poultry production in developing countries with special reference to Africa. *World's Poultry Science Journal* **67**, 697 - 705.
- Alabi, O. J., Ng'Ambi, J. W., and Norris, D. (2012a). Effect of egg weight on physical egg parameters and hatchability of indigenous Venda chickens. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* **7**, 166-172.

- Alabi, O. J., Ng'ambi, J. W., Norris, D., and Egena, S. S. A. (2012b). Comparative study of three indigenous chicken breeds of South Africa: body weight and linear body measurements. *Agricultural journal* **7**, 220-225.
- Alabi, O. J., Ng'ambi, J. W., Norris, D., and Mabelebele, M. (2012c). Effect of egg weight on hatchability and subsequent performance of Potchefstroom Koekoek chicks. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* **7**, 718-725.
- Alders, R. G., and Pym, R. A. E. (2009). Village poultry: still important to millions, eight thousand years after domestication. *World's Poultry Science Journal* **65**, 181-190.
- Alders, R. G., Fringe, R., Manganhela, A., Mata, B., Spradbrow, P., Harun, M. A., and F. Dias, P. (1999). A doença de Newcastle nas Galinhas do Sector Familiar: Manual de Campo. Instituto Nacional de Investigação Veteriária. *Moçambique e Centro Australiano para Investigação Agrária Internacional. Maputo Moçambique. Pp 3-7.*
- Alleoni, A. C. C., and Antunes, A. J. (2001). Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. *Scientia Agrícola, Piracicaba* **58**, 681-685.
- Almeida, J. G., Vieira, S. r. L., Reis, R. N., Berres, J., Barros, R. d., Ferreira, A. K., and Furtado, F. I. V. F. (2008). Hatching distribution and embryo mortality of eggs laid by broiler breeders of different ages. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* **10**, 89-96.
- Al-Rawi, A. A., and Al-Athari, A. K. (2002). Characteristics of indigenous chicken in Iraq. *Animal Genetic Resources Information* **32**, 87-93.
- Arlina, F., Abbas, H., and Anwar, S. (2014). Variability of External Genetic Characteristic of Kokok Balenggek Chicken in West Sumatera, Indonesia. *International Journal of Poultry Science* **13**, (4), 185.
- Ashraf, M., Mahmood, S., and Ahmad, F. (2003). Comparative reproductive efficiency and egg quality characteristics of Lyallpur Silver Black and Rhode Island Red breeds of poultry. *International Journal of Agriculture & Biology* **5**, 449-451.
- Avícola, E. S. (2012). Manejo de galpones automáticos de ponedoras. *5m Publishing*. <http://www.elsitioavicola.com/articles>. Consultado el 1/11/2016.
- Badubi, S. S., and Ravindran, V. (2004). A survey of small-scale layer production systems in Botswana. *International Journal of Poultry Science* **3**, 322-325.
- Badubi, S. S., Rakereng, M., and Marumo, M. (2006). Morphological characteristics and feed resources available for indigenous chickens in Botswana. *Livestock Research for Rural Development* **18(1)** 205-211.
- Baeza, E., Chartrin, P., Meteau, K., Bordeau, T., Juin, H., Le Bihan-Duval, E., Lessire, M., and Berri, C. (2010). Effect of sex and genotype on carcass composition and

- nutritional characteristics of chicken meat. *British Poultry Science* **51:3**, 344-353.
- Barbieri, E. (2010). Biodiversidade: a variedade de vida no planeta terra. *Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento do Litoral Sul (Cananéia), do Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio do Pescado Marinho, Instituto de Pesca, APTA (Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios), Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.*, 1-16.
- Barbosa, F. J. A. D. (2004). Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens. *Doctoral dissertation. Universidade de São Paulo. Brasil.*
- Barbut, S. (1997). Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. *British Poultry Science* **38**, 355-358.
- Barroeta, A. C. (2007). Nutritive value of poultry meat: relationship between vitamin E and PUFA. *World's Poultry Science Journal* **63**, 277-284.
- Barua, A., and Yoshimura, Y. (1997). Rural poultry keeping in Bangladesh. *World's Poultry Science Journal* **53**, 387-394.
- Besunsan, N. (2002). Seria melhor mandar ladrilhar? Biodiversidade como, para que, por quê., Vol. 2ª edição revista e ampliada. Instituto Socioambiental, Editora UNB, Brasília.
- Bett, R. C., Bhuiyan, A., Khan, M. S., Silva, G., Islam, F., Abeykoon, M. N. D., Nguyen, T. H., Sadeq, S., Mwai, O., and Ibrahim, M. N. M. (2014). Phenotypic variation of native chicken populations in the South and South East Asia. *International Journal of poultry science* **13**, 449.
- Binda, B. D., Yousif, I. A., Elamin, K. M., and Eltayeb, H. E. (2012). A comparison of performance among exotic meat strains and local chicken ecotypes under Sudan conditions. *International Journal of poultry science* **11**, 500.
- Blay, I. (2003). Caracterización Zoométrica De Dos Poblaciones De Gallinas Adultas: Penedesenca Aperdizada Y Empordanesa Rubia. *Universidad Cardenal Herrera CEU. Facultad de ciencias Experimentales y de la Salud. Departamento de Producción Animal y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. CAPA de la Generalitat Valenciana Servicio de Tecnología Ganadera. Valencia. España.*
- Brossi, C. (2007). Qualidade de carne de frango: efeito do estresse severo pré-abate, classificação pelo uso da cor e marinação. *Doctoral dissertation, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz."*
- Burgos, S., Hanh, P. T. H., Roland-Holst, D., and Burgos, S. A. (2007). Characterization of poultry production systems in Vietnam. *International Journal of Poultry Science* **6**, 709-712.

- Buxadé, C. (2000). La Gallina Ponedora. *2a Edicion. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona. Pág. 640.*
- Cañeque M., V., de Huilдобro, R., Dolz, F., Hernández, J. F., &, and Antonio, J. (1989). "Producción de carne de cordero," Madrid, ES: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 520 p.
- Castelló, J. A. (1990). Elección del sistema de producción. *Selecciones avícolas* **32**, 6-14.
- Castelló, J. A. (2010). Producción de Huevos. *2a Edicion. Real Escuela de Aavicultura. Barcelona. Pág. 573.*
- Castelló, J. A., Cedó, R., Cepero, R., García, E., Pontes, P.M., Vaquerizo, J.M. (2002). Producción de carne de pollo. *Real Escuela de Avicultura. Edictora IMGESA. España. Pág. 542.*
- Ceballos, P., Molina, J., Franco, A., Palacios, B. (1989). Manual del Anillador. 94-113.
- Cereser, N. D., Costa, F. M. R., Rossi Júnior, O. D., Silva, D. A. R. d., and Sperotto, V. d. R. (2008). Foodbourne botulism. *Ciência Rural* **38**, 280-287.
- Choo, Y. K., Kwon, H. J., Oh, S. T., Um, J. S., Kim, B. G., Kang, C. W., Lee, S. K., and An, B. K. (2014). Comparison of growth performance, carcass characteristics and meat quality of Korean local chickens and silky fowl. *Asian-Australasian journal of animal sciences* **27**, 398-405.
- Chowdhury, S. D. (2013). Family poultry production in Bangladesh: is it meaningful or an aimless journey? *World's Poultry Science Journal* **69**, 649-665.
- Chrysostome, C., Bell, J. G., Demey, F., and Verhulst, A. (1995). Sero prevalences to three diseases in village chickens in Benin. *Preventive veterinary medicine*, **22**, 257-261.
- Corominas, E. (1950). Esquemas para la confección de Standard o patrones raciales en las aves. *Avicultura Técnica* **36**: 412-414.
- Crawford, R. (1990). Poultry Breeding and Genetics. . *ELSEVIER. Amsterdam. Netherlands. Pág. 168.*
- Daikwo, I. S., Okpe, A. A., and Ocheja, J. O. (2011). Phenotypic characterization of local chickens in Dekina. *International Journal of Poultry Science* **10** (6) 444-447.
- Damerow, G. (2011). Guía de la Cría de Pollos y Gallinas. *Ediciones Omega, S.A. Barcelona* Pág. 520.
- Das, S. C., Chowdhury, S. D., Khatun, M. A., Nishibori, M., Isobe, N., and Yoshimura, Y. (2008). Poultry production profile and expected future projection in Bangladesh. *World's Poultry Science journal* **64**, 99-118.

- Demeke, S. (2003). Growth performance and survival of Local and White Leghorn chickens under scavenging and intensive systems of management in Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*. 15.
<http://lrrd.cipav.org.co/lrrd15/11/deme1511.htm>. Consultado el 4/11/2016.
- Demeke, S. (2005). Growth performance and survival of local and white leghorn chicken under intensive management system. *SINET: Ethiopian Journal of Science* 27, 161-164.
- Desha, N. H., Islam, F., Ibrahim, M. N. M., Okeyo, M., and Bhuiyan, H. J. a. A. (2015). Fertility and hatchability of eggs and growth performance of mini-incubator hatched indigenous chicken in rural areas of Bangladesh. *Tropical Agricultural Research* 26, 528-536.
- Dhama, K., Singh, R. P., Karthik, K., Chakraborty, S., Tiwari, R., Wani, M. Y., and Mohan, J. (2014). Artificial insemination in poultry and possible transmission of infectious pathogens: A review. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* 9, 211-228.
- Díaz, F. J. T., Martínez, G. C., Berg, T., Pena, S. T., and Hauck, R. (2014). Vacunación en Avicultura. *Editora SERVET. Grupo Asís Biomedica S.L. Zaragoza - España*
- Dolberg, F. (2003). Review of household poultry production as a tool in poverty reduction with focus on Bangladesh and India. *FAO Pro-Poor Livestock Policy Initiative* 6.
- Dos Santos, A. L., Sakomura, N. K., Freitas, E. R., Maria, C., Fortes, L. S., Carrilho, E. N. V. M., and Fernandes, J. B. K. (2005). Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. *R. Bras. Zootecnia*, 34 (5), 1589-1598.
- Dransfield, E., and Sosnicki, A. A. (1999). Relationship between muscle growth and poultry meat quality. *Poultry Science* 78, 743-746.
- Duguma, R. (2006). Phenotypic characterization of some indigenous chicken ecotypes of Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 18, Article #131.
- Egahi, J. O., Dim, N. I., Momoh, O. M., and Gwaza, D. S. (2010). Variations in qualitative traits in the Nigerian local chicken. *International Journal of Poultry Science* 9, (10) 978-979.
- Emmerson, D. (2003). Breeding objectives and selection strategies for broiler production. *Poultry Genetics, Breeding and Biotechnology*. WM Muir and SE Aggrey, eds. CABI Publishing, Wallingford, UK, 113-126.
- Ershad, S. M. E. (2005). Performance of Hybrid Layers and Native Hens under Farmers' Management in a Selected area of Bangladesh. *International Journal of Poultry science* 4, 228-232.

- Estrada, M. A. (2007). Caracterización fenotípica, Manejo y usos del pavo doméstico (*Meleagris gallopavo*, gallopavo) en la comunidad indígena de Kapola en a sierra nororiental del Estado de Puebla, México. *Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados*. p.p 93.
- Fanatico, A. (2003). Small-scale poultry processing. <http://sd.appstate.edu/sites/sd.appstate.edu/files/poultryprocess.pdf>.
- FAO (1987). Bancos de Datos de recursos genéticos Animales. Tres descriptores de especies avícolas. *Estudio FAO Producción y Sanidad Animal 59 / 3*. .
- FAO (1995). Conservación de los recursos genéticos en la ordenación de los bosques tropicales. *Fundo de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación*. N^o 107. Roma. p.37.
- FAO (1998). Village chicken production systems in rural Africa: Household food security and gender issues. *Animal Production Health, paper 142*.
- FAO (1999). Animal genetic resources information. N^o 25, Rome, Italy.
- FAO (2011). Draft Guidelines on Phenotypic Characterization of Animal Genetics Resorces. *Commission on genetic resources for food and agriculture 5.1*.
- FAO (2013). Poultry Sector Mozambique. FAO Animal Production and Health Livestock Country Reviews. N^o 5. Rome.
- Faruque, S., Siddiquee, N. U., Afroz, M. A., and Islam, M. S. (2010). Phenotypic characterization of Native Chicken reared under intensive management system. *J. Bangladesh Agric. Univ.* **8**, 79-82.
- Francesch, A. (1998). Razas de Gallinas. *Ediciones Arte Avícola. Colección biblioteca Avícola. Valls (Tarragona)*.
- Francesch, A. (2002). Gallinas Enanas de raza. *1a Edición. Edita: Arte Avícola publicaciones. Tarragona. Barcelona. Pág. 398*.
- Francesch, A. (2006). Gallinas de Raza *2a Edicion. Edita: Artes Avícola Publicaciones. Tarragona. Barcelona. Pág. 530*.
- Francesch, A., Estany, J., Alfonso, L., and Iglesias, M. (1997). Genetic parameters for egg number, egg weight, and eggshell color in three Catalan poultry breeds. *International Journal of Poultry Science* **76**, 1627-1631.
- Francesch, A., Villalba, D., and Cartañá, M. (2011). Methodology for morphological characterization of chicken and its application to compare Penedesenca and Empordanesa breeds. *Animal Genetic Resources - Food and Agriculture Organization of the United Nations* **48**, 79-84.
- FSIS (2005). Food Safety And and Inspectin Servic. Meat and Poultry Hazards and Controls Guide. *United States Department of Agriculture*.

- Garcês, A. (2008). "Poultry Production in Southern Africa," Imprensa da Universidade Eduardo Mondlane. Maputo. 1a edição. pág. 237/Ed.
- Garcês, A., and dos Anjos, F. (2014). A produção familiar de galinhas nas zonas rurais de África: características e limitações. *Revista Científica da Universidade Eduardo Mondlane* **1**, 82-99.
- Goodrow, E. F., Wilson, T. A., Houde, S. C., Vishwanathan, R., Scollin, P. A., Handelman, G., and 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. *The Journal of Nutrition* **136**, 2519-2524.
- Gracey, J. F., Collins, D. S., and Huey, R. J. (1999). Meat Hygiene. *10th Edition*. Pp 61-62.
- Griffiths, L., Leeson, S., and Summers, J. D. (1978). Studies on abdominal fat with four commercial strains of male broiler chicken. *Poultry Science* **57**, 1198-1203.
- Gu, Y., Schinckel, A. P., and Martin, T. G. (1992). Growth, development, and carcass composition in five genotypes of swine. *Journal of animal science* **70**, 1719-1729.
- Guèye, E. F. (1998). Village egg and fowl meat production in Africa. *World's Poultry Science Journal* **54**, 73 - 86.
- Guèye, E. F. (2000). The role of family poultry in poverty alleviation, food security and the promotion of gender equality in rural Africa. *Outlook on agriculture* **29**, 129-136.
- Gunter, H., and Hautzinger, P. (2007). Meat processing technology for small to medium Scale producers. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome, Italy*.
- Haiger, A. (1982). Métodos Biométricos em Produção animal. *Instituto universitário de Tras-os-Montes e Alto Douro. Vila Real. Portugal*.
- Haitook, T. (2006). Study on chicken meat production for small-scale farmers in Northeast Thailand. *kassel university press GmbH*.
- Hamilton, R. M. G. (1982). Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. *Poultry Science*. **61**, 2022-2039.
- Hassen, H., Nesor, F. W. C., Dessie, T., De Kock, A., and Van Marle-Koster, E. (2006). Studies on the growth performance of native chicken ecotypes and RIR chicken under improved management system in Northwest Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development* **18**, 241-246.
- Havenstein, G. B., Ferket, P. R., and Qureshi, M. A. (2003). Growth, livability, and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poultry Science* **82**, 1500-1508.

- Hedrick, P. W. (1975). Genetic similarity and distance: comments and comparisons. *Evolution*, **29**, 362-366.
- Herrera, M. (2001). Comunicado de Sociedad Española de Zooetnología (SEZ). *El Arca* 5.
- Hillel, J., Groenen, M. A. M., Tixier-Boichard, M. I., Korol, A. B., David, L., Kirzhner, V. M., Burke, T., Barre-Dirie, A., Crooijmans, R., and Elo, K. (2003). Biodiversity of 52 chicken populations assessed by microsatellite typing of DNA pools. *Genetics Selection Evolution*, **35**, 533-558.
- Hoffmann, I. (2005). Research and investment in poultry genetic resources-challenges and options for sustainable use. *World's Poultry Science Journal* **61**, 57-70.
- Hussain, S., Ahmed, Z., Khan, M. N., and Khan, T. A. (2013). A study on quality traits of chicken eggs collected from different areas of Karachi. *Sarhad J. Agric.* **29**, 255-259.
- Hutt, F. B. (1949). Genetics of the fowl. *McGraw-Hill, New York*. 577 p.
- Hutt, F. B. (1960). Genética avícola. *Editorial Salvat, España* 692p.
- Iqbal, A., Akram, M., Sahota, A. W., Javed, K., Hussain, J., Sarfraz, Z., and Mehmood, S. (2012). Laying characteristics and egg geometry of four varieties of indigenous Aseel chicken in Pakistan. *The Journal of Animal & Plant Sciences* **22**, 848-852.
- Islam, M. A., and Nishibori, M. (2009). Indigenous naked neck chicken: a valuable genetic resource for Bangladesh. *World's Poultry Science Journal* **65**, 125-138.
- ISO - International Standard. (2004). Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs - Determination of Water Activity. 1st ed.
- Jacob, J. P., Ben Mather F., and Garcia L.J.C., (2003). Reversión de Sexo en Pollos. *Departamento de Animal Science, del Servicio de Extensión. Cooperativo de la Florida, del Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, universidad de la Florida*. **PS55S**.
- Jaturasitha, S., Kayan, A., and Wicke, M. (2008a). Carcass and meat characteristics of male chickens between Thai indigenous compared with improved layer breeds and their crossbred. *ARCHIV FUR TIERZUCHT* **51 (3)**, 283.
- Jaturasitha, S., Srikanchai, T., Kreuzer, M., and Wicke, M. (2008b). Differences in carcass and meat characteristics between chicken indigenous to northern Thailand (Black-boned and Thai native) and imported extensive breeds (Bresse and Rhode Island Red). *Poultry Science* **87 (1)**, 160-169.
- Jenkins, J. B. (2002). Genética. *Editorial Reverté, S.A. Barcelona*.

- Jesus, J. R. (2012). Avaliação de características de qualidade interna e externa de ovos férteis de matrizes de diferentes idades em diferentes tempos de armazenamento. *Universidade de Brasilia*
- Johnsson, M., Gustafson, I., Rubin, C.-J., Sahlqvist, A.-S., Jonsson, K. B., Kerje, S., Ekwall, O., Kampe, O., Andersson, L., and Jensen, P. (2012). A sexual ornament in chickens is affected by pleiotropic alleles at HAO1 and BMP2, selected during domestication. *PLoS Genet* **8**, e1002914.
- Karp, A. (1997). Molecular tools in plant genetic resources conservation: a guide to the technologies. IPGRI technical bulletins, International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome, Italy. <https://books.google.es>. Consultado el 10/11/2016.
- Keshavarz, K. (1994). Laying hens respond differently to high dietary levels of phosphorus in monobasic and dibasic calcium phosphate. *Poultry science* **73**, 687-703.
- Kgwatalala, P. M., Bolowe, A. M., and Pene, T. (2013a). Laying performance and egg traits of indigenous Tswana chickens under traditional management. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science* **2**, 148-152.
- Kgwatalala, P. M., Molapisi, M., and Damba, C. (2013b). Influence of strain and egg size on the hatchability of indigenous Tswana chicken eggs. *International Journal of Livestock Research* **4**, 63-73.
- Khan, A. G. (2008). Indigenous breeds, crossbreds and synthetic hybrids with modified genetic and economic profiles for rural family and small scale poultry farming in India. *World's Poultry Science Journal* **64**, 405-415.
- King'ori, A. M. (2012). Poultry egg external characteristics: Egg weight, shape and shell colour. *Research Journal of Poultry Sciences* **5**, 14-17.
- Kingori, A. M., Wachira, A. M., and Tuitoek, J. K. (2010). Indigenous chicken production in Kenya: A review. *International Journal of Poultry Science* **9**, 309-316.
- Kovacs-Nolan, J., Phillips, M., and Mine, Y. (2005). Advances in the value of eggs and egg components for human health. *Journal of agricultural and food chemistry* **53**, 8421-8431.
- Kusina, J., Kusina, N. T., and Mhlanga, J. (2001). A survey on village chicken losses: causes and solutions as perceived by farmers. In "ACIAR PROCEEDINGS", pp. 148-155. ACIAR; 1998.
- Lázaro, C. G., Hernández, Z. J. S., Vargas, L. S., Martínez, L. A., and Pérez, A. R. (2012). Uso de caracteres morfométricos en la clasificación de gallinas locales. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal* **2**, 109-114.
- López Pérez, J. P. (2011). Observación de la actividad antimicrobiana del ajo (*Allium sativum*) en el laboratorio de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre*

Enseñanza y Divulgación de las Ciencias <http://reuredc.uca>, consultado el 5/10/2016.

- Macari M., Gonzales E., Patrício I.S., Naas I.A., and P.C., M. (2015). Manejo de la Incubación. *FACTA, FAPESP, The World Poultry Science Association & AECA-WPSA. Brasil.*, 514.
- Magothe, T. M., Muhuyi, W. B., and Kahi, A. K. (2010). Influence of major genes for crested-head, frizzle-feather and naked-neck on body weights and growth patterns of indigenous chickens reared intensively in Kenya. *Tropical Animal Health Production* **42**, 173-183.
- Mammo, M., Berhan, T., and Tadelle, D. (2008). Village chicken characteristics and their seasonal production situation in Jamma District, South Wollo, Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development* **20**, (7). <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd20/7/meng20109.htm>. consultado el 6/10/2016.
- Martínez, R. D. (2008). Caracterización genética y morfológica del bovino criollo argentino de origen patagónico. (Doctoral dissertation). *Universidad Politécnica de València*.
- Meadows, D. L., Meadows, D., and Randers, J. (1978). "Limites do crescimento," Qualitymark Editora Ltda.
- Melesse, A., and Negesse, T. (2011). Phenotypic and morphological characterization of indigenous chicken populations in southern region of Ethiopia. *Animal Genetic Resources - Food and Agriculture Organization of the United Nations* **49**, 19-31.
- Mogesse, H. H. (2007). Phenotypic and genetic characterization of indigenous chicken populations in Northwest Ethiopia. Doctoral dissertation, University of Free State. Pág. 175.
- Mohammed, M. D., Abdalsalam, Y. I., and Kheir, A. M. (2005). Comparison of the egg characteristics of different Sudanese indigenous chicken types. *International Journal of poultry science* **4** (7), 455-457.
- Mohammed, M. D., and Abdalsalam, Y. I. (2005). Growth performance of indigenous x exotic crosses of chicken and evaluation of general and specific combining ability under Sudan condition. *International Journal of poultry science* **4**, 468-471.
- Momoh, O. M., Nwosu, C. C., and Adeyinka, I. A. (2010). Comparative evaluation of two Nigerian local chicken ecotypes and their crosses for growth traits. *International Journal of Poultry science* **9**, 738-743.
- Monira, K. N., Salahuddin, M., and Miah, G. (2003). Effect of breed and holding period on egg quality characteristics of chicken. *International Journal of Poultry Science* **2**, 261-263.
- Moreda, E., Singh, H., Sisaye, T., and Johansson, A. M. (2014). Phenotypic characterization of indigenous chicken population in South West and South part of Ethiopia. *British Journal of Poultry Sciences* **3**, 15-19.

- Moreki, J. C. (2006). Family poultry production, Poultry today. *Ministry of Agriculture, Gaborone, Botswana*, 1-11.
- Moreki, J. C., Mmopelwa, G. M., and Nthoiwa, G. P. (2014). Hatchability traits of normal feathered and naked neck Tswana chickens reared under intensive system. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* **3**, 395-401.
- Moula, N., Antoine-Moussiaux, N., Farnir, F. d. r., and Leroy, P. (2009). Comparison of egg composition and conservation ability in two Belgian local breeds and one commercial strain. *International Journal of Poultry Science* **8**, 768-774.
- Moula, N., Diaw, M. T., Salhi, A., Farnir, F. d. r., Antoine-Moussiaux, N., and Leroy, P. (2013). Egg Production Performance of the Local Kabyle Hen and its Crossbreeds with ISA-Brown Strain in Semi-Intensive Conditions. *International Journal of Poultry Science* **12**, 148.
- Mtileni, B. J., Muchadeyi, F. C., Maiwashe, A., Chimonyo, M., Groeneveld, E., Weigend, S., and Dzama, K. (2011). Diversity and origin of South African chickens. *Poultry science* **90**, 2189-2194.
- Muchadeyi, F. C., Sibanda, S., Kusina, N. T., Kusina, J., and Makuza, S. (2004). The village chicken production system in Rushinga District of Zimbabwe. *Livestock Research for Rural Development*. <http://www.lrrd.org/lrrd18/9/dugu18131.htm>. consultado el 7/10/16.
- Munisi, W. G., Katule, A. M., and Mbagha, S. H. (2015). Comparative growth and livability performance of exotic, indigenous chickens and their crosses in Tanzania. *Livestock Research for Rural Development* **66** (27).
- Mupeta, B., Wood, J., Mandonga, F., and Mhlanga, J. (2000). A comparison of the performance of village chickens, under improved feed management, with the performance of hybrid chickens in tropical Zimbabwe. In "Sustaining livestock in challenging dry season environments: Strategies for smallscale livestock farmers (Eds. T. Smith and SH Godfrey). Proceedings of the third workshop on livestock production programme projects", pp. 26-28.
- Musa, U., Abdu, P. A., Dafwang, II, Umoh, J. U., Saidu, L., Mera, U. M., and Edache, J. A. (2009). Seroprevalence, seasonal occurrence and clinical manifestation of Newcastle disease in rural household chickens in plateau state, Nigeria. *International Journal of Poultry Science* **8**, 200-204.
- Mwacharo, J. M., Bjørnstad, G., Han, J. L., and Hanotte, O. (2013). The history of African village chickens: an archaeological and molecular perspective. *African Archaeological Review* **30**, 97-114.
- Mwale, M., and Masika, P. J. (2009). Ethno-veterinary control of parasites, management and role of village chickens in rural households of Centane district in the Eastern Cape, South Africa. *Tropical Animal Health and Production* **41**, 1685-1693.

- Naciones Unidas (1973). Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano. Estocolmo, Suecia, 5-16 de junio de 1972. Publicaciones de las Naciones Unidas. <http://www.dipublico.org/conferencias/mediohumano/A-CONF.48-14-REV.1.pdf>. Consultado el 11/9/2016.
- Navarro, A. (1985). Clasificación de los animales, vegetales y minerales - Claves dicotómicas para prácticas de ciencias naturales. *Gráficas Condor, S.A. Madrid. España. Pp 12.*
- Niranjan, M., Sharma, R. P., Rajkumar, U., Chatterjee, R. N., Reddy, B. L. N., and Battacharya, T. K. (2008a). Egg quality traits in chicken varieties developed for backyard poultry farming in India. *Livestock Research for Rural Development* **20**, 12.
- Niranjan, M., Sharma, R. P., Rajkumar, U., Reddy, B. L. N., Chatterjee, R. N., and Battacharya, T. K. (2008b). Comparative evaluation of production performance in improved chicken varieties for backyard farming. *International Journal of poultry science* **7 (11)** 1128-1131.
- Nonga, H. E., Kajuna, F. F., Ngowi, H. A., and Karimuribo, E. D. (2010). Physical egg quality characteristics of free-range local chickens in Morogoro municipality, Tanzania. *Livestock Research for Rural Development* **22**, 12.
- Nwachukwu, E. N., Ibe, S. N., and Ejekwu, K. (2006). Short term egg production and egg quality characteristics of main and reciprocal crossbred normal local, naked-neck and frizzle chicken X exotic broiler breeder stock in a humid tropical environment. *Journal of Animal and Veterinary Advances* **5**, 547-551.
- Oakeley, R. D. (2000). The limitations of a feed/water based heat-stable vaccine delivery system for Newcastle disease-control strategies for backyard poultry flocks in sub-Saharan Africa. *Preventive Veterinary Medicine*, **47**, 271-279.
- OIE (Enfermedad de Newcastle). Fichas de Informacion General sobre Enfermedades Animales. <http://www.oie.int/doc/ged/D13966.PDF>. consultado el 10/4/2016.
- Okeno, T. O., Kahi, A. K., and Peters, K. J. (2012). Characterization of indigenous chicken production systems in Kenya. *Tropical animal health and production*. **44**, 601-608.
- Olin Sewall Pettingill, J. (1985). Ornithology in laboratory and field. *Academic Press, Inc.* 378-380.
- Oluyemi, A., and Roberts, A. (1992). Poultry Production In Warm Wet Climates. *Macmillan International College Editions*. London. Inglaterra. Pp. 1 – 20.
- Olwande, P. O., Ogara, W. O., Okuthe, S. O., Muchemi, G., Okoth, E., Odindo, M. O., and Adhiambo, R. F. (2010). Assessing the productivity of indigenous chickens in an extensive management system in southern Nyanza, Kenya. *Tropical Animal Health and Production* **42**, 283-288.

- Orozco, F. (1989). Criterios para la conservación de las razas españolas de gallinas. *Revista Quercus*. Nº **44**, pp. 36-40.
- Orozco, F. (1991). Mejora Genética Avícola. *Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.*, Pág. 232.
- Owens, C. M., Hirschler, E. M., Martinez-Dawson, R., and Sams, A. R. (2000). The characterization and incidence of pale, soft, exudative turkey meat in a commercial plant. *Poultry Science*. **79**, 553-558.
- Packard, R. (2014). Comparison of production parameters and meat quality characteristics of South African indigenous chickens. *Doctoral dissertation. Stellenbosch University*.
- Padhi, M. K., Chatterjee, R. N., and Rajkumar, U. (2014). A study on performance of a crossbred chicken developed using both exotic and indigenous breeds under backyard system of rearing. *Journal of Poultry Science and Technology* **2**, 26-29.
- Paterson, R. T., Joaquin, N., Chamon, K., and Palomino, E. (2001). The productivity of small animal species in small-scale mixed farming systems in subtropical Bolivia. *Tropical Animal Health and Production*, **33**, 1-14.
- Pérez, A., Polanco, G., and Pérez, Y. (2004). Morphological characteristics of local chicken ecotypes in Villa Clara Province in Central Cuba. *Livestock Research for Rural Development* **16**, (10).
- PNUMA (2014). Convenio sobre la diversidad biológica. <https://www.cbd.int/>. Consultado el 9/11/2016.
- Pró-Reitoria de Extensão - Programa Institucional de Extensão. Boletim Técnico - PIE-UFES:01307 - Editado: 18.08.2007 **7**.
- Raach-Moujahed, A., Haddad, B., Moujahed, N., and Bouallegue, M. (2011). Evaluation of growth performances and meat quality of Tunisian local poultry raised in outdoor access. *International Journal of Poultry Science* **10** (7), 552-559.
- Radwan, L. M., Fathi, M. M., Galal, A., and El-Dein, A. Z. (2010). Mechanical and ultrastructural properties of eggshell in two Egyptian native breeds of chicken. *International Journal of Poultry Science* **9**, 77-81.
- Rege, J. E. O., and Lipner, M. E. eds. (1992). African Animal Genetic Resources: Their Characterisation, Conservation, and Utilisation. Proceedings of the Research Planning Workshop Held at ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, 19-21 February 1992.
- Rêgo, I. O. P., Cançado, S. V., Figueiredo, T. C., Menezes, L. D. M., Oliveira, D. D., Lima, A. L., Caldeira, L. G. M., and Esser, L. R. (2012). Influence of storage period on refrigerated pasteurized whole egg quality. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* **64**, 735-742.

- Rodero, E., and Herrera, M. (2000). El concepto de raza, un enfoque epistemológico. *Universidad de Córdoba. España. Archivos de Zootecnia*, vol. 49, núm. 186, pp. 5-16.
- Rois Losada, D. (2015). Caracterización da Raza Galiña de Mos. Tese de Doutoramento. *Facultade de Veterinária. Departamento de Patoloxía Animal. Universidade de Santiago de Compostela*.
- Safalaoh, A. C. L. (2001). Village chicken upgrading programme in Malawi. *World's Poultry Science Journal* **57**, 179-188.
- Sams, A. R. (2001). First processing: Slaughter through chilling. *Poultry meat processing*, 19-34.
- Santos, A. L., Sakomura, N. K., Freitas, E. R., Maria, C., Fortes, L. S., Carrilho, E. N. V. M., and Fernandes, J. B. K. (2005). Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. *R. Bras. Zootecnia*, **34** (5), 1589-1598.
- Sañudo, C. (2013). Atlas mundial de razas en Avicultura. *Servet Editorial - Grupo Asís Biomedica S.L.. Zaragoza. Spain. Pág. 225*.
- Sarkar, K., and Golam, M. (2009). A move from subsistence to semi-commercial family poultry farming with local chickens: effective strategies for family poultry in Bangladesh. *World's Poultry Science Journal* **65**, 251-259.
- Sauveur, B. (1993). El huevo para consumo: bases productivas. Mundi Prensa Libros S.A.
- Scherf, B., ed. 2000. *World watch list for domestic animal diversity*. Third edition. Rome, FAO.
- Schilling, M. W. (2007). History, Background, and Objectives of Sensory Evaluation in Muscle Foods. *Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality*, **1**.
- Segura, C., José C., and Montes, P., Rubén C. (2001). Razones y estrategias para la conservación de los recursos genéticos animales. *Revista Biomédica* **12**, 196-206.
- Shahbazi, S., Mirhosseini, S. Z., and Romanov, M. N. (2007). Genetic diversity in five Iranian native chicken populations estimated by microsatellite markers. *Biochemical genetic*. **45**, 63-75.
- Sheard, P. R., Hughes, S. I., and Jaspal, M. H. (2012). Colour, pH and weight changes of PSE, normal and DFD breast fillets from British broilers treated with a phosphate-free, low salt marinade. *British Poultry Science* **53**, 57-65.
- Silva, L. P. A. (2004). Avaliação do prazo de vida comercial de linguiça de frango preparada com diferentes concentrações de polifosfato. *Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária)-Universidade Federal Fluminense, Niterói. SOUZA, HBA*.

- Silversides, F. G., Twizeyimana, F., and Villeneuve, P. (1993). Research note: a study relating to the validity of the Haugh unit correction for egg weight in fresh eggs. *Poultry Science*. **72**, 760-764.
- Sokal, R., Rohlf, J. (1995). *Biometry - The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. 3rd edition. H.H. Freeman and company. New Cork. USA. Pp 1-5.*
- Sonaiya, E. B., and Swan, S. E. J. (2004). *Manual on Small-scale Poultry Production Technical guide. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.*
- Soria, M. A., Bueno, D. J., and Bernigaud, I. I. C. (2013). Comparison of Quality Parameters in Hen's Eggs According to Egg Shell Color. *International Journal of Poultry Science* **12**, 224.
- Sulandari, S. R. I., Zein, M. S. A., and Sartika, T. (2008). Molecular characterization of indonesian indigenous chickens based on mitochondrial DNA displacement (D)-loop sequences. *HAYATI Journal of Biosciences*. **15**, 145-154.
- Tadelle, D., Alemu, Y., and Peters, K. J. (2000). Indigenous chickens in Ethiopia: genetic potential and attempts at improvement. *World's Poultry Science Journal* **56**, 45-54.
- Temprado, R. I. M. (2005). *Calidad de la carne de pollo. Real Escuela de Avicultura. Selecciones avícolas* **47**, 347-355.
- Thutwa, K., Nsoso, S. J., Kgwatalala, P. M., and Moreki, J. C. (2012). Comparative live weight, growth performance, feed intake, carcass traits and meat quality in two strains of Tswana chickens raised under intensive system in south east district of Botswana. *International Journal of Applied Poultry Research* **1**, 21-26.
- Tomo, A. A. (2009). *Economic impact of Newcastle Disease control in village chickens: A case study in Mozambique. 123 (Doctoral dissertation). Michigan State University.*
- Tur, Y. M. (2012). *Caracterización Comparada de las Gallinas Baleares. Tesis Doctoral. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales. Ctra. Nacional IV, Km. 396 A. 14071 Córdoba.*
- Udoh, U. H., Okon, B., and Udoh, A. P. (2012). Egg quality characteristics, phenotypic correlations and prediction of egg weight in three (Naked neck, frizzled feather and normal feathered) Nigerian local chickens. *International Journal of Poultry Science* **11**, 696-699.
- Upson, R. (2014). *Genética: tipos de crestas. Revista Aviocio. Edicións. Silaba Tónica. N° XIX, Noviembre.*
- USDA (2000). *United States Department of Agriculture. Egg-Grading Manual. Washington n.75.*

- USDA. (2010). United States Department of Agriculture. Dietary Guidelines for Americans.
- Valencia, L. N. F. (2011). La gallina criolla colombiana. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.
- Van Duy, N., Moula, N., Dang, P. K., Hiep, D. T., Doan, B. H., Ton, V. D., and Farnir, F. (2015). Ho Chicken in Bac Ninh Province (Vietnam): From an Indigenous Chicken to Local Poultry Breed. *International Journal of Poultry Science* **14**, 521.
- Van Marle-Koster, E., and Casey, N. H. (2001). Phenotypic characterisation of native chicken lines in South Africa. *Animal genetic resources information* **29**, 71-78.
- Van Marle-Koster, E., and Webb, E. C. (2000). Carcass characteristics of South African native chicken lines. *South African Journal of Animal Science* **30**, 53-56.
- Venturini, K. S., Sarcinelli, M. F., and Silva, L. C. (2007). Características da carne de frango. *Universidade Federal do Espírito Santo - UFES*
- Wattanachant, S., Benjakul, S., and Ledward, D. A. (2004). Composition, color, and texture of Thai indigenous and broiler chicken muscles. *Poultry Science* **83**, 123-128.
- Weigend, S., Romanov, M. (2002). The World Watch list for Domestic Animal Diversity in context of conservation and utilisation on poultry biodiversity. *World Poultry Science journal*. **58**, 411-425.
- Williams, K. C. (1992). Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. *World's Poultry Science Journal*. **48**, 5-16.
- Yakubu, A. (2010). Indigenous chicken flocks of Nasarawa State, north central Nigeria: Their characteristics, husbandry and productivity. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* **12**, 69-76.
- Yakubu, A., Ogah, D. M., and Barde, R. E. (2008). Productivity and egg quality characteristics of free range naked neck and normal feathered Nigerian indigenous chickens. *International Journal of Poultry Science* **7**, 579-585.
- Yakubu, A., Peters, S. O., Ilori, B. M., Imumorin, I. G., Adeleke, M. A., Takeet, M. I., Ozoje, M. O., Ikeobi, C. O. N., and Adebambo, O. A. (2012). Multifactorial discriminant analysis of morphological and heat-tolerant traits in indigenous, exotic and cross-bred turkeys in Nigeria. *Animal Genetic Resources*. **50**, 21-27.

Anexos

Anexo I:

MAPAS MOZAMBIQUE



Fig. 1: Ubicación geográfica de Mozambique



Fig. 2: Región sur de Mozambique

Anexo 2:

FICHA: CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN PRACTICADOS

1- Situación sanitaria de cada zona.

a)- vacunaciones:

Los animales reciben vacunas? _____

- Contra que enfermedades? _____

- Frecuencia de vacunaciones _____

b)- Principales enfermedades:

- Descripción de las enfermedades o síntomas _____

- Época del año en que más enfermedades se registran _____

- Tratamiento tradicional contra NC (Sí o No) _____

- Descripción del tratamiento _____ Resultado del tratamiento (cuantos sobreviven %) _____ Edad de los supervivientes _____

- Como se comportan los supervivientes al siguiente brote de NC?

Resistentes _____ Susceptibles _____ Normal _____

2- Cuestiones para describir los sistemas de producción y la productividad de las gallinas:

a)- Alojamiento:

- Donde viven los animales (descripción de las instalaciones)? _____

- Donde pasan al día _____ y la noche _____

b)- Alimentación:

- Piensos convencionales _____

- Restos de comida de la casa _____

- Otras(cuales)_____

c)- Aspectos Productivos:

- Cuantos animales tiene_____ Machos (adultos)_____

- Hembras (adultas)_____ Jóvenes (M y H)_____

Cuantos huevos pone la gallina por ciclo? _____

- Cuantos pollitos produce por ciclo? _____

- Cuantos ciclos/año hace la gallina? _____

d)- Propietario:

- Quien es el dueño de los animales _____

- Quien cuida de los animales _____

e) Destino de la producción:

- Consumo familiar (machos / hembras) _____

- Venta (machos / hembras) _____

- Otros (cuales) _____

- Frecuencia de consumo de la carne _____

- Frecuencia de consumo de los huevos _____

Observaciones:

Anexo 3:

FICHA: CARACTERIZACIÓN INDIVIDUAL MORFOLÓGICA Y BIOMÉTRICA

Fecha: _____ **Hora:** _____ **Localización:** _____

1. IDENTIFICACIÓN:

Nº: _____ **Sexo:**(M ó H) _____ **Edad:** (Adulto o juvenil) _____

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Peso: _____ gr. **Medición ornitológica:** _____mm. **Envergadura:** _____mm.

3. CABEZA

Cráneo: Longitud: _____ mm. y Anchura: _____mm.

Cresta: Longitud: _____mm. y Anchura: _____mm. Color: _____ Tipo: _____

Nº de dientes: _____ Posición: (caída, derecha, otras observaciones) _____

- Apéndices: (Sí, No) _____ (longitud) _____ está en postura? (Sí, No) _____

Lóbulo (liso, dentado) _____.

Cara:

Color: _____ Arrugas: (Sí, No) ___ Filoplumas: (pocas, abundantes, ausencia) _____

Arrugas: (Sí, No) _____

Ojos

Color: _____ Tamaño: longitud _____ mm y anchura _____ mm.

Pico:

Color: _____ Tamaño: (longitud y anchura) _____ mm. Forma: (recto, curvo) _____

Longitud total _____ mm.

Orejillas:

Color: _____ Tamaño: Longitud _____ y anchura _____ mm.

Barbillas:

Tamaño: longitud _____ mm. y anchura _____ mm. Arrugas: (Sí, No) _____

4. CUELLO

Longitud: _____ mm.

5. TRONCO

Dorso:

Longitud del dorso: _____ mm.

Pecho:

Longitud de la quilla: _____ mm. Ángulo de pechuga: _____

Cola:

Ángulo cola dorso: _____ Longitud: _____ mm.

6. EXTREMIDADES

Alas:

Longitud del ala plegada: _____ mm.

Patas:

Longitud del tarso: _____ mm. Diámetro: _____ mm. Longitud del dedo medio: _____ mm.

Color: _____ N° de dedos: _____ Espolón: (Sí, No) ___ (Longitud) _____ mm.

7. CARACTERÍSTICAS DE LA CAPA

Descripción de la distribución del color de las plumas

Colores predominantes en la capa de la gallina (gallo): _____

Cabeza: (Color) _____

Cuello:

Esclavina: (color) _____

Dorso:

Caireles: (color) _____

Coberteras (hembras): (color) _____

Pecho:(Color) _____

Abdomen:(color) _____

Cola:

Timoneras: (color)_____

Hoces (macho): (color) _____

Alas:

Coberteras: (color) _____

Remeras Primarias: (color) _____

Remeras Secundarias: (color) _____