

Desarrollo del conocimiento en *Cavia Porcellus* (cuyes)

Hermenegildo Díaz Berrones
José Vicente Trujillo Villacís
Luis Eduardo Hidalgo Almeida



ESPOCH

2021

Desarrollo del conocimiento en *Cavia porcellus* (cuyes)

Desarrollo del conocimiento en *Cavia porcellus* (cuyes)

Hermenegildo Díaz Berrones
José Vicente Trujillo Villacís Luis
Eduardo Hidalgo Almeida



Desarrollo del conocimiento en *Cavia porcellus* (cuyes)

© 2021 Hermenegildo Díaz Berrones, José Vicente Trujillo

Villacís, Luis Eduardo Hidalgo Almeida

© 2021 Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Panamericana Sur, kilómetro 1 ½

Instituto de Investigaciones

Dirección de Publicaciones Científicas

Riobamba, Ecuador

Teléfono: 593 (03) 2 998-200

Código Postal: EC0600155

Aval ESPOCH

Este libro se sometió a arbitraje bajo el sistema de doble ciego

(*peer review*)

Corrección y diseño:

La Caracola Editores

Impreso en Ecuador

Prohibida la reproducción de este libro, por cualquier medio,
sin la previa autorización por escrito de los propietarios del
Copyright

CDU: 636 + 619

Desarrollo del conocimiento en *Cavia porcellus* (cuyes)

Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Dirección de Publicaciones, año 2021

255 pp. vol: 17,6 x 25 cm

ISBN: 978-9942-40-426-8

1. Zootecnia

2. Medicina veterinaria

ÍNDICE GENERAL

Prólogo	19
Introducción	21
Capítulo I. El cuy. Generalidades. El cuy en el Ecuador. Tabúes	25
1.1. Generalidades	25
1.2. Clasificación zoológica de los cuyes	26
1.3. Crianza y difusión de cuyes en el Ecuador	27
1.4. Tabúes y dificultades en la producción de la carne de cuyes	29
Capítulo II	
La alimentación del cuy (<i>Cavia porcellus</i>). Tipos de alimentos.	
Comportamiento nutricional	31
2.1. Composición química de diferentes alimentos utilizados en la alimentación de cuyes.....	31
2.1.1. Materia Seca (MS).....	32
2.1.2. Materia Orgánica y Cenizas	35
2.1.3. Proteína Cruda	36
2.1.4. Extracto Etéreo (EE).....	37
2.1.5. Fibra Cruda	38
2.1.6. Coeficiente de digestibilidad del extracto libre de nitrógeno	38
2.2. Evaluación de los coeficientes de digestibilidad in vivo de los nutrientes de diferentes alimentos utilizados en la alimentación de cuyes.....	39
2.2.1. Coeficiente de Digestibilidad de la Materia Seca.....	39
2.2.2. Coeficiente de Digestibilidad de la Materia Orgánica	40
2.2.3. Coeficiente de Digestibilidad de la Proteína Cruda	40
2.2.4. Coeficiente de Digestibilidad de la Fibra Cruda	41
2.2.5. Coeficiente de Digestibilidad del Extracto Etéreo.....	41
2.2.6. Coeficiente de Digestibilidad del Extracto Libre de Nitrógeno	42
2.3. Respuesta del cuy a la aplicación de diferentes sistemas de alimentación.....	42
2.3.1. Fase de crecimiento y engorde	44

2.3.2. Peso después del parto	52
2.3.3. Peso de la madre después del destete	54
2.3.4. Número de gazapos al nacimiento	56
2.3.5. Número de gazapos al destete	59
2.3.6. Peso de los cuyes al nacimiento	62
2.3.7. Peso de los gazapos al destete	65
2.4. Fase de crecimiento y engorde	69
2.4.1. Alimentación.....	69
2.4.2. Peso de los cuyes	69
2.4.2. Peso de las crías	78
2.4.3. Ganancia de peso	85
2.4.4. Consumo de alimento	89
2.4.5. Conversión Alimenticia	97
2.4.6. Peso a la canal	101
2.4.7. Rendimiento a la canal	104
2.5. Valoración bromatológica	109
2.5.1. Consumo de energía	109
2.5.2. Humedad de la carne	109
2.5.3. Contenido proteico	110
2.5.4. Contenido en grasa	110
2.5.5. Contenido en Cenizas	111
2.5.6. Consumo de calcio	112
2.5.7. Consumo de fósforo	112

Capítulo III

Construcciones: madrigueras tipo pirámide en la crianza del *Cavia porcellus*

(cuyes). Comportamiento productivo en la etapa de crecimiento.....114

3.1. Construcciones para la crianza del cuy. Construcciones piramidales ..114

3.1.1. Generalidades acerca de las Construcciones

para la crianza del cuy

3.1.2. Construcciones piramidales de las madrigueras.....115

3.1.3. Dimensiones de una madriguera piramidal

3.1.4. Ventajas de la madriguera modelo pirámide.....117

3.1.5. Desventaja de la madriguera piramidal

3.2. Comportamiento productivo en la etapa de crecimiento.....119

3.2.1. Pesos. Comportamiento productivo de cuyes criados

en madrigueras piramidales

3.2.2. Ganancia de peso

3.2.3. Consumo de alimento	123
3.2.4. Conversión alimenticia	125
Capítulo IV	
Distribución geográfica de los cuyes. Tipos. Crianza. Reproducción.	
Comportamiento productivo	127
4.1. Generalidades acerca de la distribución geográfica de los cuyes	127
4.2. Tipos de cuyes	127
4.2.1. Cuy criollo	128
4.2.2. Cuy mejorado	128
4.2.3. Beneficios	131
4.3. Desarrollo de la crianza en el Ecuador	131
4.3.1. Generalidades sobre los sistemas de crianza	131
4.3.2. Crianza familiar	132
4.3.3. Crianza tecnificada	133
4.3.4. Aspectos reproductivos	134
4.4. Manejo de la reproducción	134
4.4.1. Empadre	135
4.4.2. Sistemas de empadre	136
4.4.3. Gestación	136
4.4.4. Parto	137
4.5. Manejo de la producción	139
4.5.1. Lactación	139
4.5.2. Destete	140
4.5.3. Recría I o Cría	140
4.5.4. Recría II o Engorde	141
4.5.5. Evolución de las crías	142
4.5.6. Pesos y rendimientos a la canal	143
4.5.7. Selección de los reproductores	144
4.5.8. Proceso de faenamamiento	144
4.6. Comportamiento productivo por cría	145
4.6.1. Comportamiento del peso corporal	145
4.6.2. Comportamiento del peso corporal al nacimiento	145
4.6.3. Comportamiento del peso corporal al destete	146
4.6.4. Peso final	147
4.6.5. Ganancia de peso al destete	148
4.6.6. Ganancia de peso total	149
4.7. Consumo de diferentes tipos de alimento	149

4.7.1. Consumo de balanceado	149
4.7.2. Consumo de forraje	150
4.7.3. Consumos totales	150
4.7.4. Conversión alimenticia	151
4.7.5. Peso a la canal	151
4.7.6. Rendimiento a la canal	152
4.8. Comportamiento productivo por camada	152
4.8.1. Comportamiento del peso corporal	153
4.8.2. Pesos al nacimiento	153
4.8.3. Al destete	154
4.8.4. Peso final	154
4.9. Comportamiento de la ganancia de peso	155
4.9.1. Comportamiento de la ganancia de peso al destete	155
4.9.2. Comportamiento de la ganancia de peso al final del engorde	155
4.9.3. Consumo de alimento	155
4.9.4. Conversión alimenticia	156
4.9.5. Peso a la canal	156
4.9.6. Rendimiento a la canal	157

Capítulo V

Enfermedades. Etiología. Vías de transmisión. Enfermedades en órganos

y aparatos en los cuyes	158
5.1. Enfermedades según su etiología	158
5.1.1. Vías posibles de infección	158

Capítulo VI

Sanidad. Enfermedades parasitarias de los cobayos | | | |--|-----| | 6.1. Enfermedades producidas por ecto parásitos | 167 | | 6.1.1. La coccidiosis producida por el <i>Eimeria caviae</i> | 167 | | 6.1.2. Síntomas de la coccidiosis | 168 | | 6.1.3. Control de la coccidiosis | 169 | | 6.1.4. Tratamiento de la coccidiosis | 169 | | 6.2. Enfermedades producidas por endo parásitos | 169 | | 6.2.1. Parasitosis por trematodos: <i>Fasciola hepática</i> | 169 | | 6.2.2. Enfermedades producidas por la <i>paraspídodera</i> ,
el <i>trichuris</i> y el <i>passalurus</i> | 170 | | 6.2.3. Escalas taxonómicas de la <i>Paraspidodera</i> , el <i>Trichuris</i>
y el <i>Passalurus</i> | 171 | 7

6.3. Maceración del chocho como desparasitante en cuyes.	
Conversión Alimenticia. Peso a la canal ATS	174
6.3.1. Peso inicial, a los 30, 60, 90 y 120 días de los cuyes	174
6.3.2. Ganancia de peso de los cuyes	176
6.3.3. Consumo de Materia Seca Total	177
6.3.4. Conversión Alimenticia	177
6.3.5. Peso a la canal	178
6.3.6. Rendimiento porcentual a la canal	178
6.4. Análisis coproparasitario (al inicio, 30, 60, 90 y 120 días).....	178
6.4.1. Comportamiento en el <i>Eimeria sp.</i>	178
6.4.2. Comportamiento en el <i>Ord. Strongylidea</i>	180
6.4.3. Comportamiento en el <i>Paraspidodera uncinata</i>	180
6.4.4. Comportamiento en el <i>Trichuris muris</i>	181
6.5. Comportamiento del tiempo de cocción del chocho	
y su efecto como desparasitante	182
6.5.1. Peso inicial a los 30, 60, 90 y 120 días de los cuyes	182
6.5.2. Ganancia de peso a los 30, 60, y 90 días	183
6.5.3. Consumo de materia seca total (kg)	185
6.5.4. Conversión alimenticia	185
6.5.5. Peso a la canal	186
6.5.6. Rendimiento porcentual a la canal (%)	186
6.6. Análisis coproparasitario: al inicio, 30, 60, 90 y 120 días	187
6.6.1. <i>Eimeria sp</i> inicial, a los 30, 60 y 90 días	187
6.6.2. Comportamiento en el <i>Ord. Strongylidea</i>	188
6.6.3. Comportamiento en el <i>Paraspidodera uncinata</i>	188
6.6.4. Comportamiento en el <i>Trichuris muris</i>	189
Capítulo VII	
Industria de la piel de cuy. Procesos para el curtido de pieles de cuy	190
7.1. Introducción. Principales operaciones durante el proceso de curtición	190
7.1.1. Ribera.....	191
7.1.2. Remojo	191
7.1.3. Descarnado	192
7.1.4. Piquelado	194
7.1.5. Precurtición.....	195
7.2. Curtición de pieles de cuy	197
7.2.1. Curtición con sulfato de aluminio	198
7.2.2. Sales curtientes de aluminio	203

7.2.3. Productos para la curtición con aluminio	205
7.2.4. Curtición de pieles lanares con sulfato de aluminio	206
7.2.5. Curtición con óxido de aluminio: Letrux A.....	207
7.2.6. Principales características y propiedades	207
7.2.7. Aplicaciones y recomendaciones.....	208
7.3. Curtido de la piel con pelo	208
7.3.1. Curtido de piel de cuy con pelo	210
7.4. Evaluación de las resistencias físicas de las pieles de cuy comparando la línea pelo largo vs pelo corto, curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio	212
7.4.1. Resistencia al desgarro	212
7.4.2. Resistencia a la tensión.....	216
7.5. Evaluación de las características físicas de las pieles de cuy para peletería media curtida con diferentes niveles (15 %, 17,5 % y 20 %) de tanino vegetal quebracho ATS	219
7.5.1. Comportamiento del porcentaje de elongación	219
7.6. Evaluación de las características físicas de las pieles de cuy para peletería media curtida con diferentes niveles, (15 %, 17,5 % y 20 %) de tanino vegetal quebracho ATS	222
7.6.1. Resistencia a la tensión.....	222
7.6.2. Porcentaje de elongación	224
7.6.3. Lastometría	225
7.7. Evaluación de las calificaciones sensoriales de las pieles de cuy para peletería media curtida con diferentes niveles, (15 %, 17,5 % y 20 %) de tanino vegetal quebracho ATS	228
7.7.1. Finura de pelo	228
7.7.2. Blandura	230
7.7.3. Llenura.....	232
Capítulo VIII	
Otras industrias afines	234
Bibliografía	236
Anexo 1	
Glosario de términos y definiciones.....	247

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. El cuy utilizado en la alimentación humana.....	28
Figura 1.2. Investigación en pequeñas granjas	29
Figura 1.3. Canales de cuyes en proceso de Faenamamiento	30
Figura 2.1. Área experimental para el estudio de diferentes alimentos para cuyes.....	31
Figura 2.2. Arbusto de chilca (<i>Baccharis latifolia</i>).....	32
Figura 2.3. Arbusto de malva	33
Figura 2.4. Alfalfa (a) Plantación; (b) Inflorescencia	33
Figura 2.5. Forraje de alfalfa en percha oreando	34
Figura 2.6. Planta forrajera Setaria. (a) <i>Setaria sphacelata</i> ; (b) <i>Setaria viridis</i>	35
Figura 2.7. Diferentes vistas del arbusto de retama	36
Figura 2.8. Alfalfa. (a) Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>); (b) Flores de alfalfa; (c) Fruto de alfalfa.....	39
Figura 2.9. Planta de Maracuyá. (a) Planta, (b) Fruto y (c) Cáscara	46
Figura 2.10. Fruto de la papa china (). Detalle de la flor y hojas; (c) Vista de una Plantación.....	48
Figura 2.11. Planta de cabuya	50

Figura 2.12. Utilización de la cabuya como alimento para cuyes: (a) plantación de cabuya. (b) Trozos de cabuya para ser servidos. (c) Cuyes alimentándose de los trozos de cabuya.....	50
Figura 2.13. Germinación de granos de cereales sobre charolas	53
Figura 2.14. Cuya hembra al final de la gestación	55
Figura 2.15. Número de gazapos al parto	57
Figura 2.16. Tamaño de camada al parto	58
Figura 2.17. Tamaño de camada al destete	61
Figura 2.18. Peso de los gazapos al destete	64
Figura 2.19. Calcha de maíz para alimentación de cuyes	65
Figura 2.20. Gazapos listos para el destete	65
Figura 2.21. Gazapos destetados.....	66
Figura 2.22. Gazapos destetados de acuerdo a sus pesos	67
Figura 2.23. Comportamiento de cuyes de ambos sexos en la etapa de crecimiento–engorde. Cuyes a los 75 días de evaluación.....	70
Figura 2.24. Cuyas reproductoras con sus crías.....	79
Figura 2.25. Caña de azúcar utilizada en la alimentación de cuyes. (a) Plantón; (b) Caña picada	80
Figura 2.26. Tubérculos: Papa China para la alimentación de cuyes.....	82
Figura 2.27. Otra vista de la cabuya utilizada como suplemento en la alimentación de cuyes, en plantíos silvestres	83
Figura 2.28. Cuyes machos	84

Figura 2.29. Tamaño de los cuyes listos para el faenamiento	88
Figura 2.30. Manejo del forraje de alfalfa para la alimentación de cuyes	90
Figura 2.31. Tuzas de maíz para la alimentación de cuyes	95
Figura 2.32. Cultivo de Maralfalfa	97
Figura 3.1. Madriguera de madera estilo pirámide	115
Figura 3.2. (a) Vista de una Madriguera piramidal (b) Alimentación de cuyes en madriguera tipo piramidal para cría y engorde. (c) Recubrimiento de la madriguera	118
Figura 3.3. Sistema de crianza de cuyes en madrigueras tipo piramidal	121
Figura 3.4. Cuyes negros, criados en pozas	126
Figura 4.1. Cuyes criollos	128
Figura 4.2. Cuy mejorado	129
Figura 4.3. Cuyes seleccionados como reproductores	129
Figura 4.4. Modo de preparación del cuy en una de las casas del sector rural ...	132
Figura 4.5. Pozas de manejo para cuyes	133
Figura 4.6. Pozas de malla como alternativa de manejo para cuyes.....	133
Figura 4.7. Cuyes hembras en reproducción.....	135
Figura 4.8. Hembras al final de su fase de gestación	137
Figura 4.9. Cuya hembra al momento del parto.....	137
Figura 4.10. Número y tamaño de las crías al nacimiento	138

Figura 4.11. Gazapos en la etapa de lactancia	139
Figura 4.12. Cuyes parrilleros.....	142
Figura 4.13. Canales de cuyes faenados	143
Figura 4.14. Proceso de faenamamiento	144
Figura 4.15. Gazapos en lactancia	145
Figura 4.16. Gazapos con edad y peso listos para el destete	147
Figura 4.17. Pesaje de cuyes	147
Figura 4.18. Gazapos destetados.....	148
Figura 6.1. Cuy infestado con ectoparásitos	168
Figura 7.1. Extracción de piel de cuyes	190
Figura 7.2. Piel de cuyes en remojo.....	192
Figura 7.3. Descarnadora de pieles	193
Figura 7.4. Proceso de envoltura, una vez aplicada la sustancia correspondiente, apra facilitar el depilado	194
Figura 7.5. Precurtición de pieles de cuyes.....	197
Figura 7.6. Retirado de la piel de cuyes.....	210
Figura 7.7. Piel de cuy fresca.....	211
Figura 7.8. Bombo utilizado para el proceso de curtición de pieles de cuyes	213
Figura 7.9. Piel de cuy para peletería.....	228

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Nombres vulgares del <i>Cavia porcellus</i>	25
Tabla 1.2. Clasificación zoológica de los cuyes (<i>Cavia porcellus</i>).....	27
Tabla 2.1. Comportamiento del peso del cuy: criollo, mejorado y mestizo, evaluados en tres países andinos	43
Tabla 2.2. Evaluación del peso corporal y cantidad de forraje verde hidropónico (FH), en la alimentación de los cuyes hembras en las etapas de gestación y lactancia	44
Tabla 2.3. Comportamiento de cuyes hembras en la etapa de gestación lactancia	45
Tabla 2.4. Comportamiento de los cuyes madres durante la etapa de gestación y lactancia	47
Tabla 2.5. Comportamiento productivo de los cuyes en la fase de gestación y lactancia bajo el efecto de diferentes niveles de papa china	48
Tabla 2.6. Efecto del uso de los diferentes niveles de cabuya en la alimentación de cuyes durante las etapas de gestación y lactancia	49
Tabla 2.7. Comportamiento de cuyes madres en la etapa de gestación-lactancia por efecto de hongos comestibles (<i>Pleurotus ostreatus</i>).....	51
Tabla 2.8. Comportamiento de los diferentes tipos de alimento en cuyes en la etapa de gestación y lactancia	51

Tabla 2.9. Comportamiento de cuyes de ambos sexos en la etapa de crecimiento-engorde de cuyes mejorados de ambos sexos, alimentados con la utilización de zeolitas en el balanceado (15 - 90 días de evaluación)	71
Tabla 2.10. Comportamiento productivo de cuyes alimentados con diferentes tipos de concentrados comerciales durante la etapa de crecimiento y engorde (60 días de evaluación) en la granja “El Valle”	71
Tabla 2.11. Comportamiento de los cuyes a la alimentación de ensilaje de maralfalfa	72
Tabla 2.12. Comportamiento de los cuyes machos a la utilización de diferentes niveles de aminoácidos en la etapa de crecimiento y engorde.	72
Tabla 2.13. Evaluación del forraje verde hidropónico (FVH) en las etapas de crecimiento y engorde en cuyes (Factor A)	73
Tabla 2.14. Comportamiento productivo de cuyes peruano mejorados alimentados con distintos niveles de caña de azúcar fresca y picada (90 días de ensayo).....	73
Tabla 2.15. Comportamiento de los cuyes de ambos sexos en la etapa de crecimiento y engorde por efecto de la utilización de diferentes niveles de cáscara de maracuyá más un promotor de crecimiento Hibotek en la alimentación (75 días de evaluación)	74
Tabla 2.16. Comportamiento de los cuyes madres durante la etapa de crecimiento y engorde al efecto de los bloques nutricionales elaborados con diferentes subproductos	75
Tabla 2.17. Comportamiento productivo de los cuyes en la fase de crecimiento-engorde bajo el efecto de diferentes niveles de papa china	75
Tabla 2.18. Efecto del uso de los diferentes niveles de cabuya en la alimentación de cuyes durante las etapas de crecimiento y engorde	76

Tabla 2.19. Comportamiento de las crías obtenidas de cuyes madres alimentadas con bloques nutricionales con diferentes niveles de sustrato postproducción de hongos comestibles (<i>Pleurotus ostreatus</i>) en la etapa de gestación lactancia	76
Tabla 2.20. Comportamiento de cuyes de ambos sexos, alimentados con varios niveles de maíz de desecho con tusa molida más melaza, durante la etapa de crecimiento-engorde (75 días de e experimentación)	77
Tabla 2.21. Comportamiento de los diferentes tipos de alimento en cuyes en la etapa de crecimiento y engorde	77
Tabla 2.22. Comportamiento biológico de los cuyes machos y hembras alimentados con diferentes niveles de afrecho de maíz en la fase de crecimiento y engorde	78
Tabla 2.23. Consumo de nutrientes de cuyes de ambos sexos, alimentados con varios niveles de maíz de desecho con tusa molida más melaza, durante la etapa de crecimiento-engorde (75 días de experimentación).....	108
Tabla 3.1. Dimensiones, área y la cantidad de animales por piso.....	116
Tabla 3.2. Categoría, edad y cantidad de animales por madriguera.....	117
Tabla 3.3. Comportamiento productivo de cuyes criados en madrigueras piramidales con diferentes densidades durante la etapa de crecimiento (45 días de evaluación)	121
Tabla 3.4. Comportamiento productivo de cuyes criados en madrigueras piramidales, con diferentes densidades durante la etapa de engorde (45 a 90 días de evaluación).....	122
Tabla 3.5. Evaluación de las características de cuyes negros manejados en jaulas y pozas en las etapas de crecimiento engorde.....	122

Tabla 4.1. Pesos de cuyes criollos mejorados y mestizos evaluados en tres países andinos	130
Tabla 4.2. Comportamiento productivo de las camadas de cuyes por efecto del número de crías al nacimiento (hasta los 105 días de edad)	153
Tabla 5.1. Posibles vías de transmisión de enfermedades en los cuyes	159
Tabla 5.2. Enfermedades bacterianas	159
Tabla 5.3. Enfermedades micóticas	161
Tabla 5.4. Enfermedades parasitarias	161
Tabla 5.5. Enfermedades carenciales	164
Tabla 5. 6. Enfermedades en el sistema reproductor.....	165
Tabla 6.1. Escala taxonómica del <i>Paraspidodera uncinata</i>	171
Tabla 6.2. Categoría taxonómica de los parásitos los <i>Trichuris sp</i>	172
Tabla 6.3. Categoría taxonómica de los parásitos los <i>Strongyloides sp</i>	173
Tabla 6.4. Comportamiento de los cuyes al suministro del extracto del chocho macerado y cocido	175
Tabla 6.5. Presencia de parásitos en los cuyes machos como efecto del suministro del extracto de chocho macerado y cocido	179
Tabla 6.6. Comportamiento de los cuyes al suministro del extracto del chocho macerado y cocido	183
Tabla 6.7. Presencia de parásitos en los cuyes machos como efecto del suministro del extracto de chocho macerado y cocido	187

Tabla 7.1. Evaluación de las resistencias físicas de las pieles de cuy comparando la línea pelo largo vs pelo corto, curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio.....	214
Tabla 7.2. Evaluación de la resistencia física de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio, por efecto de los diferentes tipos de pelo (pelo largo vs, pelo corto).....	217
Tabla 7.3. Evaluación de las características físicas de las pieles de cuy para peletería media, curtidas con diferentes niveles (15 %, 17,5 % y 20 %) de tanino vegetal: quebracho ATS.....	223
Tabla 7.4. Evaluación de las características físicas de las pieles de cuy, para peletería media curtida con diferentes niveles, (15 %, 17,5 % y 20 %) de tanino vegetal quebracho ATS.....	227
Tabla 7. 5. Evaluación de las calificaciones sensoriales de las pieles de cuy, para peletería media curtida con diferentes niveles (15 %, 17,5 % y 20 %) de tanino vegetal: quebracho ATS.....	229
Tabla 7.6. Evaluación de las calificaciones sensoriales de las pieles de cuy, para peletería media curtida con diferentes niveles (15 %, 17,5 % y 20 %) de tanino vegetal: quebracho ATS.....	231

PRÓLOGO

Para mí ha constituido un verdadero placer el haber colaborado en la compilación de esta magnífica obra; la cual atesora las experiencias documentales más importantes de un conjunto de doctos profesores de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo que se han dedicado por muchos años al estudio del cuy (*Cavia porcellus*), su origen, comportamiento y otros muy interesantes estudios.

En este trabajo se abordan las generalidades más primordiales del cuy, así como los resultados de una serie de investigaciones y ensayos: Capítulo I: El cuy. Generalidades. El cuy en Ecuador. Tabúes y dificultades en la producción de la carne de cuy; Capítulo II: La alimentación del cuy (*Cavia porcellus*). Comportamiento nutricional; evaluación de los coeficientes de digestibilidad en vivo de los nutrientes de diferentes alimentos utilizados en la alimentación de cuyes. Respuesta del cuy a la aplicación de diferentes sistemas de alimentación. Valoración bromatológica; Capítulo III: Construcciones: madrigueras tipo piramidal. Comportamiento productivo en la etapa de crecimiento; Capítulo IV: Distribución geográfica. Tipos de cuyes. Crianza. Reproducción. Comportamiento productivo. Desarrollo de la crianza en Ecuador; Capítulo V: Enfermedades. Etiología. Vías de transmisión. Enfermedades en órganos y aparatos; Capítulo VI: Sanidad. Enfermedades producidas por ecto parásitos. Enfermedades producidas por endo parásitos. Maceración del chocho como desparasitante en cuyes; Capítulo VII: Industria de la piel de cuy. Procesos para el curtido. Curtición con sulfato de aluminio. Evaluación de las resistencias físicas de las pieles de cuy comparando la línea pelo largo vs pelo corto, curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio. Curtido de la piel con pelo, y Capítulo VIII: Otras industrias.

En esos ocho apretados capítulos se sintetiza toda una larga trayectoria de rigurosos trabajos experimentales. Investigaciones que han permitido obtener valiosa información acerca del comportamiento habitacional, nutricional, reproductivo y productivo del *Cavia porcellus*; así como de las enfermedades endógenas, exógenas

y ambientales que le aquejan; sin soslayar el importante proceso del curtido de la piel, como soporte indispensable, en el valor agregado que adquiere la misma en la peletería fina.

El libro constituye una valiosa fuente de información para alumnos, profesores, productores; así como para todos aquellos interesados en esta singular temática. Les ofrece a todos una lectura agradable e interesante; obligando al lector a la reflexión; y, tomando como punto de partida los resultados expuestos, que incentivan a la búsqueda de nuevas soluciones, que permitan mejorar aún más lo obtenido en estas investigaciones; y que la producción y el consumo de esta preciada y nutritiva carne se convierta en una práctica generalizada en el Ecuador, a la vez que, junto a las delicadas pieles, potencien un posible rubro de exportación.

Felicito a los autores de este magnífico libro; de los cuales me honra su sincera amistad; deseándoles a todos, mucha salud y nuevos éxitos editoriales.

Cordialmente

Dr. M. Navarro

INTRODUCCIÓN

CRONOLOGÍA DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE CUYES

La necesidad cada vez más creciente de satisfacer las demandas de proteína animal, de una población mundial que va en *in crescendo*, se convierte en un imperativo de no fácil solución a escala global. Latinoamérica, que ya sobrepasa la cifra de los 669 millones de habitantes, es un fiel exponente de ello. En tal sentido, los productores agropecuarios de la región vienen encaminando sus esfuerzos hacia la elevación de la producción, y de forma especial en lo referido a la proteína animal. En este contexto, el incremento de la producción de la carne de cuyes se torna en una variante atractiva de solución.

Ya desde hace algunas décadas, se viene realizando un sistemático estudio de mercado, que unido a los estudios que se llevan cabo para reducir los costos de producción, propician un adecuado marco para el incremento de la producción de la carne de cuyes. En el Ecuador, en el año 1972, se creó la Facultad de Ingeniería Zootécnica en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; la cual ha venido trabajando en esta dirección con encomiables resultados.

Desde esa época a la fecha, las investigaciones realizadas se han enfocado prioritariamente al mejoramiento de las especies menores, en diferentes aristas en la producción de cuyes, conejos, y también en la apicultura. Específicamente en lo referente al cuy, se ha desarrollado una amplia gama de investigaciones, particularmente en las sub-áreas de alimentación, reproducción, sanidad, industria de la piel, carne, excretas.

Esta obra recoge, en apretada síntesis, las principales experiencias del Grupo de Investigadores de la Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP); así como las reportadas por otros autores, con el fin de que los criadores e investigadores, puedan contar con una pertinente y actual fuente de información, que, indefectiblemente,

coadyuvará a mejorar aún más la calidad y los niveles de producción, en la provincia de Chimborazo y el país.

El amplio diapasón de las investigaciones realizadas, se circunscribe fundamentalmente en los siguientes aspectos:

- La alimentación de los cuyes en las etapas de gestación, lactancia y crecimiento y engorde:
 - ✓ El estudio de bloques nutricionales elaborados en base a tamo de arroz, rastrojo de maíz y tamo de cebada.
 - ✓ La utilización de la *Cabuya agave* americana como suplemento alimenticio.
 - ✓ La utilización de tres niveles de harina de papa china *Colacasia esculenta* como alimento energético.
 - ✓ La utilización de cáscara de maracuyá más un promotor de crecimiento natural (Hibotek) en la alimentación.
 - ✓ La evaluación de diferentes raciones alimenticias en cuyes en las diferentes etapas, en el cantón Cotacachi.
 - ✓ La utilización de NuPro (nucleótidos, proteínas e inositol).
 - ✓ La utilización de diferentes niveles de afrecho de maíz en las dietas.
- La etapa de crecimiento y engorde de cuyes:
 - ✓ La evaluación de tres concentrados comerciales: A, B y C.
 - ✓ El uso de la caña de azúcar fresca y picada (20, 40, 60 y 80 %) más alfalfa.
 - ✓ La determinación y evaluación de los niveles más adecuados de aminoácidos esenciales en la alimentación.
 - ✓ La utilización de diferentes niveles de zeolitas en el balanceado, para la alimentación de cuyes durante las etapas de crecimiento y engorde.
- La etapa productiva y reproductiva de cuyes:
 - ✓ La evaluación de las características productivas y reproductivas de cuyes negros manejados en jaulas *versus* pozas.

- La utilización de diferentes de diferentes tipos de alimentos:
 - ✓ La utilización de diferentes niveles de maíz de desecho con tusa molida más melaza.
 - ✓ El efecto de la utilización del forraje verde hidropónico de avena, cebada, maíz y trigo.
 - ✓ La utilización de ensilaje de maralfalfa de diferentes edades de corte: 30, 45 y 60 días.
 - ✓ La evaluación del sustrato post-producción de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*.
 - ✓ La evaluación de diferentes niveles de harina de retama más melaza en la elaboración de bloques nutricionales.
- El estudio de antiparasitarios:
 - ✓ El estudio del efecto de la utilización del chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) como antiparasitario gastrointestinal en cuyes bajo diferentes tiempos de maceración y cocción.
- La producción de carne ahumada de cuyes:
 - ✓ El efecto del *plukenetia volubilis linneo* (sacha inchi), en la calidad de carne ahumada *cavia porcellus* (cuy).
- Los sistemas de crianza de cuyes:
 - ✓ La evaluación de los tamaños de camada al nacimiento y su influencia en los parámetros productivos.
 - ✓ La implementación de un sistema de crianza de cuyes no tradicional, utilizando madrigueras en forma piramidal con diferente densidad poblacional en la etapa de crecimiento engorde.
- La curtición de pieles de cuy:
 - ✓ La curtición de pieles de cuy para peletería media utilizando tres niveles de tanino vegetal del quebracho ATS (Licor del quebracho muy resistente a la acción bacteriológica y a la hidrólisis.).

✓ La comparación del comportamiento de las pieles de cuy línea pelo largo vs pelo corto, curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio.

- Otras investigaciones:

✓ La evaluación de distintos cuajos naturales y procesados (bovinos, ovinos y cuy) para la realización de queso fresco.

El propósito de los autores es contribuir, de forma modesta, a difundir las experiencias que se han desarrollado a lo largo de la permanente investigación en los ámbitos de la alimentación, reproducción, construcciones, sanidad, industria de la piel además la industria de la carne de cuy puesto que se ha considerado una carne de alto valor biológico y muy apetecida por los habitantes de la región sierra principalmente.

Al final, el lector interesado podrá consultar un amplio glosario con los principales términos y definiciones utilizados en la presente obra.

CAPÍTULO I

EL CUY. GENERALIDADES.

EL CUY EN EL ECUADOR. TABÚES

1. 1. GENERALIDADES

El cuy^(1.1) es un roedor histricomorfo, una especie doméstica originara de los Andes de Latinoamérica. Recibe diversos nombres vulgares según el país donde habita. Ver Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Nombres vulgares del *Cavia purcellus*

REGIÓN	NOMBRES VULGARES
Colombia, Ecuador y Perú	Cuy (del quechua <i>quwi</i>), nombre onomatopéyico que aún lleva en algunas regiones de América del Sur.
En la Sierra Central del Perú: Huánuco, Ancash, Pasco, Junín	Jaka (del quechua primigenio o proto quechua <i>haka</i>).
Chile	Cuyi. También en sus zonas norteñas se les conoce como cuy, por la antigua presencia quechua y la posterior inmigración peruana en Chile.
Santiago de Chile	Cuyi, cuy, cuye o cuyo.
Argentina	Cuis o cobayo.
Región Rioplatense	Chanchito de Indias.
Uruguay	Cuis.
Países caribeños, Andalucía, Canarias	Curi, acure, curí, curío, curie, cury, cuín y curiel.
Puerto Rico	Güimo.
España	Cobayo y cobaya (posiblemente derivados del idioma tupí <i>sabúia</i>).

(1.1) **Cuy:** Principalmente en este continente, aunque también en México y América Central, existen varias formas surgidas a partir del nombre onomatopéyico quechua *quwi*: cuye, cuyi, cuyo, cuilo, cuis.

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Cavia_porcellus.

Según la fuente “Descripción Zoológica del Cuy”, manifiesta que:

El cuy es un mamífero oriundo del Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia. Este animal posee un ciclo de reproducción corto, de fácil manejo, y sin una alimentación exigente; puede ser la especie más económica para la producción de carne de alto valor nutritivo. La crianza de cuyes en toda la sierra es generalmente, tradicional y rústica; destinada para consumo familiar (p.1).

Tiene un potencial productivo excepcional que permite utilizarlo como fuente de alimento de la población, e incluso, como una vía de medicina natural, principalmente aquellos que tienen pelo negro. Estas particularidades enfocan a contribuir a la seguridad alimentaria, salud y fuentes de ingresos económicos.

El cuy es una especie que se ha criado hace miles de años en armonía y con el medio, en una magnífica relación con el ser humano y la naturaleza; emergió en una agricultura sostenible, en la que la tierra era considerada madre que provee todo lo que el ser humano necesita, así, nuestros antepasados, aprendieron a cultivar plantas como el maíz, yuca, quinua, algodón, entre otras, además a domesticar a especies como la alpaca, llama, vicuña, especialmente el cuy con mucho éxito.

El cuy es un mamífero roedor originario de la región Latinoamericana de Perú, Ecuador, Bolivia y Colombia; su vida silvestre va desde las llanuras hasta las altas montañas (se adapta desde 0–4 000 msnm).

A nivel mundial, a esta especie se la ha conocido como conejillo de indias debido a que lo utilizan para realizar investigaciones en los laboratorios. La palabra cuy es originaria del quechua^(1,2).

1.2. Clasificación zoológica de los cuyes

En la Tabla 1.2 se presenta la clasificación zoológica de los cuyes, curi, o cobayos, como se conoce en distintas regiones, de donde es originario.

(1.2) **Etimología de cuy:** este vocabulario en su etimología procede del quechua “*quwi*” como nombre onomatopéyico, su nombre científico es “*Cavia porcellus*”.

Fuente: <https://definiciona.com/cuy/#etimologia>

Tabla 1.2. Clasificación zoológica de los cuyes (*Cavia porcellus*).

CLASIFICACIÓN	DENOMINACIÓN
Reino:	Animal
Phylum:	<i>Vertebrata</i>
Sub-Phylum:	<i>Gnathosmata</i>
Clase:	<i>Mammalia</i> (Mamífero de sangre caliente, piel cubierta de pelos).
Sub-Clase:	<i>Eutheria</i>
Orden:	<i>Rodentia</i>
Sub-Orden:	<i>Hystricomorpha</i>
Familia:	<i>Caviidae</i>
Género:	<i>Cavia</i>
Especies:	<i>Cavia aperea aperea</i> Erxleben <i>Cavia aperea aperea</i> Lichtenstein <i>Cavia cutleri</i> King <i>Cavia porcellus</i> Linnaeus <i>Cavia cobaya</i>
Observaciones:	Se trata de un roedor con 2 mamas, 4 dedos en las extremidades anteriores y 3 en las posteriores; aunque este dato no es definitorio, ya que esto puede variar según la región; no siendo extraño encontrar casos frecuentes de polidactilia.

Fuente: Chauca de Zaldívar (1997, p.1).

1.3. Crianza y difusión de cuyes en Ecuador

En Ecuador, esta especie se ha criado en las tres diferentes regiones geográficas; adaptándose con facilidad debido a su hábito alimentario.

La difusión de esta especie en el país se ha desarrollado gracias a la permanente investigación de adaptación, alimentación, reproducción y control de enfermedades en cada una de las zonas geográficas; cuyos resultados experimentales se exponen en la presente obra; misma que permitirá difundir los conocimientos principalmente a productores de cuyes pie de cría: suministradores habituales que satisfacen el mercado interno y externo del país.

A través de la investigación en nuestro medio, se ha medido el comportamiento biológico de los animales por efecto de la aplicación de alimentos, sistemas de mane-

jo, controles sanitarios y los aspectos reproductivos, con la finalidad de determinar las mejores alternativas que permitan la explotación de estos animales; satisfaciendo los requerimientos nutricionales, controlando enfermedades, obteniendo los mejores parámetros reproductivos y hacer de esta una explotación económicamente rentable.

No obstante, al ser la crianza de cuyes una actividad que se desarrolla en las zonas rurales desde tiempos inmemoriales, y que es importante en la alimentación de las familias campesinas, la misma se ve afectada por el escaso conocimiento técnico y el manejo inadecuado que se le da; lo que no ayuda a que su producción sea una alternativa en la alimentación que aporte proteínas, vitaminas y minerales constantemente. Por ello, es necesario conocer y practicar la crianza técnica para aprovechar mejor este valioso recurso alimenticio.

Figura 1.1. El cuy utilizado en la alimentación humana.



La alta informalidad en la crianza del cuy está vinculada a la intensa actividad doméstica de las familias rurales y marginadas. Esto ha propiciado una oferta poco diferenciada debido al escaso desarrollo de canales de distribución comercial, además de la alta barrera para la crianza tecnificada. El pequeño criador afronta un riesgo sanitario cuando las enfermedades que puede contraer el cuy no son tratadas oportunamente por la falta de recursos.

El propósito de la crianza de cuy es la producción de carne. En la actualidad, existen numerosas granjas (ver figura 1.2) que se dedican a su crianza y comercialización y, gracias al proceso migratorio, su consumo se ha extendido hacia otros países.

Figura 1.2. Investigación en pequeñas granjas.



1.4. Tabúes y dificultades en la producción de la carne de cuyes

El desconocimiento técnico por parte de la población acerca de la vida y reproducción del cuy, hace que su carne presente baja demanda, debido a que creen que se cruza con otros roedores como las ratas; o a su vez, se castean con otras especies; sin embargo, es necesario mencionar que difícilmente se pueden cruzar, peor aún poseer crías, debido a que el número de cromosomas^(1.3) no son compatibles entre estas especies; así tenemos que los cuyes poseen 64 cromosomas y las ratas 42; siendo imposible su procreación.

(1.3) **Cromosoma:** fragmentos largos, en forma de hebras presentes en la cromatina.; constituyen al ADN de una célula; están organizados en una estructura llamada cariotipo: patrón estrechamente ligado con la posición y definición de la característica sexual del espécimen en estudio. Los cromosomas están presentes en las células eucariotas, que son las encargadas de administrar el material genético y hereditario en el proceso de reproducción sexual.

Fuente: <http://conceptodefinicion.de/cromosoma>

Por otra parte, el inusual aspecto que presenta este producto (cuy eviscerado con cabeza y patas; ver figuras 1.3) propicia el rechazo de los consumidores más jóvenes y de la población con vocación cosmopolita.

La problemática de la informalidad antes mencionada supone una disminución importante en la rentabilidad de las granjas formales del sector de animales menores; las que, por otra parte, deben maximizar la eficiencia de sus operaciones para ofrecer un producto de calidad.

En este contexto, surge la presente obra, como una propuesta viable, como una oportunidad, de mejora e innovación; que permita lograr mayor rentabilidad o explorar nuevas formas de comercializar el cuy. Su objetivo es determinar la viabilidad de la implementación de una granja comercial dedicada a la crianza y transformación de la carne de cuy para el mercado capitalino.

Figura 1.3. Canales de cuyes en proceso de faenamiento.



Fuente: Laboratorio de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Espoch.

CAPÍTULO II

LA ALIMENTACIÓN DEL CUY (*CAVIA PORCELLUS*). TIPOS DE ALIMENTOS. COMPORTAMIENTO NUTRICIONAL

2.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DIFERENTES ALIMENTOS UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES

Es importante considerar la composición química de los alimentos que son utilizados en forma tradicional en la producción de cuy en el ámbito familiar; ya que de esta manera, nos permitirá contar con una mejor apreciación de la calidad del alimento, dependiendo del contenido de nutrientes del mismo, que una vez consumido por el cuy, permitirá incorporarse al organismo animal y cumplir con las diferentes funciones vitales. En la figura 2.1, se puede apreciar un área experimental para el estudio de diferentes alimentos para cuyes.

Figura 2.1. Área experimental para el estudio de diferentes alimentos para cuyes.



Fuente: Galpón de la Facultad de Ciencias Pecuarias, EsPOCH.

2.1.1. Materia seca (MS)

La materia seca contenida en los tratamientos en estudio utilizados en la alimentación de cuyes, considerados en esta investigación presenta un promedio de 23,52 + 2,88 %; determinándose un máximo 27,25 % de materia seca en la chilca^(1.4) y el mínimo 19,88 % en la malva^(1.5); presentando además un rango de 7,37 % entre máximo y mínimo, lo que indica un grado de variabilidad en cuanto a este constituyente en los diferentes alimentos. Las diferencias numéricas determinadas se deben a la diversidad de alimentos evaluados. En las figuras 2.2 y 2.3 respectivamente, se pueden apreciar diferentes tipos de arbustos de chilca y malva.

Figura 2.2. Arbusto de chilca (*Baccharis latifolia*).



(1.4) **Chilca:** arbusto de raíz fibrosa con tallo flexible y cilíndrico. Sus hojas son simples y lanceoladas con las cabezuelas de flores masculinas dispuestas en inflorescencias aplanadas de color blanco. Se encuentra distribuida desde Venezuela hasta el norte de Argentina entre los 1 000 y 4 000 msnm: Bolivia, Ecuador, Colombia, Argentina, Perú, Uruguay, Chile. En Perú, crece en gran abundancia en las quebradas de la sierra. Nombre científico: *Baccharis latifolia*, Familia: Asterácea. Nombres comunes: Chilca, chilca negra, chilca blanca; *ch'illka* en lengua quechua.

Fuente: <http://www.ecotintes.com/content/es/chilca>

(1.5) **Malva:** planta perenne de la familia de las malváceas de hasta 1,5 m de altura. Posee tallos vellosos, leñosos a la base, tumbados o erectos; hojas muy variables, generalmente palmatinervias y lobuladas. (con lóbulos dentados), largamente pendulares, con flores de 2 a 4 cm. Nombre científico: *Malva sylvestris* L. Etimología: malva deriva del latín *mollire*.

Fuente: <https://www.botanical-online.com/medicinalsmalvacastella.htm>.

Figura 2.3. Arbusto de malva.



Al respecto, Pozo, M. (1983) obtiene un 25,3 % de MS en la alfalfa^(1.6), mientras que Lee, R. (1974) expone que la alfalfa contiene el 18,6 % de MS; al comparar estos valores con los obtenidos en la presente investigación (23,30 % MS), este parámetro está dentro de los rangos establecidos por estos autores, considerán-

Figura 2.4. Alfalfa (a) Plantación; (b) Inflorescencia.



(1.6) **Alfalfa:** *Medicago sativa*, una planta herbácea perenne de hasta 80 cm, tallos erectos, cubiertos de una vellosidad blanquecina, con pequeñas flores púrpura que crecen en racimo. Su uso tradicional ha sido tanto medicinal como alimentario. Es originaria de las regiones del Sudeste asiático. Cultivada como planta forrajera. Nombre científico: *medicago* (procede de Medea: región de la península itálica); su nombre vulgar se deriva del árabe: *alfasat*. Familia: *papilionáceas*. Nombres comunes en castellano: alfalfa, mielga, alfaz, mielcas, alfalce, alfal.

Fuente: <https://www.botanical-online.com/medicinalsalfalfa.htm>

dose esta variación; probablemente se deba a la época de corte. Además, la MS de la malva morada, obtenida en la presente investigación (con un promedio de 18,66 % de MS), es mayor a la registrada por el Laboratorio de Nutrición Animal Santa Catalina INIAP (1989). Esta mínima diferencia se debe probablemente a la época de corte de las diferentes especies evaluadas, ya que: a mayor edad del pasto mayor contenido de materia seca.

En la figura 2.4, se muestra una plantación de alfalfa, y detalles de su inflorescencia; mientras que, en la figura 2.5, se presenta una vista de forraje de alfalfa en percha oreando.

Figura 2.5. Forraje de alfalfa en percha oreando.



Fuente: Secadero de hierbas del galpón de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Espoch.

2.1.2. Materia orgánica y cenizas

Lee (1974), encontró que la setaria^(1.7) tiene un contenido de materia orgánica del 19,88 y 20,65 % de materia orgánica (MO) en alimento fresco suministrado sin procesar (TCO) en la retama^(1.8).

Al comparar con los valores obtenidos en la presente investigación, el contenido de materia orgánica de la setaria es igual, mientras que en la retama este valor es superior a los obtenidos por este autor. Estas diferencias se deben probablemente al tipo de suelo donde haya sido cultivado.

En las Figuras 2.6 y 2.7, se presentan algunas vistas de plantaciones de setaria y retama.

Figura 2.6. Planta forrajera setaria. (a) *Setaria sphacelata*; (b) *Setaria viridis*.



Fuentes:

<http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219220807171743.pdf> <http://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/setaria-sphacelata>

(1.7) **Setaria:** *Setaria sphacelata*. Nombre vulgar: pasto azul, mijo dorado, pasto rhodesia. Taxonomía: *Angiospermae, Monocotyledonae, Poales, Poaceae*. Es una gramínea perenne originaria de África tropical, que crece formando densas matas de macollos, y puede alcanzar de 60 a 180 cm de altura. Hojas con vaina pelosa o glabra; lígula representada por una fila de pelos; limbo plano. Inflorescencia en panícula espiciforme, densa, con eje escábrido o pubescente. Se cultiva en zonas con precipitaciones superiores a 750 mm, pudiendo soportar períodos de sequía o anegamiento y suelos pobres en nutrientes.

Fuente: <http://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/setaria-sphacelata>

(1.8) **Retama:** Nombre derivado del árabe ratáma. Arbusto que pertenece a la familia de las papilionáceas (también conocidas como leguminosas o fabáceas); se caracteriza por sus ramas flexibles y delgadas, que presentan una cantidad reducida de hojas; puede llegar a medir hasta cuatro metros de altura de acuerdo a la especie; presenta flores de color amarillento. Las retamas son originarias del continente europeo, el sudoeste asiático y el norte africano.

Fuente: <https://definicion.de/retama/>

Figura 2.7. Diferentes vistas del arbusto de retama.



Fuentes:

<https://definicion.de/retama/>

https://es.wikipedia.org/wiki/Retama_monosperma

Al respecto, en la presente investigación, en cuanto a la materia orgánica y cenizas contenidas en los cinco alimentos considerados, presentan valores de 20,61+2,68 y 2,50+0,84 % en TCO respectivamente; determinándose un máximo contenido de materia orgánica en la chilca con 24,03 % TCO y el mínimo en la malva con 17,39 % en TCO; estableciéndose además un rango de 18,17 % entre máximo y mínimo, lo que indica un grado de variabilidad importante en cuanto a este nutriente en los diferentes alimentos. Así también, las diferencias numéricas presentes se deben a la diversidad de alimentos evaluados; reflejo de la calidad de cada uno de ellos.

2.1.3. Proteína cruda

La proteína cruda (PC)^(1.9) de los alimentos evaluados en la presente investigación, exhiben un promedio de 3,78+1,37 %; determinándose un valor máximo de 5,22 % en TCO de PC en la malva y un valor mínimo de 1,63 % en TCO en la setaria; se establece además un rango de 3,59 % entre máximo y mínimo pro-

(1.9) **Proteína cruda:** es una medida de la cantidad de proteína se encuentra en los alimentos, basado en las pruebas de laboratorio que estudian la composición química de los alimentos. La proteína cruda se calcula después de medir el contenido de nitrógeno de un alimento.

medio, lo que indica un grado de variabilidad amplio para este nutriente en los diferentes alimentos. Sin embargo, el Laboratorio de Nutrición Animal Santa Catalina INIAP (1989) reporta un promedio de 4,53 % de PC en TCO en la malva. El valor obtenido en esta investigación fue 5,22 % PC en TCO; mientras, Lee (1974) obtiene un contenido de 1,09 % de PC en TCO.

En este trabajo se obtuvo 1,63 % PC en TCO en la setaria. Al comparar estos valores con otros autores, se puede observar que son evidentemente superiores. Las diferencias probablemente se deban al tipo de alimento, ya que tienen un origen diferente y por lo tanto también este nutriente difiere entre ellos.

2.1.4. Extracto etéreo (EE)

Lee (1974) presenta un promedio de extracto etéreo^(1.10) de EE de 4,90 % para la retama, mientras que Pozo (1983) reporta el 0,8 % de EE en TCO en la alfalfa; comparado con los valores obtenidos en esta investigación (0,69 % en la retama en TCO y 0,56 % de la alfalfa en TCO) los valores obtenidos se acercan a los reportes de estos autores.

En cuanto al extracto etéreo contenido en los diferentes alimentos utilizados en la alimentación de cuyes considerados dentro de esta investigación, el mismo presenta un promedio de 0,87+0,68 %; determinándose un máximo contenido de este nutriente de un 2,06 % TCO en la chilca y un mínimo 0,36 % en la setaria; obteniéndose además un rango de 1,70 % entre máximo y mínimo promedio, lo que indica un grado de variabilidad bajo en cuanto a este nutriente en los diferentes alimentos.

(1.10) **Extrato Etéreo:** conjunto de sustancias de un alimento que se extraen con éter etílico (esteres de los ácidos grasos, fosfolípidos, lecitinas, esteroides, ceras, ácidos grasos libres). La extracción consiste en someter la muestra exenta de agua (deshidratada) a un proceso de extracción continua (Soshlet) utilizando como extractante éter etílico.

2.1.5. Fibra cruda

La fibra cruda (FC)^(1.11) contenida en los cinco alimentos utilizados en la alimentación de cuyes, presenta un promedio de 7,60+2,41 %; de lo cual resultó, un máximo contenido de FC en la chilca de un 10,76 % en TCO y un mínimo en la malva con 4,31 % en TCO; encontrándose además, un rango de 6,45 % entre máximo y mínimo promedio, lo que indica un grado de variabilidad considerable en cuanto a este nutriente en los diferentes alimentos.

En cuanto a los análisis reportados por Lee (1974), el mismo expone un promedio de 11,17 % de FC para la chilca, mientras que en esta investigación se obtuvo un 10,76 % de FC en TCO; valor que se aproxima al citado por este autor; mientras que Valencia (1981) reporta un 7,98 % de FC en la malva; al comparar este promedio con los obtenidos, es un promedio superior al que exponen estas investigaciones, y esto puede deberse posiblemente al estado de madurez de la planta ya que, a medida que esta aumenta, se eleva el contenido de fibra.

2.1.6. Coeficiente de digestibilidad del extracto libre de nitrógeno

El extracto libre de nitrógeno (ELN) contenido en los diferentes alimentos utilizados en la alimentación de cuyes, presenta un promedio de 8,36 + 2,34 %, determinándose un máximo contenido de este nutriente en la setaria de 9,52 % TCO y el mínimo valor en la malva de 7,18 % TCO; obteniéndose un rango de 2,34 % entre máximo y mínimo promedio, lo que indica un grado de variabilidad alto en cuanto a este nutriente en los diferentes alimentos.

En cuanto a los análisis reportados por el Laboratorio de Nutrición Animal Santa Catalina INIAP (1989), en el mismo se obtiene un promedio de 7,19 % de

(1.11) **Fibra cruda:** es el resultado obtenido tras el tratamiento de los vegetales con ácidos y álcalis; es un concepto más químico que biológico. A la fibra vegetal se refiere fundamentalmente a los elementos fibrosos de la pared de la célula vegetal. La fibra dietética engloba todo tipo de sustancias; sean fibrosas o no, y que, por tanto, incluye la celulosa, la lignina, las peptinas, las gomas, etc.

Fuentes:

<https://es.scribd.com/doc/8462551/Fibra-Cruda-y-Extracto-etereo>

<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6365/6/PC-000750.pdf>

ELN en TCO para la setaria. Al comparar con el valor obtenido en la presente investigación, estos valores son bajos posiblemente se deba a la edad del material vegetativo, ya que el reporte del ELN es determinado por la diferencia de 100 menos los demás nutrientes determinados en el análisis proximal.

2.2. EVALUACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD *IN VIVO* DE LOS NUTRIENTES DE DIFERENTES ALIMENTOS UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES

2.2.1. Coeficiente de digestibilidad de la materia seca

El coeficiente de digestibilidad^(1.12) de la materia seca de los diferentes alimentos para cuyes, presentó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$); la alfalfa

Figura 2.8. Alfalfa. (a) Alfalfa (*Medicago sativa*); (b) Flores de alfalfa; (c) Fruto de alfalfa.



Fuente: tomado de: AnRo0002 [CC0]; javier martin [Public domain] y Philmarin [CC BY-SA 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>)]

(1.12) **Digestibilidad:** forma de medir el aprovechamiento de un alimento: la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición. Comprende dos procesos: la digestión que corresponde a la hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos, y la absorción de pequeñas moléculas (aminoácidos, ácidos grasos) en el intestino.

Fuente: <http://www.fao.org/3/ab482s/AB482S08.htm>

mostró las mejores las mejores respuestas de digestibilidad, con promedios de 76,53 %, seguidos por la malva, setaria y chilca con: 75,45; 65,70 y 61,30 % respectivamente; y, finalmente, la retama con un promedio de 47,60 %. En este contexto, los análisis reportados por Castro y Chirinos (1994) presentan un 60,59 % del coeficiente de digestibilidad de la masa seca en la alfalfa; al respecto, se puede indicar que, el valor mayor obtenido en esta investigación, como valor promedio, es mayor debido, posiblemente, a la etapa fenológica en la que se ha analizado la alfalfa.

2.2.2. Coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica

La materia orgánica presentó un coeficiente de digestibilidad que difiere entre los diferentes alimentos evaluados; las mejores respuestas de digestibilidad se presentaron en la alfalfa y la malva, con un 77,42 y 77,18 % respectivamente, sin existir diferencias estadísticas entre estas dos especies; pero sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,01$) con valores inferiores para la chilca y la setaria con 68,23 y 68,28 %, siendo estadísticamente similares entre estas últimas, para finalmente ubicarse la retama con el coeficiente de digestibilidad menor de 55,65 %.

Esta variabilidad se debe probablemente al lugar donde se estableció y el contenido de la materia orgánica va a depender la calidad de energía del alimento.

2.2.3. Coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda

Caballero A. (1992), en pruebas de digestibilidad, obtuvo un 74,76 % de coeficiente para la proteína cruda de la alfalfa. Nuestro valor se acerca al reportado por este autor; mientras que, para Castro y Chirinos (1994), el coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda en la alfalfa verde es de 64,96 y 58,98 % en el heno de alfalfa.

Al comparar con nuestros valores (81,34 %) resultan superiores a los reportados por estos autores. Estas diferencias probablemente se deban al estado fenológico y físico del forraje en estudio. Sin embargo, en la presente investigación,

en el coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda se determinaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre tratamientos evaluados; la mejor respuesta se registró en la malva con 87,28 %, seguida por alfalfa, setaria y chilca, con coeficientes de digestibilidad de: 81,84; 70,54 y 64,41 % respectivamente; finalmente, el coeficiente de la proteína de la retama presentó los valores más bajos con 58,59 %.

2.2.4. Coeficiente de digestibilidad de la fibra cruda

Los coeficientes de digestibilidad de la fibra cruda presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre los alimentos analizados en la presente investigación. Así, los mejores promedios de digestibilidad (72,26 y 65,56 %) se presentaron en la malva y alfalfa respectivamente, seguidos por la setaria y la chilca con 55,13 y 54,45 % de coeficiente de digestibilidad en su orden. El menor coeficiente de digestibilidad se reportó en la retama con de 33,76 %; sin embargo, este nutriente es digerido por los cuyes debido a los ciegos funcionales, donde se desarrolla una digestión bacteriana.

En cuanto al análisis reportado por Caballero (1992), él obtiene un 31,04 % de coeficiente de digestibilidad de FC de la alfalfa, pero Castro y Chirinos (1994) obtuvieron 32,27 % en la alfalfa verde y 40,71 % en heno de alfalfa. El valor obtenido en la presente investigación es superior al expuesto por estos autores; posiblemente se deba a la etapa fenológica de la alfalfa y al grado de maduración del forraje analizado.

2.2.5. Coeficiente de digestibilidad del extracto etéreo

Caballero (1992) expone un coeficiente de 48,46 % del extracto etéreo de la alfalfa, mientras que Castro y Chirinos (1994), en sus pruebas de digestibilidad, obtienen 40,92 %. El valor obtenido en la presente investigación es inferior al expuesto por estos autores, mientras que la alfalfa en heno (22,36 %) obtenida por Castro y Chirinos (1994) se acerca al valor de esta investigación; puede deberse posiblemente a la etapa fenológica de la alfalfa y su estado físico.

En cuanto a la presente investigación, el coeficiente de digestibilidad del extracto etéreo, presentó diferencias estadísticas ($P < 0,01$), en los diferentes alimentos analizados. Los mayores promedios de digestibilidad los presentaron la setaria y la chilca, con 53,51 y 38,72 % respectivamente, seguidos de la alfalfa (35,56 %) y el menor coeficiente de digestibilidad fue de la malva y la retama, con 29,47 y 15,16 % en su orden.

2.2.6. Coeficiente de digestibilidad del extracto libre de nitrógeno

En el coeficiente de digestibilidad del extracto libre de nitrógeno (ELN), se observaron diferencias estadísticas ($P < 0,01$) en los alimentos considerados. Los mayores promedios de digestibilidad se presentaron en la chilca y la alfalfa con 98,44 y 87,15 % respectivamente; que superan numéricamente del resto de los tratamientos; se encontró además el coeficiente más bajo en la malva con un promedio de 77,35 %. El coeficiente de digestibilidad para el ELN de la alfalfa en cuyes, obtenido en la presente investigación, es superior al expuesto por Caballero (1992), quien obtuvo un 78,01 % y Castro y Chirinos (1994) tuvieron 75,14 % de coeficiente de digestibilidad para el ELN de la alfalfa y 78,89 % en el heno de alfalfa. Esta diferencia probablemente se deba a la etapa fenológica de la alfalfa y al tipo de suelo donde ha sido cultivada.

2.3. RESPUESTA DEL CUY A LA APLICACIÓN DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

El cuy puede ser exclusivamente herbívoro o aceptar una alimentación suplementada, en la cual se hace un mayor uso de compuestos equilibrados. No obstante, los sistemas de alimentación pueden ser de tres tipos:

- ✓ Forraje
- ✓ Forraje más concentrado
- ✓ Concentrado + agua + vitamina C

De acuerdo a la disponibilidad de estos recursos, el sistema de alimentación puede llevarse a cabo de forma individual o alternativa. En la tabla 2.1 se muestra el comportamiento del peso del cuy: criollo, mejorado y mestizo, evaluados en tres países andinos.

Tabla 2.1. Comportamiento del peso del cuy: criollo, mejorado y mestizo, evaluados en tres países andinos.

ORIGEN	TAMAÑO DE LA CAMADA	PESO (g)		
		Nacimiento	Destete	Tres meses
ECUADOR				
Criollo	1,44	127,31	257,69	637,69
Peruano puro	2,22	145,75	298,88	853,89
Mestizo	1,90	137,63	288,42	847,78
BOLIVIA				
Criollo	2,24	86,30	194,90	
Mestizo	2,37			
Criollo		84,45	215,23	544,72
Criollo x peruano		114,86	304,38	807,53
Peruano x criollo		127,55	358,80	803,86
Peruano puro		137,47	368,45	794,64
COLOMBIA				
Criollo		80,0	200,0	330,0
Peruano puro		200,0	400,0	850,0
Mestizo		160,0	370,0	600,0

Fuente: <http://www.portalagrario.gob.pe> (2009).

Castro (2002) reporta que: “El cuy, especie herbívora monogástrica, tiene dos tipos de digestión: la enzimática a nivel del estómago e intestino delgado, y la microbiana a nivel del ciego”. Su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración alimenticia; mejorando el nivel nutricional de los mismos se puede intensificar su crianza y aprovechar su potencial en cuanto a precocidad y prolificidad, así como su habilidad reproductiva.

En referencia a los cuyes como productores de carne, Revollo (2009) afirma que estos: “Precisan del suministro de una alimentación completa y bien equilibrada que no se logra si se suministra únicamente forraje. Las condiciones medioambientales, estado fisiológico y genotipo influirán en los requerimientos”.

Por ello que, el conocimiento de las necesidades nutricionales de los cuyes nos facilita la elaboración de dietas con raciones bien balanceadas que cubran estos requerimientos en su alimentación.

2.3.1. FASE DE CRECIMIENTO Y ENGORDE

En la tabla 2.2, se puede observar el comportamiento de los cuyes hembras, durante la evaluación del forraje verde hidropónico (FH) utilizado en su alimentación en las etapas de gestación y lactancia.

Tabla 2.2. Evaluación del peso corporal y cantidad de forraje verde hidropónico (FH), en la alimentación de los cuyes hembras en las etapas de gestación y lactancia.

VARIABLES	TRATAMIENTOS									
	Testigo		FHA		FHC		FHM		FHT	
Peso inicial (g)	890,80	a	889,25	a	898,20	a	894,80	a	897,90	a
Peso posparto (g)	1097,70	b	1 125,70	a	1 114,70	a	1097,00	b	1 083,10	b
Peso final (g)	1190,00	d	1 274,45	a	1 266,65	ab	1 214,15	cd	1 236,55	bc
Ganancia total peso (g)	299,20	d	385,20	a	368,45	ab	319,35	cd	338,65	bc
Consumo de forraje. MS (kg)	6,66	a	5,72	b	5,66	c	5,55	d	5,48	e
Consumo de forraje MS/día (g)	80,27	a	68,93	b	68,20	c	66,84	d	66,04	e
Consumo concentrado MS (kg)	1,49	a	0,68	e	0,76	d	1,07	b	0,89	c

Consumo concentrado MS/día (g).	18,00	a	8,24	e	9,20	d	12,90	b	10,70	c
Consumo total alimento MS (kg).	8,16	a	6,41	c	6,42	c	6,62	b	6,37	c
Observaciones: FHA: Forraje hidropónico de avena. FHC: Forraje hidropónico cebada. FHM: Forraje hidropónico maíz. FHT: Forraje hidropónico trigo.										

Fuente: Casa, Usca, Trujillo y Capelo (2008).

En la tabla 2.3, se muestra el comportamiento de cuyes hembras en la etapa de gestación, lactancia por efecto de la utilización de diferentes niveles de cáscara de maracuyá^(1.13) más un promotor de crecimiento Hibotek en la alimentación.

Tabla 2.3. Comportamiento de cuyes hembras en la etapa de gestación lactancia.

VARIABLES	NIVELES DE CÁSCARA DE MARACUYÁ							
	T0		T1		T2		T3	
Número de observaciones	10		10		10		10	
Peso inicial empadre (kg)	1,312	c	1,360	ab	1,382	a	1,353	bc
Peso final del empadre (kg)	1,468	b	1,608	a	1,681	a	1,514	a
Peso posparto (kg)	1,171	b	1,196	a	1,193	a	1,191	a
Peso al destete (kg)	1,490	b	1,551	a	1,593	a	1,535	a
Ganancia de peso (kg).	0,178	a	0,191	a	0,211	a	0,182	a

(1.13) **Maracuyá** (*Passiflora edulis*): es una planta trepadora del género *Passiflora*, nativa de las regiones subtropicales de América; se cultiva comercialmente en la mayoría de las áreas tropicales y subtropicales: Paraguay, República Dominicana, Noreste Argentino, Bolivia, Brasil, Ecuador, Perú, Colombia, Venezuela, Costa Rica, Nicaragua, Panamá, partes del Caribe y Estados Unidos. Etimológicamente *mberu kuja*, “criadero de moscas”, por la dulzura del néctar que resulta atractivo para el desove de los insectos. Fuente: <https://boletinagrario.com/ap-6,maracuya,121.html>

Consumo de kikuyo/día MS (g)	52,824	b	52,140	ab	51,186	a	50,771	a
Consumo pienso, MS g/día	26,410	a	27,310	a	28,113	a	28,729	a
Consumo Total/día (g) MS	79,234	b	79,450	a	79,299	a	79,500	a
Fertilidad (%)	80,00	b	100,00	a	100,00	a	100,00	a
Fecundidad (%)	80,00	b	100,00	a	100,00	a	100,00	a
Prolificidad (%)	240,00	b	304,00	a	360,00	a	350,00	a
Tamaño de camada nacimiento: N°	2,400	b	3,04	a	3,60	a	3,50	a
Peso de la cría al nacimiento (kg)	150,95	a	149,14	a	129,32	b	145,35	a
Peso camada nacimiento (kg)	355,07	b	453,56	a	463,79	b	506,70	a
Tamaño camada destete: N°	2,30	b	2,93	ab	3,50	b	3,40	a
Peso camada al destete (kg)	564,07	c	805,83	b	908,64	ab	988,76	a
Peso de la cría al destete (g)	249,58	b	287,97	a	265,62	a	300,40	a
Observaciones:								
T0: Tratamiento sin cáscara de maracuyá.								
T1: Tratamiento con cáscara de maracuyá al 5 % + Hibotek.								
T2: Tratamiento con cáscara de maracuyá al 10 % + Hibotek.								
T3: Tratamiento con cáscara de maracuyá al 15 % + Hibotek.								
Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente.								

Fuente: Cisneros, Díaz y Fiallos (2009).

En la figura 2.9, se muestra la planta, el fruto y la cáscara del maracuyá.

Figura 2.9. Planta de maracuyá. (a) Planta, (b) Fruto y (c) Cáscara.



En la tabla 2.4, se expone el comportamiento de los cuyes madres durante la etapa de gestación y lactancia, según efecto de los bloques nutricionales elaborados con diferentes subproductos.

Tabla 2.4. Comportamiento de los cuyes madres durante la etapa de gestación y lactancia.

PARÁMETROS	B.		T.		T.		R.	
Comportamiento MADRE	Comercial		Cebada		Arroz		Maíz	
Peso posparto (g)	1 002,20	a	1 079,10	a	960,10	a	1 002,70	a
Peso destete cría (g)	1 089,30	ab	1 120,30	a	979,30	b	1 009,60	ab
Comportamiento CRÍA								
Nº. crías al nacer	2,23	a	2,15	a	1,72	a	1,76	a
Peso nacer (g)	95,93	a	100,29	a	100,47	a	99,52	a
Crías destete	2,23	a	2,15	a	1,69	a	1,76	a
Peso destete (g)	143,17	a	149,44	a	144,00		149,90	a
Letras iguales no difieren significativamente según Duncan (P<0,05).								
Observaciones: B. Comercial: Balanceado comercial. T. Cebada: T. cebada. T. Arroz: T. arroz. R. Maíz: R. maíz								

La tabla 2.5 muestra el comportamiento productivo de los cuyes en la fase de gestación y lactancia bajo el efecto de diferentes niveles de papa china^(1.14).

(1.14) **Papa china:** La papa china *Colocasia esculenta*, conocida como malanga, taro, ocumo chino, en dependencia al lugar donde se encuentre, pertenece a la familia *aráceae*; sus tubérculos, hojas y peciolos son comestibles tanto para el hombre así como también para los animales; es fácil de cultivar y muy resistente al ataque de plagas y enfermedades. Sus tubérculos pueden ser fácilmente almacenados en el suelo sin sufrir daños. Fuente: Caicedo, Q., Rodríguez, B., Vallé, R. (2013). <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Una%20resena%20sobre%20el%20uso%20de%20tuberculos%20de%20papa%20china%20Colocasia%20esculenta%20conservados%20en%20forma%20de%20ensilaje%20para%20alimentar%20cerdos.pdf>

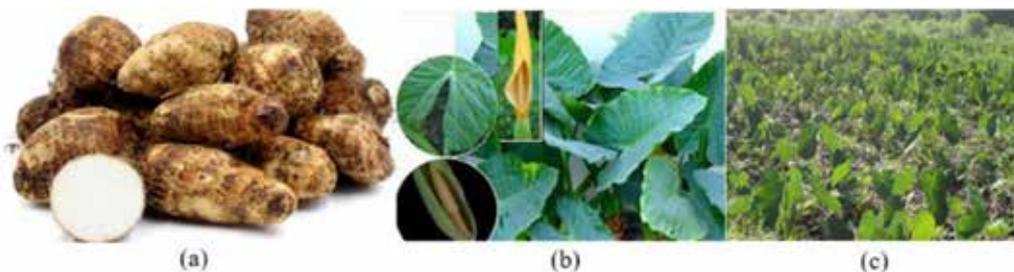
Tabla 2.5. Comportamiento productivo de los cuyes en la fase de gestación y lactancia bajo el efecto de diferentes niveles de papa china.

VARIABLES	NIVELES DE PAPA CHINA (%)							
	0		5		10		15	
Peso inicial hembra (g)	1 062,10		1 030,65		1 078,45		1 039,40	
Peso madre posparto (g)	1 197,20	a	1 165,17	a	1 216,00	a	1 198,10	a
Peso madre destete (g)	1 181,22	a	827,83	b	1 197,88	a	1 065,05	a
Consumo de forraje MS g/día.	169,68	a	168,68	b	168,68		169,54	a
Consumo concentrado MS g/día	61,52	a	59,80	c	60,95	b	59,80	c
Consumo de alimento MS g/día	231,20	a	228,49	c	229,63	b	229,34	b
Consumo alimento total MS (kg)	2 2657,94	a	2 2391,54	c	2 2503,71	b	2 2475,66	b
Tamaño camada nacimiento	2,30	a	3,67	a	3,22	a	2,90	
Tamaño camada destete	2,30	a	3,00	a	3,11		2,90	
Mortalidad (%)	0,00	a	0,40	a	0,10	a	0,00	
Peso de camada al nacimiento (g)	186,98	a	172,14	a	168,23	a	160,11	a
Peso de camada al destete (g)	460,66	a	422,48	a	409,83	a	417,44	a
Peso al nacimiento (g)	107,71	a	56,31	a	60,36	a	59,31	a
Peso al destete (g)	268,92	a	134,22	a	143,25	a	155,83	a

Cargua, Díaz-H y Usca (2014).

La figura 2.10 muestra algunas vistas de la Papa china (*Colacasia esculenta*).

Figura 2.10. Fruto de la papa china (b). Detalle de la flor y hojas; (c) Vista de una Plantación.



Fuente:

<https://www.bing.com/images/search?q=foto+papa+china+malanga&qpvt=foto+papa+china+malanga&form=IGRE&first=1&scenario=ImageBasicHover>

El efecto del uso de los diferentes niveles de cabuya^(1.15) en la alimentación de cuyes durante las etapas de gestación y lactancia puede apreciarse en la tabla 2.6.

Tabla 2.6. Efecto del uso de los diferentes niveles de cabuya en la alimentación de cuyes durante las etapas de gestación y lactancia.

PARÁMETROS	TIPO DE ALIMENTACIÓN Alfalfa + Cabuya (A + C)							
	0 (%)		5 (%)		10 (%)		15 (%)	
Peso inicial (kg)	0,940		0,854		0,906		0,888	
Peso posparto (kg)	0,939	a	0,890	ab	0,873	b	0,867	b
Peso final (kg)	1,037	a	0,979	ab	0,957	b	0,941	b
Ganancia de peso (kg)	0,101	a	0,125	a	0,055	b	0,053	b
Consumo de alfalfa (kg) (MS)	6,107	a	5,663	b	5,150	c	4,926	d
Consumo de cabuya (kg) (MS)	0,000		0,191	c	0,259	b	0,356	a
Consumo alimento (kg) (MS)	6,107	a	5,855	b	5,409	c	5,283	d
Mortalidad (%)	0,00		0,00		0,00		0,00	
Tamaño camada nacimiento	2,800	a	2,700	a	2,600	a	2,500	a
Peso de crías al nacimiento	0,116	a	0,118	a	0,118	a	0,118	a
Peso camada al nacimiento	0,328	a	0,314	a	0,305	a	0,296	a
Tamaño camada al destete	2,600	a	2,600	a	2,400	a	2,200	a
Peso de las crías al destete	0,258	a	0,260	a	0,273	a	0,274	a
Peso de camada al destete	0,663	a	0,652	a	0,652	a	0,605	a
Mortalidad (%)	2,00	a	2,00	a	2,00	a	3,00	a

Fuente: Bonilla, Usca y Díaz-H. (2010).

(1.15) **Cabuya** Agave lechuguilla: Agave, pita, maguey, mezcal y fique, pertenece a la familia *Agavaceae*; es una planta con hojas agrupadas en forma de rosetas; oriundo del continente americano; se extiende desde el sur de Estados Unidos hasta Colombia y Venezuela, incluyendo todas las islas del Caribe; ha sido utilizado desde la antigüedad para satisfacer y complementar una serie de necesidades básicas: alimento, forraje, etc.

Fuente:

<https://www.inkanatural.com/es/arti.asp?ref=agave>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Agave>

En la figura 2.11, se pueden apreciar plantaciones de diferentes tipos de cabuya; aunque en las investigaciones llevadas a cabo en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Espoch, hemos utilizado del tipo que se muestra en la Figura 2.12a.

Figura 2.11. Planta de cabuya.



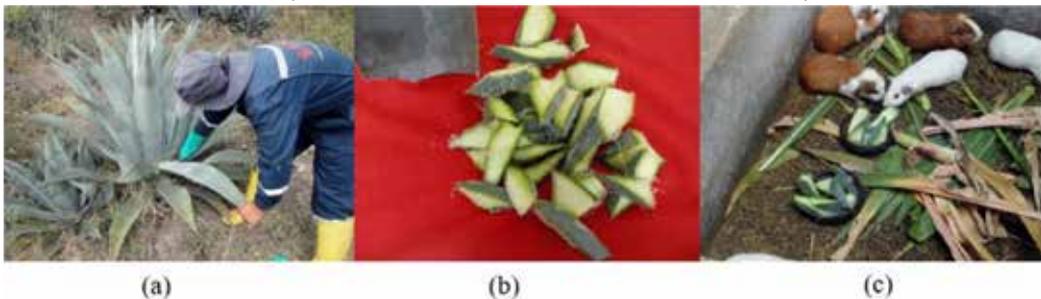
Fuentes:

<http://www.inkanat.com/es/arti.asp?ref=agave-sirope-prebiotico-gastritis>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Agave>

<http://www.inkanatural.com/es/arti.asp?ref=agave>

Figura 2.12. Utilización de la cabuya como alimento para cuyes:
(a) plantación de cabuya. (b) Trozos de cabuya para ser servidos.
(c) Cuyes alimentándose de los trozos de cabuya.



El comportamiento de cuyes madres en la etapa de gestación-lactancia por efecto del empleo de bloques nutricionales con diferentes niveles de sustrato poscultivo de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*), se puede apreciar en la tabla 2.7.

Tabla 2.7. Comportamiento de cuyes madres en la etapa de gestación-lactancia por efecto de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*).

PARÁMETRO	NIVELES DE SUSTRATO							
	0 %		45 %		60 %		75 %	
Peso posparto (kg)	1,017	a	0,995	a	1,018	a	1,015	a
Peso al destete (kg)	1,121	a	1,091	a	1,127	a	1,124	a
Ganancia de peso (kg)	0,170	a	0,148	a	0,164	a	0,171	a
Consumo bloque nutricional (kg MS)	3,261	a	3,179	a	3,174	a	3,138	a
Consumo de forraje (kg MS)	8,635	a	8,679	a	8,274	a	8,087	a
Consumo total alimento (kg MS)	11,896	a	11,858	a	11,448	a	11,225	a

Fuente: Miranda, Díaz-B y Díaz-H (2013).

La tabla 2.8 muestra el comportamiento de los diferentes tipos de alimento para cuyes en la etapa de gestación y lactancia: (A); (A + M); (A + T) y (A + C).

Tabla 2.8. Comportamiento de los diferentes tipos de alimento en cuyes en la etapa de gestación y lactancia.

VARIABLES	TIPOS DE ALIMENTACIÓN							
	A		A + M		A + T		A + C	
Período de gestación-lactancia								
Peso inicial (kg)	0,759	a	0,708	a	0,749		0,742	
Peso posparto (kg)	0,865	a	0,793	a	0,855	a	0,840	a
Ganancia de peso (kg)	0,106	a	0,085	a	0,105	a	0,097	a
Número crías por parto	2,60	a	2,90	a	3,00	a	2,60	a
Número de crías al destete	2,60	a	2,90	a	2,60	a	2,60	a
Mortalidad (%).	0,00	a	0,00	b	0,10	a	0,00	a
Consumo de cereal (kg/MS)	0,00	a	0,95	b	0,96	b	1,16	a
Consumo de alfalfa (kg/MS)	3,56	a	2,36	b	1,84	c	1,96	c
Consumo total de alimento (kg/MS)	3,56	a	3,30	a	2,80	c	3,13	b
Peso de la cría al nacimiento (kg)	0,124	a	0,126	a	0,112	a	0,132	a
Peso de la camada al nacimiento (kg)	0,310	a	0,353	a	0,337	a	0,326	a
Peso de la camada al destete (kg)	0,572	a	0,698	a	0,675	a	0,640	a

Tamaño de la camada al destete	2,60	a	2,90	a	2,70	a	2,60	a
Peso de las crías al destete (kg)	0,224	a	0,259	a	0,244	a	0,256	a
Peso de madre al destete (kg)	0,814	a	0,734	a	0,764	a	0,764	a
Observaciones: A: alfalfa A+M: alfalfa + maíz A+T: alfalfa + trigo A+C: alfalfa + cebada								

Fuente: Guajan, Díaz-H, Usca y Trujillo (2009).

2.3.2. Peso después del parto

Casa, Usca, Trujillo y Capelo (2008), al utilizar como alimento el forraje verde hidropónico^(1.16) de avena (FHA), cebada (FHC), maíz (FHM) y trigo (FHT), permitieron reportar que el peso posparto, registraron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$); así, el mayor peso corporal post-parto en las reproductoras alimentadas con tratamiento FHA y FHC, con un peso promedio de 1 125,70 g y 1 114,70 g. El menor valor se registró en los tratamientos Testigo (FH0), FHM, FHT, cuya peso promedio fue de 1 097,70; 1 097,00 y 1 083,10 g, respectivamente.

En la figura 2.13, se muestra la germinación de granos de cereales o leguminosas: maíz, sorgo, cebada, trigo, alfalfa etc. sobre charolas.

Cisneros, Díaz-H y Fiallos (2009) manifiestan que la utilización de cáscara de maracuyá más un promotor de crecimiento natural (PCN)^(1.17) (Hibotek), al empadre, los pesos de las hembras registraron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$) por efecto de los niveles de cáscara de maracuyá más un promotor de crecimiento Hibotek empleados, siendo el mejor peso para el tratamiento T2 con

(1.16) **Forraje Verde Hidropónico (FVH)**: es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales o leguminosas (maíz, sorgo, cebada, trigo, alfalfa etc.) sobre charolas. Se realiza durante un período de 7 a 14 días, captando la energía del sol y asimilando los minerales de la solución nutritiva.

(1.17) **Promotor de crecimiento natural**: se considera promotor de crecimiento a cualquier elemento que al ser incorporado en el alimento del animal en pequeñas cantidades, logra acelerar el crecimiento del animal.

Fuente:

<https://es.slideshare.net/andreanaviavalderrama/promotores-de-crecimiento-en-animales-73388856>

Figura 2.13. Germinación de granos de cereales sobre charolas.



Fuente: https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=125

1,681 kg para finalmente ubicarse el T0 con 1,468 kg, luego al evaluar los pesos posparto de las cuyas no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos T1, T2 y T3 encontrándose con el mayor peso al T1 con 1,196 kg. Sin embargo, se obtuvo diferencias significativas ($P \leq 0,05$) con respecto al tratamiento control con 1,171 kg.

Aquilla, Díaz-H y Almeida (2014), al utilizar en cuyes bloques nutricionales elaborados a base de T. Arroz, R. Maíz y T. Cebada en cuyes, encontraron que los pesos posparto de las hembras, que recibieron estos bloques nutricionales, no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), respecto a las mostradas por el grupo control; aunque numéricamente, se encontraron pequeñas variaciones; ya que las hembras que recibieron el bloque nutricional elaborado con T. Arroz presentaron pesos de 960,10 g, a diferencia de lo que pasó cuando se utilizó el T. Cebada que fue de 1 079,10 g (que fueron los casos extremos); pero, por no existir diferencias estadísticas, se considera que los subproductos utilizados en la elaboración de los bloques nutricionales no afectaron el comportamiento de los animales sometidos a estudio.

Cargua, Díaz-H y Usca (2014), al utilizar tres niveles de harina de papa china (*Colocasia esculenta*) como alimento energético, observaron que los cuyes luego del parto alcanzaron un peso de 1 165,17 y 1 216,00 g; valores que no difieren significativamente. Por lo que se puede mencionar que la papa china no influye en la generación de peso de cuyes en la fase de la gestación.

Miranda, Díaz-B y Díaz-H (2013), en la evaluación del sustrato posproducción de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* en la alimentación de cuyes, se

ñalan que los pesos postparto no fueron diferentes estadísticamente ($P>0,5$); por cuanto las respuestas alcanzadas, variaron entre 0,995 y 1,018 kg, que corresponden a las hembras que recibieron la suplementación con los bloques nutricionales que contenían el 45 y 60 % del sustrato poscultivo de hongos *Pleurotus ostreatus*. Pueden constatarse estudios sobre el empleo de estos bloques nutricionales, como alimento en la etapa de crecimiento-engorde y en animales rumiantes como son los bovinos y ovinos; considerándose, por consiguiente que, el empleo de los bloques nutricionales con diferentes niveles de sustrato poscultivo de hongos no afectan el comportamiento de los animales.

Guajan, Díaz-H, Usca y Trujillo (2009), al evaluar diferentes raciones alimenticias en cuyes, señalan que, luego del parto, estos animales pesaron un promedio de 0,8388 kg con un coeficiente de variación de 8,018 %; a pesar de no existir diferencias estadísticas, con la utilización de alfalfa sola, se obtuvo el mayor peso (0,8659 kg); lo anterior se debió a que estos animales tuvieron una ligera ventaja en el peso inicial; aunque se puede manifestar que, a pesar que estos perdieron peso por la expulsión de las crías; las hembras todavía crecieron o utilizaron parte de su alimentación en la generación de tejido muscular. Esto se debe a que los animales jóvenes todavía siguen creciendo hasta llegar a su adultez. Según Quinatoa, Usca, Díaz-H y Trujillo (2007), al estudiar la evaluación de diferentes niveles de harina de retama más melaza en la elaboración de bloques nutricionales para la alimentación, los cuyes alcanzaron un peso de 1,494 kg luego del posparto, valores superiores a los encontrados en la presente investigación. Al respecto, Benítez (2001), en su investigación, reportó pesos promedios posparto superior a los de la presente investigación, llegando a 1,008 kg al utilizar forraje hidropónico con cebada al 50 %.

2.3.3. Peso de la madre después del destete

Casa, Usca, Trujillo y Capelo (2008) señalan que el peso final en la etapa de gestación presenta diferencias altamente significativas ($P<0,01$) entre los tratamientos en estudio. Se registra la mayor peso corporal al finalizar esta etapa en los animales alimentados con tratamientos FHA y FHC, con un peso promedio de 1 274,45 y 1 266,65 g respectivamente; entre los cuales no hubo variación, pero sí con el resto de tratamientos. El menor peso promedio se determinó

Figura 2.14. Cuya hembra al final de la gestación.



en los animales alimentados a base del Testigo y FHM, con una media 1 190 y 1 214,15 g en cada caso; que no difieren entre los dos, pero si del resto de los tratamientos.

Cisneros, Díaz-H y Fiallos (2009) manifiestan que la utilización de cáscara de maracuyá más un promotor de crecimiento natural (Hibotek), no provocó diferencias estadísticas en los pesos de los cuyes al destete entre los tratamiento T1, T2 y T3; obteniendo la mejor peso al destete en las hembras que recibieron el T2 con 1,593 kg, seguido por el T1 con 1,551 kg, y T3 con 1,535 kg; no obstante, si existieron diferencias significativas ($P \leq 0,05$), con respecto al tratamiento testigo T0 con 1,490 kg.

Aquilla, Díaz-H y Almeida (2014), al utilizar bloques nutricionales elaborados en base a T.Arroz, R.Maíz y T.Cebada, encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en los pesos al destete de las madres. Se hallaron las mayores pesos (1 120,30 g) en las hembras que recibieron el bloque nutricional con T.Cebada, a diferencia de aquellas que recibieron el bloque con T.Arroz, que registraron un peso de 979,30 g; en tanto que las madres que se alimentaron con balanceado (tratamiento control) y con el bloque con R.Maíz presentaron pesos de 1 089,30 y 1 009,60 g; respuestas que comparten los dos rangos de significancia establecidos, por lo que se considera que el T.Cebada propicia mejores respuestas en el peso pos-destete de las madres, debido posiblemente a que este tiene una mayor digestibilidad que los otros productos evaluados; aunque, es de anotar, que únicamente en esta variable se registraron diferencias estadísticas, no así en los otros parámetros considerados en las etapas de evaluación.

Cargua, Díaz-H y Usca (2014), al utilizar tres niveles de harina de papa china (*Colacasia esculenta*) como alimento energético (5 %) en las madres al destete, observaron que su peso corporal solo alcanzó el valor de 827,83 g; de lo cual se pudo deducir que estas hembras perdieron peso en relación al resto de tratamientos, al utilizar el nivel en mención. La probable causa de la pérdida de peso pudo ser que las mismas registraron mayor número de crías al nacimiento.

Miranda, Díaz-B y Díaz-H (2013), en la evaluación del sustrato post-producción de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* en la alimentación de cuyes, demuestran que los pesos de las hembras al destete, no registraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$). Se encontraron valores entre 1,091 y 1,127 kg en los cuyes que recibieron los bloques nutricionales que contenían el 45 y 60 % del sustrato post-cultivo de hongos *Pleurotus ostreatus*; respuestas que indican que su empleo en los bloques nutricionales, no afectó las condiciones corporales de las hembras, estas respuestas son similares a las determinadas por Mullo (2009), quien registró pesos al destete de hasta 1,06 kg, al igual que en el estudio de Pasto (2006), quien, al utilizar el tamo de trigo más melaza como suplemento alimenticio para cuyes, determinó pesos de las hembras reproductoras al destete de hasta 1,029 kg, lo que indica que las respuestas están supeditas a la palatabilidad del alimento, ya que, con un mayor consumo o aceptabilidad del alimento, los animales presentaran un mejor comportamiento productivo.

2.3.4. Número de gazapos al nacimiento

Casa, Usca, Trujillo y Capelo (2008) señalan que el forraje verde hidropónico de avena (FHA), cebada (FHC), maíz (FHM) y trigo (FHT), en la alimentación de las cuyes, no presentó diferencias significativas; sin embargo, numéricamente el mayor tamaño de camada lo registraron las reproductoras alimentadas a base de FHA, con un promedio de 3,18 gazapos, y el menor promedio se obtuvo en las reproductoras alimentadas a base de FHM, con 2,58 gazapos; los demás tratamientos se ubicaron, en su orden, testigo (FH0), FHT y FHC, con promedios de 2,88 y 2,78 gazapos respectivamente.

Cisneros, Díaz-H y Fiallos (2009) manifiestan que la utilización de cáscara de maracuyá más un promotor de crecimiento natural (Hibotek) no registra diferencias significativas entre los tratamientos T1, T2 y T3, cuyos valores fueron

Figura 2.15. Número de gazapos al parto.



3,60; 3,50 y 3,04 crías/parto respectivamente; pero hallaron diferencias altamente significativa ($P \leq 0,01$) con el tratamiento testigo T0, con 2,40 crías/parto.

Aquilla, Díaz-H y Almeida (2014), al utilizar bloques nutricionales elaborados en base a T.Arroz, R.Maíz y T.Cebada en cuyes, encontraron un número de crías por camada al nacimiento que no registraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) por efecto de los bloques nutricionales empleados; aunque, numéricamente encontraron que, al suministrárseles el balanceado comercial y el bloque nutricional a base de T.Cebada, las hembras produjeron una mayor cantidad de crías/camada (2,33 y 2,15 crías, respectivamente); en tanto que, al utilizar el bloque nutricional con T.Arroz así como el R.Maíz, encontraron un menor tamaño de las camadas, con 1,72 y 1,76 crías, en su orden. A pesar de estas diferencias, no se puede afirmar que el tamaño de las camadas sea una función del alimento suministrado, sino más bien que el mismo depende de la individualidad y características genéticas de las madres.

Cargua, Díaz-H y Usca (2014), al utilizar tres niveles de harina de papa china (*Colocasia esculenta*) como alimento energético, obtuvieron al destete 2,9 a 3,11 gazapos; valores entre los cuales no se registraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$); señalándose que la papa china en la alimentación de cuyes es una buena alternativa, puesto que no trae problemas consecutivos; más bien se puede señalar que es una buena alternativa para criar esta especie, en zonas en donde la

producción de este tubérculo es representativa y no compite con la alimentación humana.

Miranda, Díaz-B y Díaz-H (2013), en la evaluación del sustrato posproducción de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* en la alimentación de cuyes, señalan que los tamaños de camada al nacimiento no variaron estadísticamente ($P>0,05$) por efecto de los niveles del sustrato empleados en la elaboración de los bloques nutricionales que fueron suministrados a las hembras; por cuanto, el número de crías por camada obtenido fue de 2,87 y 3,13, en las hembras que recibieron los bloques nutriciones sin sustrato y de aquellas que contenían el 45 % del sustrato; valores que guardan relación con el estudio de Quinatoa (2012), quien indica que, al utilizar niveles de harina de retama más melaza en la elaboración de bloques nutricionales, obtuvo entre 2,40 y 3,00 crías/camada al nacimiento; en cambio, Pasto (2006), con la utilización del tamo de trigo más melaza como suplemento alimenticio, obtuvo de 2,40 a 2,70 crías

Se pudiera inferir que el empleo de los bloques nutricionales mejoran el desempeño reproductivo de las cuyes hembras; aunque, las respuestas obtenidas guardan relación, otros estudios donde se empleó el forraje más diferentes subproductos agrícolas y pecuarios en la elaboración de balanceados (p. ej., los estudios llevados cabo por Criollo (2000), Garcés (2003) y Arcos (2004), estos obtuvieron entre 2,62 y 3,00 crías/parto); de todo ello se puede inferir que, los tamaños de la camada al nacimiento depende de las características genéticas y del manejo alimenticio que se les dé a las hembras durante la etapa de gestación.

Figura 2.16. Tamaño de camada al parto.



Fuente: Pozas de galpones de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Espoch.

Otro aspecto importante a tener en cuenta, en relación al cuidado de las gestantes, es lo que puntualiza Revollo (2009): “La hembra gestante necesita estar en los lugares más tranquilos del cuero, porque los ruidos o molestias pueden hacer que corran, se pongan nerviosas, se maltraten y, por consiguiente, se pueden provocar abortos”.

Guajan, Díaz-H, Usca y Trujillo (2009), al evaluar diferentes raciones alimenticias en cuyes, citan que el número promedio de crías al nacimiento fueron de 2,76 y, al destete, 2,70 en promedio, con un coeficiente de variación de 9,841 y 9,686 % respectivamente. El mayor número de animales nacidos se observaron con las cuyas alimentadas con alfalfa + trigo, que arrojó un promedio de 3 crías al parto, mientras que las cuyas alimentadas únicamente con alfalfa y maíz + cebada obtuvieron 2,60 crías en promedio al nacimiento.

Los cereales como el trigo, cebada, maíz y avena producen un aceite amarillo, insoluble en agua y soluble en las grasas; aunque se oxidan con facilidad, tienen gran capacidad como antioxidante, evitando el enranciamiento de las grasas.

Los gérmenes, especialmente del trigo, ayudan al metabolismo del hígado, por consiguiente participan en la formación del tejido muscular y protege del deterioro a la glándula suprarrenal. Indispensable para la maduración normal del espermatozoide y el normal funcionamiento de la placenta, también interviene en la formación del óvulo. Algunos autores manifiestan que el número de crías por parto se encuentra en un rango de 2-3 animales por parto, valores que concuerdan con los registrados en la presente investigación.

2.3.5. Número de gazapos al destete

Casa, Usca, Trujillo y Capelo (2008) señalan que el forraje verde hidropónico de avena (FHA), cebada (FHC), maíz (FHM) y trigo (FHT) permitió registrar un tamaño de camada al destete que no presentó diferencias significativas; sin embargo, numéricamente, el mayor tamaño de camada lo registró el tratamiento FHA, con un promedio de 3,08 crías, y el menor promedio se determinó en las reproductoras alimentadas a base del tratamiento FHM con 2,48 crías.

Cisneros, Díaz-H y Fiallos (2009), en la utilización de cáscara de maracuyá más un promotor de crecimiento natural (Hibotek), señalan que el tamaño de

camada al destete en cuyes en la etapa de gestación-lactancia presentó diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$), en el tratamiento T1 con 2,93 crías/destete, y la menor peso el T0 con 2,30 crías/destete; mientras que los tratamientos T2 y T3 con 3,50 y 3,40 crías/destete respectivamente no presentaron diferencias estadísticas.

Auquilla, Díaz-H y Almeida (2014), al utilizar bloques nutricionales, elaborados en base a T.Arroz, R.Maíz y T.Cebada en cuyes, encontraron tamaños de la camada al destete que no presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$); sin embargo, numéricamente, los mayores tamaños los presentaron las hembras que recibieron el balanceado comercial y el bloque nutricional, con 2,23 y 2,15 crías destetadas/camada. En tanto que, las camadas menos numerosas al destete (1,69 y 1,76 crías) fueron las obtenidas de las madres que recibieron los bloques nutricionales con T.Arroz y R.Maíz; pudiendo indicarse mediante las pruebas estadísticas que el empleo de los bloques nutricionales no incide directamente en las respuestas del tamaño de la camada al nacimiento y de los cuidados que se les proporcione durante la lactancia, ya que durante la lactación se han encontrado muchas limitaciones que han determinado que la crianza en muchos casos, sea improductiva por la alta mortalidad, que puede ocasionarse en esta fase; siendo posiblemente estas las razones para que los resultados alcanzados guarden relación con los trabajos de Miranda, Díaz-B y Díaz-H (2013). Quinatoa, Usca, Díaz-H y Trujillo (2007) registraron tamaños de camada al destete de 1,90 a 2,72 crías/camada, y entre 2,00 a 2,90 crías/camada, respectivamente.

Cargua, Díaz-H y Usca (2014), al utilizar tres niveles de harina de papa china (*Colocasia esculenta*) como alimento energético, obtuvieron un número de gazapos al nacimiento de 2,90 a 3,67, valores que no diferenciaron significativamente ($P > 0,05$); de esta manera, se puede mencionar que la papa china en los cuyes no influye en el tamaño de la camada al nacimiento, por lo que puede utilizarse este tubérculo en la alimentación de los cuyes en la fase de reproducción (gestación y lactancia).

Bonilla, Díaz-H y Usca (2010), utilizando la *Cabuya agave americana* como suplemento alimenticio para cuyes, reportan que el tamaño de la camada al destete, tampoco registra diferencias significativas entre los tratamientos evaluados; sin embargo, numéricamente, sus mejores respuestas se aprecian en los tratamientos T0 y T5 % de cabuya con 2,60 crías y la respuesta más baja fue para el tratamiento T1 5 % de cabuya con 2,20 crías.

Miranda, Díaz-B y Díaz-H (2013), en la evaluación del sustrato postproducción de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* en la alimentación de cuyes, manifiestan que los tamaños de la camada al destete no presentaron diferencias estadísticas ($P>0,05$), entre las medias determinadas, aunque numéricamente variaron entre 1,90 y 2,72 crías/camada; las cuales se obtuvieron de las madres que recibieron los bloques nutricionales con 75 y 45 % del sustrato post-cultivo de hongos comestibles; notándose por tanto que el empleo del sustrato evaluado no produce mejoras en el comportamiento productivo, ya que los resultados concuerdan con los determinados en otras investigaciones como la de Quinatoa (2012), quien obtuvo entre 2,00 y 2,90 crías/camada, al igual que Pasto (2006), que registró de 2,10 a 2,50 crías/camada.

Estos resultados también se ven en otros trabajos como el de Mullo (2009), quien consiguió 2,40 crías/camada; Proaño (2010), que alcanzó entre 2,25 y 2,62 crías/camada; mientras que Cisneros (2009) reporta hasta 2,93 crías destetadas/camada; lo que denota que el tamaño de la camada al destete no depende de las dietas evaluadas, sino de la habilidad materna y de la individualidad de los animales.

Guajan, Díaz-H, Usca y Trujillo (2009), al evaluar diferentes raciones alimenticias en cuyes, citan que el tamaño de la camada al destete en promedio fue de 2,675 gazapos. Los animales que recibieron alfalfa + maíz presentaron 2,90 gazapos destetados, aunque no difiere estadísticamente del resto de tratamientos. Al suministrar alfalfa, alfalfa + cebada, alfalfa + trigo registraron 2,60 gazapos al destete respectivamente; sin mortalidad desde el nacimiento hasta el destete.

Figura 2.17. Tamaño de camada al destete.



Fuente: Pozas de galpones de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Espoch.

Quinatoa, Usca, Díaz-H y Trujillo (2007), al estudiar la evaluación de diferentes niveles de harina de retama más melaza en la elaboración de bloques nutricionales para la alimentación de cuyes, encontraron camadas de 2,3-2,9 gazapos, valores que se encuentran de los encontrados en la presente investigación.

2.3.6. Peso de los cuyes al nacimiento

Casa, Usca, Trujillo y Capelo (2008) señalan que, al utilizar el forraje verde hidropónico de avena (FHA), cebada (FHC), maíz (FHM) y trigo (FHT), se registraron diferencias altamente significativas en los tratamientos objeto de estudio. Los mayores valores de los pesos de las crías se manifestaron con los tratamientos FHA, FHC, FHM, FHT con: 152,00; 150,30; 148,82 y 150,80 g respectivamente; entre ellos no se observan variaciones apreciables, pero no así respecto al tratamiento Testigo (FH0) con 139,70 g.

Cisneros, Díaz-H y Fiallos (2009) manifiestan que el peso de las crías al nacimiento, con la utilización de cáscara de maracuyá más un promotor de crecimiento natural (Hibotek), registra diferencias estadísticas, con el menor peso al T2 con 129,32 g; posteriormente se ubicaron los demás tratamientos, siendo el mejor T0 con 150,95 g, seguido por T1 con 149,14 g y T3 con 145,35 g; los mimos que no difieren estadísticamente ($P \geq 0,05$), aunque el peso de la camada al nacimiento reporta diferencias significativas ($P \leq 0,05$), en cuanto al menor peso, ubicándose T0 con 355,07 g/camada, siendo los mejores pesos de la camada al nacimiento el T3 con 506,70 g/camada, seguido por el T2 con 463,79 g/camada, y 453,56 g/camada para T1, que no difieren estadísticamente.

Auquilla, Díaz-H y Almeida (2014), al utilizar bloques nutricionales elaborados en base a T.Arroz, R.Maíz y T.Cebada, encontraron pesos de las camadas al nacimiento que no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$). Los mayores valores de pesos se obtuvieron cuando se les suministró, durante la etapa de gestación-lactancia, el balanceado comercial y el bloque nutricional a base de T.Cebada; estas presentaron pesos de 203,37 y 207,83 g/camada; con pesos por cría de 95,93 y 100,29 g, en su orden. Este comportamiento fue contrario cuando se emplearon los bloques nutricionales con T.Arroz y R.Maíz, pues presentaron pesos de 163,09 y 162,07 g/camada; el peso de las crías fue de 100,47 y 99,52 g/cría, respectivamente, respuestas que confirman lo señalado por Solari (2010), quien reporta que:

El peso de las crías está en relación directa con el tamaño o número de camada, por cuanto, camadas de 1 a 2 individuos pueden alcanzar hasta 120 g de peso cada uno, mientras que en camadas de 4 a 6 individuos, sus pesos pueden llegar solamente entre 50 a 80 g.

Cargua, Díaz-H y Usca (2014), al utilizar tres niveles de harina de papa china (*Colacasia esculenta*) como alimento energético, obtuvieron pesos de camada de gazapos al nacimiento de 160,11 a 186,98 g; valores entre los cuales no hay diferencias significativas ($P>0,05$). De esta manera, se puede mencionar que la alimentación a base de papa china en los cuyes no influye en el peso de la camada al nacimiento.

Igualmente se determinó que el peso de los gazapos al nacimiento, al alimentarlos con diferentes niveles de Papa China fue de 59,31 g a 107,71 g, valores entre los cuales no se registraron diferencias significativas ($P>0,05$); de lo cual se concluye que la papa china no afecta en el peso de los gazapos, siendo beneficioso para poder alimentar a esta especie herbívora a base de este tubérculo.

Bonilla, Díaz-H y Usca (2010), en la utilización de la *Cabuya agave americana* como suplemento alimenticio para cuyes, reportan que el peso de la camada al nacimiento, tampoco registra diferencias significativas entre los tratamientos evaluados; sin embargo, numéricamente su mejor respuesta se aprecia en el tratamiento T0 % de cabuya con 0,328 kg, y la respuesta más baja, en lo que concierne al tamaño de camada al nacimiento, le correspondió al tratamiento T1 5 % de cabuya con 0,296 kg.

Miranda, Díaz-B y Díaz-H (2013), en la evaluación del sustrato post-producción de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*, encontraron que los pesos de la camada obtenidas no variaron estadísticamente ($P>0,05$) con pesos al nacimiento variaron desde 289,13 g (que corresponden a las que provinieron de las madres que recibieron el bloque nutricional sin sustrato) hasta de 327,33 g, cuando recibieron los bloques nutriciones con el 45 % del sustrato en evaluación, respuestas que guardan relación con otros trabajos realizados, donde utilizaron diferentes alternativas alimenticias; p.ej., tenemos que, Criollo (2000), Benítez (2001), Garcés (2003) y Proaño (2010), obtuvieron pesos con los siguientes valores: 270, 311 g; 340; 366 y 328 g, respectivamente; de igual manera, Pasto (2006) obtuvo camadas con pesos entre 286 y 327 g; y Quinatoa (2012), con el empleo de diferentes niveles de harina de retama más melaza en la elaboración de bloques nutricionales,

Figura 2.18. Peso de los gazapos al destete.



Fuente: Pozas de galpones de la Facultad de Ciencias Pecuarias, EsPOCH.

alcanzó camadas con pesos entre 286 y 475 g; lo que demuestra que el peso de la camada al nacimiento, dependen de la habilidad materna, más no del tipo de productos utilizados en la alimentación, siempre que se llenen los requerimientos nutritivos en las raciones utilizadas.

Guajan, Díaz-H, Usca y Trujillo (2009), al evaluar diferentes raciones alimenticias en cuyes, señalan que el peso de los gazapos al nacimiento, que recibieron alfalfa + cebada, registraron 0,1322 kg en promedio; los cuales superan numéricamente de aquellos que consumieron alfalfa + maíz, alfalfa y alfalfa + trigo, en los cuales se alcanzó un peso promedio de 0,1262; 0,1241 y 0,1120 kg; valores superiores a los reportados por Alvear (2002), puesto que obtuvo pesos de cuyes al nacimiento en promedio fue de 0,1033 kg; inferior a los alcanzados en la presente investigación. Esto se debe al peso de las reproductoras al iniciar el empadre y a la interacción genotipo-medio ambiente, ya que, bajo condiciones óptimas, expresan el máximo de su potencial genético. También señalan que el grupo de animales al nacimiento pesaron 0,353 kg, que corresponde al tratamiento alfalfa + maíz; valores que superan numéricamente del resto de tratamientos, puesto que al suministrar alfalfa, alfalfa + trigo y alfalfa + cebada, las camadas de gazapos pesaron 0,3108; 0,33722 y 0,3264 kg respectivamente. Esto se debe al número de gazapos por parto que influye en esta variable; según Casa, Usca, Trujillo y Capelo (2008), al estudiar “el efecto de la utilización de forraje verde hidropónico de avena, cebada, maíz y trigo”, ellos alcanzaron un peso por camada de 0,258 a 0,318 kg; valores que se encuentran dentro de los parámetros registrados en la presente investigación.

Figura 2.19. Calcha de maíz para alimentación de cuyes.



Fuente: Parcela de maíz, Facultad de Ciencias Pecuarias, Espoch.

2.3.7. Peso de los gazapos al destete

Casa, Usca, Trujillo y Capelo (2008), al utilizar el forraje verde hidropónico de avena (FHA), cebada (FHC), maíz (FHM) y trigo (FHT), manifiestan que el peso de las crías al destete, presentó diferencias altamente significativas entre los

Figura 2.20. Gazapos listos para el destete.



Fuente: Pozas de galpones de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Espoch.

Figura 2.21. Gazapos destetados.



Fuente: Pozas de galpones de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Espoch.

tratamientos en estudio ($P < 0,01$); así las crías que alcanzaron mayor peso, provenían de reproductoras alimentadas con los tratamientos FHA y FHC, con valores de peso de 333,05 y 328,50 g respectivamente, y el menor promedio se determinó en las crías provenientes de reproductoras alimentadas con los tratamientos Testigo (FH0), FHM, FHT con 304,60; 314,20 y 307,40 g respectivamente; que no difieren entre sí, pero si del resto de tratamientos antes indicados.

Cisneros, Díaz-H y Fiallos (2009), al utilizar la cáscara de maracuyá más un promotor de crecimiento natural (Hibotek), manifiestan que el peso de las crías al destete presentó diferencias significativas ($P \leq 0,05$); registrándose un peso con el T0 equivalente a 259,58 g/cría. Los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento T3, con peso fue de 300,40 g; seguido por T1 y T2, con 287,97 y 265,62 g/cría respectivamente, que no presentaron diferencias estadísticas entre sí. En cambio, el peso de la camada al destete reporta que existen diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$); la de mayor peso fue la que recibió el T3, con 988,76 g/camada; para finalmente ubicarse el menor valor de peso al destete en los gazapos cuyo tratamiento fue el referencial T0 con 564,07 g/camada.

Aquilla, Díaz-H y Almeida (2014), al utilizar bloques nutricionales elaborados en base a T.Arroz, R.Maíz y T.Cebada, encontraron que los pesos de las camadas al destete (15 días de edad), estadísticamente no fueron significativas ($P > 0,05$); sin embargo, numéricamente presentaron considerables diferencias; por cuanto, las camadas de las madres que recibieron el bloque nutricional con T.Cebada alcanzaron un peso de 306,43 g; así como a aquellas a las que se les pro-

porcionó balanceado (grupo control); las cuales registraron camadas con pesos de 306,43 g.

Los menores pesos se observaron en las madres que recibieron los bloques nutricionales con T.Arroz y R.Maíz, cuyas camadas solo alcanzaron 231,20 y 246,41 g, en su orden; notándose que estas respuestas están en función del número de crías destetadas por camadas, ya que a mayor cantidad de crías por camada mayor será su peso; debido posiblemente a lo que reporta Chauca (2005), cuando señala que el crecimiento del cuy es rápido durante las tres primeras semanas, debido al valor nutricional de la leche materna y al consumo de alimento que inicia a las pocas horas del nacimiento.

En virtud de estos factores, es posible realizar destetes precoces. Según los ensayos llevados a cabo, se puede afirmar que el destete se puede efectuar a las dos semanas de edad, o incluso en la primera, sin detrimento del crecimiento de la cría.

Cargua, Díaz-H y Usca (2014), al utilizar tres niveles de harina de papa china (*Colacasia esculenta*) como alimento energético, obtuvieron cuyes al destete con pesos de 409,83 a 460,66 g respectivamente; valores que no difieren significativamente entre los diferentes niveles de papa china utilizada en la alimentación.

Figura 2.22. Gazapos destetados de acuerdo a sus pesos.



Fuente: Pozas de galpones de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Espoch.

Bonilla, Díaz-H y Usca (2010), en la utilización de la *Cabuya agave americana* como suplemento alimenticio para cuyes, reportaron que el peso de la camada al destete, no registró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados; sin embargo, numéricamente, su mejor respuesta se aprecia en el tratamiento T0 % de cabuya con 0,663 kg, y la respuesta más baja en lo que concierne al tamaño de camada al nacimiento le correspondió al tratamiento T15 % de cabuya con 0,605 kg. En la figura 2.22 se pueden observar dos diferentes camadas al destete.

Miranda, Díaz-B y Díaz-H (2013), en la evaluación del sustrato posproducción de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*, reportaron que los pesos de las camadas al destete, igualmente no presentaron diferencias estadísticas ($P>0,05$), a pesar de que los pesos variaron entre 384,83 y 504,1 g; que corresponden a las camadas de las madres que recibieron los bloques nutriciones con 75 y 45 % del sustrato poscultivo de hongos comestibles, respectivamente; resultados que son inferiores respecto a los trabajos de Quinatoa (2012) quien obtuvo camadas con pesos entre 690 y 978 g, al igual que Pasto (2006), el cual registró pesos de las camadas al destete de 506 a 0,652 g; notándose que los resultados alcanzados en el presente trabajo son limitados, y que pudieron estar supeditados a la calidad genética de los animales; por cuanto, también son inferiores a respuestas alcanzadas en otros estudios, que evaluaron la adición de promotores de crecimiento, como los de Mullo (2009), Proaño (2010) y Cisneros (2009), quienes alcanzaron pesos de 720; 830 y 840 g/camada destetada, respectivamente.

Guajan, Díaz-H, Usca y Trujillo (2009), al evaluar diferentes raciones alimenticias en cuyes, manifiestan que, al destete, los animales que recibieron alfalfa + maíz, alcanzaron 0,6984 kg de peso; valores que superan numéricamente a los animales que se alimentaron a base de alfalfa, alfalfa + trigo y alfalfa + cebada, los cuales solo alcanzaron pesos de 0,5723; 0,6754 y 0,6404 kg respectivamente. Esto se debe a que los pesos al nacimiento influyeron posteriormente en el peso de la camada de los animales al destete y al manejo técnico desde el nacimiento.

2.4. FASE DE CRECIMIENTO Y ENGORDE

2.4.1. Alimentación

Una falencia que se ha podido observar en la alimentación de los cuyes en la región, es que la misma se basa en forrajes propios de las zonas, que no permiten altos rendimientos a la canal y presentan un largo tiempo de engorde. Esto se debe principalmente a una crianza extensiva según Londo, Usca, Díaz-H y Trujillo (2014), y a los pocos conocimientos de la nutrición y alimentación de esta especie; en contraposición, una adecuada capacitación sobre nutrición animal cambiaría los parámetros productivos de este animal, demostrando las ventajas que estos pueden ofrecer.

En explotaciones intensivas, la alimentación de esta especie es a base de forrajes y concentrados. En estos últimos se presentan problemas, ya que hay materias primas que tienen niveles elevados de humedad que afectan directamente al desarrollo de los animales, ya que, en los concentrados, se producen hongos; siendo necesario utilizar antimicóticos que ayuden a controlar esto y mejoren el rendimiento de los cuyes y se obtengan resultados satisfactorios. Se recomienda la utilización de zeolitas, las cuales se consideran antimicóticos y promueven el desarrollo de los animales; con su utilización, se han obtenido excelentes resultados, tanto en ganancia de peso como en rendimientos a la canal.

2.4.2. Peso de los cuyes

Londo, Usca, Díaz-H. y Trujillo (2014) reportan que, al utilizar las zeolitas durante 75 días de evaluación en la fase de crecimiento, se alcanzaron pesos de 0,850 kg y 0,930 kg, que corresponden a los animales que recibieron 2 % y 4 % de zeolitas; notándose que su uso favorece el desarrollo de los animales.

El menor peso final fue de 0,810 kg correspondiente al testigo; se comprueba que el uso de las zeolitas no solo controla la presencia de hongos sino que permite mejorar la palatabilidad de los alimentos, haciendo que el consumo sea mayor, y consecuentemente mejora el índice de conversión; dando como respuesta un mejor peso final.

Figura 2.23. Comportamiento de cuyes de ambos sexos en la etapa de crecimiento–engorde. Cuyes a los 75 días de evaluación.



Fuente: Pozas de galpones de la Facultad de Ciencias Pecuarias, EsPOCH.

Tapia (2004) señala que, en la crianza de animales, las zeolitas tienen funciones múltiples como aditivo en alimentos, pues son mejoradores de la digestibilidad de la proteína y materia orgánica.

En las tablas 2.9 a 2.22, se muestra una amplia y variada información acerca del comportamiento de los cuyes de ambos sexos, a los cuales les fueron suministrados diferentes tipos de alimentos vegetales y del promotor de crecimiento Hibotek, para períodos de tiempo determinados.

Tabla 2.9. Comportamiento de cuyes de ambos sexos en la etapa de crecimiento-engorde de cuyes mejorados de ambos sexos, alimentados con la utilización de zeolitas en el balanceado (15 - 90 días de evaluación).

VARIABLE	NIVELES DE ZEOLITA (%)					
	0	1	4	6	EE	Prob.
Peso inicial (kg)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,0014	0,5373
Peso final (kg)	0,81a	0,85c	0,93d	0,84b	0,0012	0,0001
Ganancia de peso (kg)	0,5a	0,53c	0,61d	0,52b	0,0017	0,0001
Consumo forraje (kg) de MS	1,38b	1,37ab	1,37ab	1,36a	0,01	0,1027
Consumo concentrado(kg) de MS	2,37b	2,45c	2,68d	2,33a	0,01	0,0001
Consumo total (kg) de MS	3,76b	3,83c	4,06d	3,7a	0,02	0,0001
Conversión alimenticia	7,56c	7,21b	6,62a	7,11b	0,05	0,0001
Peso a la canal (kg)	0,57a	0,6c	0,67d	0,59b	0,0017	0,0001
Rendimiento a la canal (%)	0,7a	0,7b	0,72c	0,7a	0,0009	0,0001
Mortalidad (%)	0	0	0	0		

Fuente: Londo, Usca, Díaz-H y Trujillo (2014).

Tabla 2.10. Comportamiento productivo de cuyes alimentados con diferentes tipos de concentrados comerciales durante la etapa de crecimiento y engorde (60 días de evaluación) en la granja El Valle.

PARÁMETRO	TIPO DE CONCENTRADO		
	A	B	C
Peso inicial (g)	467,25	470,18	473,28
Peso a los 30 días (g)	895,15 b	908,77 b	986,33 a
Peso final (60 días) (g)	1 156,80 b	1 103,88 b	1 264,43 a
Ganancia de peso total (g)	689,55 ab	633,70 b	791,15 a
Ganancia de peso diario (g)	11,49 ab	10,56 b	13,19 a
Consumo balanceado diario (g) de MS	31,21 a	30,41 a	30,74 a
Consumo de alfalfa diario (g) de MS	21,69 a	21,61 b	21,68 a
Consumo diario de alimento (g) de MS	52,90 a	52,02 a	52,42 a
Consumo total de alimento (g) de MS	3 174,30 a	3 121,22 a	3 145,04 a
Conversión alimenticia	4,63 a	5,13 a	4,00 a
Costo/kg de ganancia de peso (USD)	2,11 a	2,32 a	1,93 a
Peso a la canal (g)	848,17 b	882,73 ab	956,37 a
Rendimiento a la canal (%)	73,37 a	80,57 a	75,74 a
Mortalidad (N°)	3,00	2,00	0,00

Acosta, Díaz-H y Trujillo (2010).

Tabla 2.11. Comportamiento de los cuyes a la alimentación de ensilaje de maralfalfa.

VARIABLES	EDAD DEL MARALFALFA PARA ENSILAJE							
	Control		30 días		45 días		60 días	
Peso inicial de los cuyes (g)	253,20		249,20		242,90		240,00	
Peso a los 105 días (g)	949,55	a	969,95	a	986,35	a	998,55	a
Ganancia de peso total (g)	696,35	a	720,75	a	743,45	a	758,55	a
Consumo alimento diario (g)	0,03	b	0,04	a	0,04	a	0,04	a
Consumo alimento acumulado (g)	3,43	b	4,10	a	4,09	a	4,08	a
Conversión alimenticia	5,12	a	5,74	a	5,61	a	5,48	a
Costo / kg de ganancia de peso (USD)	1,72	a	1,70	a	1,69	a	1,68	a
Peso a la canal (g).	663,70	a	671,20	a	643,00	a	667,50	a
Rendimiento a la canal (%)	69,57	a	69,26	a	65,17	b	66,78	b
Mortalidad (%)	1,00	a	1,00	a	1,00	a	2,00	a

Fuente: Erazo, Díaz-H y Jiménez (2009).

Tabla 2.12. Comportamiento de los cuyes machos a la utilización de diferentes niveles de aminoácidos en la etapa de crecimiento y engorde.

VARIABLES	NIVELES DE AMINOÁCIDOS (%)					
	Medio		Alto		Bajo	
Peso inicial	270,79		268,29		275,77	b
Peso a los 120 días (g)	1 724,66	ab	1 754,66	a	1 678,09	b
Ganancia de peso promedio quincenal (g)	181,73	a	185,80	a	175,29	b
Ganancia de peso a los 90 días	1 039,94	b	1 111,37	a	1 031,43	b
Ganancia de peso total (g)	1 453,86	a	1 486,37	a	1 402,32	b
Consumo de alimento total (g) de MS	5606,59	a	5566,13	a	5437,20	b
Conversión alimenticia	3,86	a	3,75	a	3,88	a
Peso a la canal (g)	1 207,26	b	1 263,36	a	1 141,10	c
Peso a la canal a los 90 días	994,86	b	1049,79	a	983,57	b
Rendimiento a la canal	70,00	b	72,00	a	68,00	c

Fuente: Castillo, Díaz-H y Silva (2010).

Tabla 2.13. Evaluación del forraje verde hidropónico (FVH) en las etapas de crecimiento y engorde en cuyes (factor A).

VARIABLES	TESTIGO	FHA	FHC	FHM	FHT
Peso inicial (g)	304,60 b	333,05 a	328,50 a	314,20 b	307,40 bc
Peso final (g)	936,75 c	1 069,15 a	1 035,30 a	992,50 b	989,75 b
Ganancia de peso (g)	632,15 c	736,10 a	706,80 ab	678,30 b	682,35 b
Ganancia de peso diaria (g)	8,44 c	9,82 a	9,43 ab	9,04 b	9,09 b
Consumo forraje MS (kg)	3,41 b	3,06 d	3,24 c	3,45 a	3,42 ab
Consumo forraje diario MS (g)	45,5 b	40,9 c	43,1 c	45,9 a	45,7 ab
Consumo concentrado MS (kg)	0,37 b	0,34 c	0,38 b	0,38 ab	0,40 a
Consumo concentrado MS/día (g)	5,0 b	4,6 d	5,0 c	5,1 ab	5,3 a
Consumo total alimento MS (kg)	3,78 a	3,41 d	3,61c	3,83 s	3,82 a
Conversión alimenticia	6,01 a	4,63 d	5,12 c	5,68 ab	5,62 b
Peso a la canal (g)	739,19	860,33 a	824,30 a	786,35 a	790,41 a
Rendimiento a la canal (%)	78,91 a	80,48 a	79,62 a	79,23 a	79,86 a
Observaciones: FHA: Forraje hidropónico de avena. FHC: Forraje hidropónico de cebada. FHM: Forraje hidropónico de maíz. FHT: Forraje hidropónico de trigo.					

Fuente: Casa, Usca, Trujillo y Capelo (2008).

Tabla 2.14. Comportamiento productivo de cuyes peruanos mejorados alimentados con distintos niveles de caña de azúcar fresca y picada (90 días de ensayo).

VARIABLES	NIVELES DE CAÑA DE AZÚCAR				
	A100C0	A80C20	A40C60	A60C40	A20C80
Peso inicial (g)	310,12	306,50	295,85	303,45	298,32
Peso final (g)	982,00 a	962,20 a	876,60 b	853,46 b	793,67 c
Ganancia de peso (g)	671,88 a	656,15 a	580,75 b	550,01 b	495,35 c
Consumo total alfalfa MS (g)	3 554,00 a	2 874,00 b	2 145,00 c	1 437,00 d	710,00 e
Consumo total caña picada MS (g)	0,00 e	640,00 d	1 235,00 c	1 876,00 b	2 439,00 a
Consumo total alimento, MS (g)	3 554,00 a	3 514,00 a	3 380,00 b	3 313,00 b	3 149,00 c
Consumo concentrado (g) MS	0,00 d	7,11 c	13,72 b	20,84 a	27,10 a
Conversión alimenticia	5,29 c	5,36 c	5,82 b	6,02 b	6,36 a

Desarrollo del conocimiento en *Cavia purcellus* (cuyes)

Peso a la canal (g)	760,00 a	729,00a	661,00 b	639,00 b	587,32 c
Rendimiento a la canal (%)	77,39 a	75,67 a	75,40 a	74,87 a	74,00 a
Mortalidad (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Observaciones: A100C0: alfalfa 100 % y 0 % caña picada. A80C20: alfalfa 80 % y 20 % caña picada. A40C60: alfalfa 40 % y 60 % caña picada. A60C40: alfalfa 60 % y 40 % caña picada. A20C80: alfalfa 20 % y 80 % caña picada					

Fuente: Avalos, Ortiz, Usca y Almeida (2010).

Tabla 2.15. Comportamiento de los cuyes de ambos sexos en la etapa de crecimiento y engorde por efecto de la utilización de diferentes niveles de cáscara de maracuyá más un promotor de crecimiento Hibotek en la alimentación (75 días de evaluación).

VARIABLES	TRATAMIENTOS						
	T0		T1		T2		T3
Número de observaciones	10		10		10		10
Peso inicial (g)	324,400		324,100		324,450		323,350 b
Peso final (g)	879,800	b	971,650	a	978,250	a	897,500 b
Ganancia de peso (g)	579,400	b	637,750	a	645,800	a	574,150 a
Consumo total kikuyo MS (g)	2 627,100	a	2 641,500	a	2 628,900	a	2 628,900 a
Consumo total concentrado MS (g)	1 155,000	b	1 432,500	a	1 387,500	a	1 380,00 a
Consumo total alimento MS (g)	3 782,100	b	4 074,000	a	4 016,400	a	4 008,900 a
Consumo de kikuyo/día MS (g)	35,0280	a	35,220	a	35,052	a	35,100 a
Consumo balanceado/día MS (g)	15,4000	b	19,100	a	18,500	a	18,400 a
Consumo total /día MS (g)	50,428	b	54,320	a	53,452	a	53,552 a
Conversión alimenticia	7,001	b	6,345	a	6,318	a	6,601 a
Costo/kg ganancia de peso (\$)	1,333	ab	1,327	ab	1,292	b	1,385 ab
Peso a la canal (g)	636,700	c	737,100	b	764,500	a	643,200 a
Rendimiento a la canal (%)	72,486	b	76,031	a	78,431	a	71,698 c
Mortalidad (%)	0,00		0,00		0,00		0,00 b
Observaciones: T0: Tratamiento sin cáscara de maracuyá. T1: Tratamiento con cáscara de Maracuyá al 5 % + Hibotek. T2: Tratamiento con cáscara de maracuyá al 10 % + Hibotek. T3: Tratamiento con cáscara de Maracuyá al 15 % + Hibotek. Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente.							

Fuente: Cisneros, Díaz-H y Fiallos (2009).

Tabla 2.16. Comportamiento de los cuyes madres durante la etapa de crecimiento y engorde al efecto de los bloques nutricionales elaborados con diferentes subproductos.

VARIABLES	TIPO DE ALIMENTO SUMINISTRADO			
	B. Comercial	T. Cebada	T. Arroz	R. Maíz
Peso final (kg)	0,780 a	0,848 a	0,764 a	0,724 a
Ganancia de peso (kg)	0,635 a	0,699 a	0,619 a	0,573 a
Consumo forraje MS (kg)	3,856	3,856	3,856	3,856
Consumo bloque MS (kg)	3,438	3,438	3,438	3,438
Consumo de alimento (kg)	7,303	7,303	7,303	7,303
Conversión alimenticia	11,751 a	10,595 a	12,131 a	13,054 a
Costo/kg GP	3,663 a	3,059 a	3,489 a	3,764 a
Peso a la canal (kg)	0,573 a	0,595 a	0,521 a	0,535 a
Rendimiento canal (%)	68,798 a	70,087 a	69,368 a	69,723 a
Mortalidad	0,00	0,00	0,00	0,00
Observaciones: Letras iguales no difieren significativamente, según Duncan (P<0,05).				

Tabla 2.17. Comportamiento productivo de los cuyes en la fase de crecimiento-engorde bajo el efecto de diferentes niveles de papa china.

VARIABLES	NIVELES DE PAPA CHINA			
	0 (%)	5 (%)	10 (%)	15 (%)
Peso inicial (g)	410,00	418,75	437,25	411,00
Peso final (g)	989,30 b	1119,55 a	1129,30 a	1091,05a
Ganancia de peso (g)	488,25 b	709,95 a	697,30 a	652,55a
Ganancia de peso diario (g)	5,43 b	7,89 a	7,75 a	7,25 a
Consumo forraje MS (g)	2 963,80 d	2 956,80 c	3 032,40 b	3 038,00 a
Consumo concentrado MS (g)	2 290,05 d	2 362,50 c	2 406,60 b	2 428,65 a
Consumo de alimento (g)	5 253,85 d	5 319,30 c	5 439,00 b	5 466,65 a
Consumo de proteína g/día	9,44 d	9,47 c	9,96 b	10,00 a
Consumo de energía kcal/día	15,72 d	15,91 c	16,27 b	16,35 a
Consumo de grasa g/día	3,09 a	3,04 b	2,98 c	2,87 d
Consumo de calcio g/día	0,62 c	0,63 b	0,64 a	0,64 a
Consumo de fósforo g/día	0,48 b	0,48 b	0,50 a	0,50 a

Conversión Alimenticia	11,77 a	7,57 b	8,04 b	8,50 b
Peso a la canal (g)	710,94 b	822,94 a	820,84 a	797,04 a
Rendimiento a la canal (%)	71,86 c	73,57 a	72,69 b	73,07 ab

Fuente: Cargua, Díaz-H y Usca (2014).

Tabla 2.18. Efecto del uso de los diferentes niveles de cabuya en la alimentación de cuyes durante las etapas de crecimiento y engorde.

PARÁMETROS	TIPO DE ALIMENTACIÓN							
	Alfalfa 0 %		A + C 5 %		A+C 10 %		A + C 15 %	
Peso inicial (kg)	0,287		0,272		0,254		0,247	
Peso final (kg)	0,789	a	0,790	a	0,777	a	0,758	a
Ganancia de peso (kg)	0,499	a	0,520	a	0,524	a	0,512	a
Consumo de alfalfa (kg, MS)	4,212	a	4,039	b	3,776	c	3,675	d
Consumo de cabuya (kg, MS)	0,000		0,138	c	0,211	b	0,287	a
Consumo de alimento (kg, MS)	4,212	a	4,173	a	3,987	b	3,956	b
Conversión alimenticia	8,475	a	8,047	ab	7,625	b	7,741	b
Pesos a la canal (kg)	0,596	a	0,600	a	0,581	a	0,522	a
Rendimiento canal (%)	75,51	a	75,80	a	74,69	a	74,08	a
Mortalidad (%)	0,00		0,00		0,00		0,00	

Fuente: Bonilla, Díaz-H y Usca (2010).

Tabla 2.19. Comportamiento de las crías obtenidas de cuyes madres alimentadas con bloques nutricionales con diferentes niveles de sustrato postproducción de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) en la etapa de gestación lactancia.

PARÁMETROS (Al nacimiento)	NIVELES DE SUSTRATO							
	0 %		45 %		60 %		75 %	
Tamaño de camada (N°)	2,87							
Peso de la camada (g)								
Peso por cría al destete (g)								
Tamaño de camada N° (1)								
Peso de la camada (g) (1)								
Peso por cría (g)								
Mortalidad, crías/camada								

Fuente: Miranda, Díaz-B y Díaz-H (2013).

Tabla 2.20. Comportamiento de cuyes de ambos sexos, alimentados con varios niveles de maíz de desecho con tusa molida más melaza, durante la etapa de crecimiento-engorde (75 días de experimentación).

PARÁMETRO	Alfalfa		MAÍZ DE DESECHO CON TUSA MOLIDA					
			7 %		14 %		21 %	
Peso inicial (g)	373,08		378,42		376,00		377,33	
Peso final (g)	914,75	b	957,83	ab	996,75	a	1 010,50	a
Ganancia de peso total (g)	541,67	b	579,42	ab	620,75	a	633,17	a
Consumo de alfalfa (kg MS)	3,73	a	1,53	b	0,82	c	0,37	d
Consumo de maíz con tusa (kg MS)			1,61	c	2,67	b	3,78	a
Consumo total de alimento (kg MS)	3,73	b	3,14	d	3,49	c	4,16	a
Conversión alimenticia	6,90	b	5,44	b	5,64	b	6,62	a
Ganancia peso - dólares (Costo/kg)	2,76	b	2,05	c	2,07	c	2,38	b
Peso a la canal (g)	627,42	b	680,93	ab	711,44	a	730,19	a
Rendimiento a la canal (%)	68,54	b	71,16	ab	71,40	ab	71,93	a
Mortalidad (%)	0,00		0,00		0,00		0,00	

Fuente: Bonilla, Usca y Díaz- H (2014)

Tabla 2.21. Comportamiento de los diferentes tipos de alimento en cuyes en la etapa de crecimiento y engorde.

VARIABLES	TIPO DE ALIMENTACIÓN							
	A		A + M		A + T		A + C	
Peso inicial (kg)	0,21		0,20		0,20		0,20	
Peso final (kg)	0,99	b	1,04	a	1,07	a	1,09	a
Ganancia de peso (kg)	0,78	b	0,83	a	0,87	a	0,89	a
Consumo de alimento (kg/MS)	7,84	a	7,97	a	8,00	a	7,99	a
Conversión alimenticia	10,02	a	9,62	b	9,33	b	9,10	b
Peso a la canal (kg)	0,72	b	0,79	ab	0,81	a	0,82	a
Rendimiento a la canal (%)	72,92	c	76,14	b	75,38	a	75,44	a

Fuente: Guajan, Díaz-H, Usca y Trujillo (2009).

Tabla 2.22. Comportamiento biológico de los cuyes machos y hembras alimentados con diferentes niveles de afrecho de maíz en la fase de crecimiento y engorde.

VARIABLES	NIVELES DE MAÍZ (%)			
	Control	10	20	30
Peso inicial (g)	513,25	478,28	431,18	516,72
Peso final (g)	513,25	898,88 a	994,19 a	1001,75 a
Ganancia de peso (g)	420,60 a	563,01 a	485,03 a	483,00 a
Consumo de alimento (g)	4 613,96 a	4 699,01 a	4 173,91 b	4 345,90 ab
Conversión alimenticia	11,42 a	8,64 a	9,18 a	9,25 a
Peso a la canal (g)	670,63 a	766,75 a	759,38 a	757,50 a
Rendimiento a la canal (%)	74,57 a	77,08 a	75,70 a	76,10 a
Mortalidad (%)	0,00 a	0,00 a	0,13 a	0,25 a

Fuente: Villa, Díaz-H y Usca (2014).

2.4.2. Peso de las crías

Acosta, Díaz-H y Trujillo (2010) reportan que, luego del período de adaptación, las crías presentaron un peso promedio de 470,24 ± 11,96 g; por cuanto, variaron entre 467,25 y 473,80 g. A los 30 días de evaluación (60 días de edad) alcanzaron pesos que mostraron diferencias altamente significativas (P<0,01) por efecto de los balanceados comerciales recibido. El mayor peso se observó en los animales que consumieron el balanceado C, con un peso de 986,33 g; en cambio, con el suministro del balanceado A y B, los pesos fueron de 895,15 y 908,77 g; se denota que los animales aprovecharon de mejor manera el balanceado C debido posiblemente a que, en este período, las necesidades de proteína por parte de los animales son menores.

Los balanceados A, B y C, con contenidos de: 16,78; 18,56 y 15,16 % de proteína, a los 60 días de evaluación (90 de edad), presentaron diferencias altamente significativas entre las medias (P<0,01), por efecto de los balanceados empleados; registrándose los pesos más altos en los cuyes que recibieron el balanceado C con 1 264,43 g; en cambio, los animales alimentados con los balanceados A y B presentaron pesos de 1 156,80 y 1 103,88 g, respectivamente.

Figura 2.24. Cuyas reproductoras con sus crías.



Fuente: Pozas de galpones de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Espoch.

Erazo, Díaz-H y Jiménez (2009) señalan que el peso promedio de los cuyes que se sometieron a la alimentación a base de ensilaje de maralfalfa, a diferentes edades, cuando inicialmente presentaban un peso de 246,33 g, al final del tratamiento (60, 45 y 30 días) alcanzaron pesos de: 998,55; 986,35 y 969,95 g, respectivamente; que superan numéricamente al tratamiento control con el cual se alcanzó apenas 949,55 g. Además, señalan que los cuyes machos alcanzaron 1 025,75 g de peso vivo; valores superiores estadísticamente de las hembras que solo lograron 926,250 g (valores que están en concordancia al sexo de los animales, puesto que las hembras observan por lo general menor peso con relación a los machos).

A los 105 días, Castillo, Díaz-H y Silva (2010) señalan que los cuyes que consumieron el tratamiento 2 (T2), registraron un peso de 1 572,05 g; valor que supera significativamente ($P < 0,05$) al tratamiento T3, con el cual se alcanzaron tan solo 1 494,86 g; los cuales, al contrastar con Erazo, Díaz-H y Jiménez (2009), alcanzaron pesos de 949,55; pesos inferiores a las registrados en la presente investigación. Esto quizá se deba a que a los animales se manejan bajo un sistema de alimentación balanceado que cubre los requerimientos nutricionales, mientras que los mencionados autores, ponen énfasis en el suministro de un alimento más voluminoso, que si bien es cierto es importante en la crianza de cuyes, no significa que satisfagan los requerimientos nutricionales.

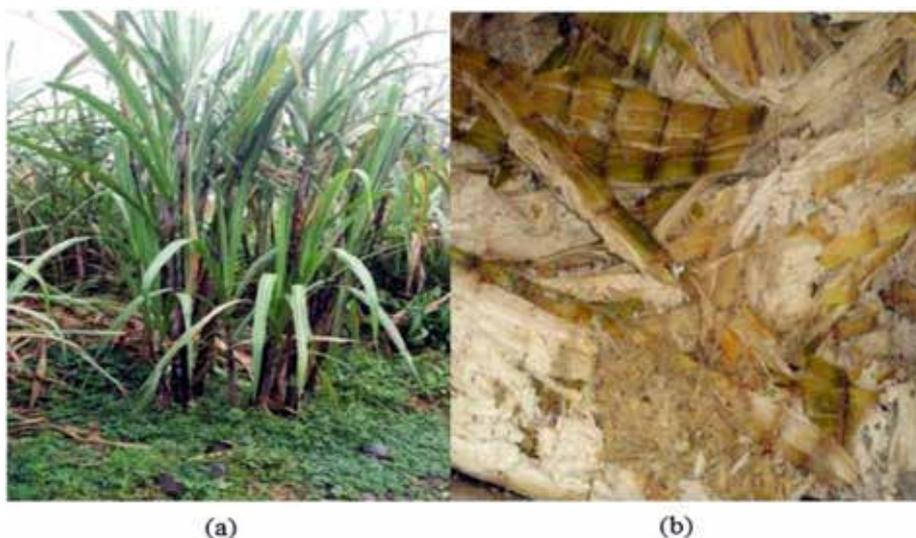
Casa, Usca, Trujillo y Capelo (2008), señalan que el forraje verde hidropónico de avena (FHA), cebada (FHC), maíz (FHM) y trigo (FHT), permitió que, en la etapa de crecimiento y engorde, existieran diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre los diferentes tipos de alimentos. Se registró mayor peso corporal al aplicar el FHA y FHC con 1 069,15 y 1035,30 g, respectivamente, y el menor

peso se determinó en los animales alimentados a base del tratamiento control cuyo promedio fue 936,75 g; los demás tratamientos se ubicaron dentro de este rango.

Avalos, Ortiz, Usca y Almeida (2010) reportan que la caña de azúcar fresca y picada al (20; 40; 60 y 80 %) más alfalfa aplicada, en cuyes (entre 30 a 90 días de edad), cuyos pesos iniciales oscilaron entre 295,85 g y 310,12 g promedio, utilizando niveles de caña de azúcar de (A60C40) y (A100C0), alcanzaron pesos finales con una mejor respuesta en relación a los cuyes que no consumieron caña de azúcar fresca y picada en su dieta; las cuales ascendían a 982,0 gramos. Se registraron diferencias significativas ($P < 0,0002$) respecto a los pesos finales de los ejemplares de los demás tratamientos (excepto con el 20 % de caña de azúcar, con el que las diferencias fueron casuales); se constituyeron en las mejores respuestas en esta variable.

Cisneros, Díaz-H y Fiallos (2009) reportan que, con la utilización de cáscara de maracuyá más un promotor de crecimiento natural (Hibotek), al final de la etapa de crecimiento y engorde, se apreciaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) en el peso de los cuyes; siendo las mayores con los T2 y T1: 978,250 g y

Figura 2.25. Caña de azúcar utilizada en la alimentación de cuyes.
(a) Plantón; (b) Caña picada.



971,650 g respectivamente; para, finalmente, ubicarse con los menores pesos el T3 con 897,500 g y T0 879,800 g.

Al realizar el análisis de la regresión, se determinó que hay una tendencia a incrementar el peso final en 27,89 g por cada unidad porcentual del nivel de cáscara de maracuyá utilizado más un promotor de crecimiento Hibotek entre 0 % y 7 % aproximadamente; notándose una baja en esta variable cuando la dieta posee más del 8 % de este alimento. El peso final depende en un 95,10 % del nivel de cáscara de maracuyá más el promotor de crecimiento Hibotek.

Aquilla, Díaz-H y Almeida (2014), al utilizar bloques nutricionales elaborados en base a T.Arroz, R.Maíz y T.Cebada, encontraron pesos iniciales para la etapa de crecimiento-engorde de 146,5 g; los mismos que fluctuaron entre 143 g y 150 g, correspondientes a los pesos de las crías destetadas a los 14 días de edad, provenientes de las madres estudiadas en la fase de gestación y lactancia.

Al finalizar la etapa de engorde (90 días de edad), los pesos alcanzados de los cuyes no presentaron diferencias significativas ($P>0,05$) por efecto de los bloques nutricionales empleados, aunque numéricamente los cuyes que recibieron el bloque nutricional con T.Cebada presentaron un mayor peso (0,848 kg), en comparación a los animales del grupo control (con balanceado) que fueron de 0,780 kg; mientras que, cuando se suministraron los bloques nutricionales a base de T.Arroz y de R.Maíz, se observaron menores pesos de los cuyes con 0,764 kg y 0,724 kg, respectivamente; por lo que, a pesar de estas diferencias, no se puede aseverar que los cuyes aprovecharon de mejor manera el bloque nutricional elaborado con T.Cebada porque estadísticamente los pesos son iguales a los otros grupos evaluados.

Cargua, Díaz-H y Usca (2014), al utilizar tres niveles de harina de papa china (*Colacasia esculenta*) como alimento energético, alcanzaron, en el período de engorde cuyes hembras y machos con pesos de 1 046,38 y 1 118,23 g en cada caso valores entre los cuales se registraron diferencias significativas; pudiéndose señalar que la variación está entre el sexo de esta especie, puesto que los pesos de los machos fueron superiores a los de las hembras, mientras que entre los diferentes niveles de papa china no se registraron diferencias estadísticas ($P>0,05$).

Figura 2.26. Tubérculos: papa china para la alimentación de cuyes.



Fuente: Parcela de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Espoch

Bonilla, Díaz-H y Usca (2010), en su investigación “Utilización de la *Cabuya agave americana* como suplemento alimenticio para cuyes”, reportan que los pesos, con que se inició la investigación en la etapa de crecimiento y engorde, con cuyes de 15 días de edad, tuvieron un peso promedio de 0,265 kg; al analizar la variable peso final de los cuyes, no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados; sin embargo, numéricamente la mejor respuesta se pudo observar en los cuyes del tratamiento T5 % de cabuya con 0,790 kg y el peso final más bajo lo registraron los cuyes del tratamiento T15 % de cabuya con 0,758 kg.

Miranda, Díaz-B y Díaz-H (2013), en la evaluación del sustrato post-producción de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* en la alimentación de cuyes, señalan que los cuyes evaluados en la etapa de crecimiento-engorde presentaron pesos iniciales entre 0,391 y 0,452 kg, con un peso promedio de 0,421 kg y un coeficiente de variación de 7,52 %; por lo que se considera que todos los animales presentaron similares condiciones para ser evaluados, por la homogeneidad de sus pesos iniciales.

A los 90 días, los pesos no presentaron diferencias estadísticas apreciables ($P>0,05$) por efecto del suministro de los bloques nutricionales con diferentes niveles de sustrato post-cultivo de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*; por cuanto, los valores registrados fueron entre 1,02 y 1,07 kg, que corresponden a los pesos de los animales que recibieron los bloques nutricionales con 45 % de

Figura 2.27. Otra vista de la cabuya utilizada como suplemento en la alimentación de cuyes, en plantíos silvestres.



Fuente: Parcela de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Espoch

sustrato y de los animales del grupo control (que son los casos extremos); por lo que se puede indicar que, con la utilización del sustrato post-cultivo, no se tiene un efecto favorable en el desarrollo corporal de los animales, ya que se obtuvieron resultados similares con y sin la utilización de este sustrato.

Pero lo que resulta interesante, es que posiblemente su empleo en la alimentación de los cuyes a través de bloques nutricionales, permite reducir los costos de la alimentación (mediante el reemplazo de los ingredientes tradicionales); al respecto, López (2002) señala que el sustrato degradado tiene un mayor contenido proteico, comparado con el sustrato original.

Guajan, Díaz-H, Usca y Trujillo (2009), al evaluar diferentes raciones alimenticias en cuyes, señalan que los pesos de los machos al finalizar el período de engorde fue de 1,12 kg; los mismos fueron significativos ($P < 0,01$). Esto se debe a que los machos por lo general tienen una mayor capacidad de ganar peso, no así los cuyes hembras.

Sinchiguano (2008) indica, en su investigación sobre la utilización de forraje hidropónico de cebada, maíz, trigo, cebada y vicia que obtuvo pesos finales de

Figura 2.28. Cuyes machos.



Fuente: Poza en galpón de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Espoch

0,965 kg en machos; mientras que el menor peso reportado en las hembras fue de 0,913 kg. Valores inferiores a la presente investigación en machos y en hembras valores similares.

Villa, Díaz-H y Usca (2014), al utilizar niveles de afrecho de maíz en dietas, señalan que al final del período de engorde, los cuyes machos y hembras que recibieron diferentes niveles de afrecho de maíz, registraron pesos de 947,41 y 998,13 g respectivamente; valores que no difieren significativamente ($P>0,05$) entre los diferentes tratamientos, por lo que, en este tipo de especie herbívora, no existió influencia de los tratamientos.

Ocaña, Díaz-H y Trujillo (2011), al utilizar NoPro (nucleótidos, proteínas e inositol), en dietas para cuyes, señalan que los animales al inicio de la etapa de crecimiento-engorde, presentaron un peso promedio de 0,331 kg, con variaciones que oscilaron entre 0,311 y 0,340 kg. Al finalizar esta etapa, es decir, a los 75 días de evaluación (90 de edad), los pesos alcanzados no presentaron diferencias estadísticas ($P>0,05$) por efecto de los niveles de NuPro empleados, por cuanto se registraron valores entre 0,830 y 0,859 kg, que corresponden a los pesos de los animales que recibieron el balanceado con 1 % y 3 % de NuPro, respectivamente;

por lo que se puede señalar que la incorporación del NuPro en la alimentación de los cuyes no favoreció su desarrollo, posiblemente a que la dieta cubría sus requerimientos de proteína.

Por efecto del sexo, las diferencias encontradas no fueron significativas ($P > 0,05$); sin embargo, numéricamente los cuyes machos presentaron un mayor peso que las hembras, ya que los valores determinados fueron de 0,853 kg frente a 0,818 kg, en su orden; lo que demuestra lo afirmado por la fuente <http://www.rincóndelascobayas.tk> (2007), cuando expone que los machos adquieren un mayor desarrollo en el crecimiento-engorde respecto a las hembras.

2.4.3. Ganancia de peso

Acosta, Díaz-H y Trujillo (2010) señalan que las ganancias de peso se observaron en los animales que recibieron el balanceado C, con incrementos totales de peso de 791,15 g o 13,19 g/día; valor que difiere estadísticamente ($P < 0,01$), con la ganancia de peso de los animales que consumieron el balanceado B y que presentaron los menores incrementos de peso (633,70 o 10,56 g/día); en tanto que, la respuesta del balanceado A comparte los dos rangos de significancia establecidos al presentar ganancias totales de peso de 689,55 g, que equivale a 11,49 g/día; por lo que se puede establecer, tomando como referencia el aporte de proteína de las dietas, que mejores respuestas se obtienen al emplearse alimento con 15 % de proteína; y que mientras se incrementa este nutriente en la dieta (16,78 % del balanceado A y 18,56 % del balanceado B) se reduce el incremento de peso de los animales.

Erazo, Díaz-H y Jiménez (2009) señalan que en el período de utilización de ensilaje de maralfalfa (cosechado a los 60, 45 y 30 días) se obtuvieron 758,55; 743,45 y 720,75 g de ganancia de peso, que superan numéricamente al tratamiento a base de alfalfa, con el cual se registró 696,35 g; podemos afirmar que la mejor ganancia de peso se obtuvo con el ensilaje, de maralfalfa cosechado a los 60 días. Esto posiblemente se deba a que, a esta edad, el pasto tiene más fibra, y a que el cuy es un animal que practica la coprofagia, lo que permite que aproveche de mejor manera los nutrientes de los pastos fermentados. Asimismo, se puede afirmar que la mayor ganancia de peso total se obtuvo en los cuyes machos con 774,93 g, respecto a las cuyes hembras con 684,63 g.

La ganancia de peso según Castillo, Díaz-H y Silva (2010) fue de 1 111,37 g a los 90 días para el tratamiento 2; mientras que para los tratamientos 1 y 3 fueron inferiores. Se registraron valores de 1 039,94 y 1 031,43 g respectivamente. Mientras que, las ganancias de pesos totales fueron de 1 486,37 g para el tratamiento 2; superiores respecto a los tratamientos 1 y 3, con 1 453,86 y 1 402,32 g respectivamente.

La ganancia total de peso, al finalizar la etapa de crecimiento y engorde, según Casa, Usca, Trujillo y Capelo (2008), utilizando alfalfa (FHA) y cebada (FHC) fue de 736,10 g y 706,8 g por tipo de tratamiento, mientras que al utilizar forraje hidropónico de maíz (FHM) y trigo (FHT), y tratamiento control las ganancias de peso fueron de 706,80; 678,30 y 682,35 g respectivamente.

Ávalos, Ortiz, Usca y Almeida (2010) obtuvieron, con la utilización de caña de azúcar fresca y picada (al 20; 40; 60 y 80 %) más alfalfa, estándares de ganancia de peso, en esta fase fisiológica, de hasta de 8,84 gramos/animal/día; por otro lado, afirman que, cuando se hallan bajo un régimen de alimentación en el que no se añada caña de azúcar o como máximo se sustituya a la alfalfa con el 20 % de caña fresca y picada, la ganancia de peso fue de 8,63 g/animal/día; mientras que los cuyes que recibieron entre 40 y 80 % de caña de azúcar fresca y picada en la ración diaria solo ganaron 7,64 y 6,52 g/animal/día. Las ganancias de peso, pudieron estar en la relación de los pesos iniciales, aunque el Adecova no registró significancia para la regresión y no fue necesario ajustar los pesos finales.

Cisneros, Díaz-H y Fiallos (2009) manifiestan que la utilización de cáscara de maracuyá más un promotor de crecimiento natural (Hibotek) presenta diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) en la ganancia de peso. Se estableció la mejor respuesta con el T2 y T1 con 645,800 y 637,750 g respectivamente. Los menores pesos se reportaron en el T3 con 574,150 g y el T0 con 579,400 g.

Aquilla, Díaz-H y Almeida (2014), al utilizar bloques nutricionales elaborados en base a T.Arroz, R.Maíz y T.Cebada, encontraron ganancias de peso en la etapa de crecimiento-engorde que no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$); a pesar de que se registraron incrementos de peso entre 0,573 kg y 0,699 kg cuando los animales consumieron los bloques nutricionales elaborados con R. Maíz y con T.Cebada, que son los dos casos extremos en su orden.

De igual manera, el sexo de los animales no influyó estadísticamente en las ganancias de peso, ya que los valores encontrados fueron de 0,619 kg en los ma-

chos y 0,642 kg en las hembras, con una diferencia entre ellos de apenas 23 g (0,02 kg); por lo que estos resultados demuestran que es factible utilizar los bloques nutricionales en reemplazo del balanceado comercial; tomando en consideración los costos que tienen estos productos alimenticios.

Cargua, Díaz-H y Usca (2014), al utilizar tres niveles de harina de papa china (*Colacasia esculenta*) (al 5; 10 y 15 %) como alimento energético, obtuvieron una ganancia de peso de 709,95; 607,30 y 652,55 g respectivamente; valores que se diferenciaron significativamente del tratamiento control que alcanzó una ganancia de peso de 488,25 g, por lo que se debe señalar que la utilización del tratamiento control no favorece la conversión alimenticia, mientras que la papa china por su contenido de almidón permite convertir este alimento energético en tejido muscular.

Bonilla, Díaz-H y Usca (2010), con la utilización de la *Cabuya agave americana* como suplemento alimenticio para cuyes, reportan que la ganancia de peso de los cuyes tampoco registró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados; sin embargo, numéricamente la mejor respuesta se pudo apreciar en los cuyes del tratamiento T10 % de cabuya con 0,524 kg, y el peso final más bajo lo registraron los cuyes del tratamiento T0 % de cabuya con 0,499 kg.

Miranda, Díaz-B y Díaz-H (2013), en la evaluación del sustrato post-producción de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* en la alimentación de cuyes, señalan que las ganancias de peso no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0,05$), por efecto de los niveles de sustrato post-cultivo de hongos comestibles utilizados en la elaboración de los bloques nutricionales, por cuanto los incrementos de peso registrados fluctuaron entre 0,61 y 0,64 kg, que corresponden a los animales que recibieron los bloques nutricionales con 45 y 75 % del sustrato, respectivamente; notándose una ligera superioridad numéricamente cuando se utilizó el mayor nivel del sustrato.

Bonilla, Usca y Díaz-H (2014), al utilizar diferentes niveles de maíz de desecho con tusa molida más melaza en la alimentación de cuyes, señalan que los pesos finales (75 días de evaluación), presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de los niveles de maíz de desecho con tusa molida más melaza utilizados, por cuanto los animales alimentados con alfalfa alcanzaron pesos de 914,75 g; incrementándose estos pesos conforme se elevaron los niveles de maíz de desecho con tusa molida, hasta presentar pesos de 1 010,50

g en los cuyes que recibieron la mayor cantidad de maíz de desecho con tuza molida (21 %). El análisis de la regresión estableció una tendencia lineal altamente significativa, que determina que, por cada unidad adicional de maíz de desecho con tuza molida más melaza que se utilice en la alimentación de los cuyes, estos ganarán 4,66 unidades más en el peso final. Este hecho pudiera deberse a que el maíz de desecho con tuza molida aporta una mayor cantidad de energía metabolizable, a pesar de que el aporte proteico es menor; estableciéndose por consecuencia que los cuyes responden mejor a dietas energéticas que a las proteicas.

Guajan, Díaz-H, Usca y Trujillo (2009), al evaluar diferentes raciones alimenticias, señalan que los cuyes machos alcanzaron 0,91 kg de ganancia de peso desde el destete hasta la edad apta para el consumo; mientras que las cuyes hembras lograron apenas 0,77 kg de este indicador. Esto se debe a las características sexuales de machos y hembras que determinan la transformación del alimento en peso de los animales; posiblemente, en este proceso intervengan las hormonas tanto masculinas como femeninas para ganar peso. Sinchiguano (2008) obtiene, bajo el efecto del uso de FVH de diferentes cereales en la alimentación de cuyes con ganancias promedios de 0,641 kg y en hembras con 0,589 kg, valores inferiores a la presente investigación.

Esta variabilidad se debe al manejo técnico y al tipo y forma de alimentación que se implementa en las diferentes etapas biológicas del cuy.

Figura 2.29. Tamaño de los cuyes listos para el faenamamiento.



Villa, Díaz-H y Usca (2014), al utilizar diferentes niveles de afrecho de maíz en dietas, reportan que la ganancia de peso de los cuyes machos y hembras fue de 472,38 y 503,44 g respectivamente; valores entre los cuales no se determinó diferencias estadísticas, por lo que se puede señalar que el afrecho de maíz no influyó en la generación de peso muscular, principalmente cuando se compara frente al tratamiento control.

Ocaña, Díaz-H y Trujillo (2011), al utilizar NuPro (nucleótidos, proteínas e inositol), reportan que las ganancias de peso no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0,05$) por efecto de los niveles de NuPro utilizados; pues los cuyes presentaron incrementos de peso entre 0,484 y 0,522 kg, que corresponden a los animales que recibieron el balanceado con 2 % de NuPro y los animales del grupo control, en su orden; observándose numéricamente que las ganancias de peso de los animales del grupo control son ligeramente superiores a los que recibieron el balanceado con NuPro; lo que demuestra que posiblemente la inclusión de este producto en la alimentación de los cuyes no tiene una acción favorable sobre el incremento de peso; a pesar de que <http://www.alltech.com> (2011) reporta que NuPro es una proteína funcional derivada de la levadura, que contiene altos niveles de nutrientes esenciales y funcionales, que son importantes en la dieta del animal joven. De acuerdo al sexo de los animales, las diferencias encontradas fueron significativas ($P < 0,05$), por cuanto los machos presentaron un mayor incremento de peso que las hembras; es decir, las ganancias de peso fueron de 0,528 y 0,482 kg, respectivamente.

2.4.4. Consumo de alimento

Los consumos de balanceado (g de materia seca) según Acosta, Díaz-H y Trujillo (2010), no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0,05$), por efecto del balanceado consumido, encontrándose un promedio general de 30,79+1,01 g/día, debido a que los consumos registrados fueron de 31,21; 30,41 y 30,74 g/día, cuando se les suministró los balanceados A, B y C, respectivamente. Los animales no presentaron preferencia por ninguno de ellos. La cantidad de alimento suministrada también fue en igualdad de condiciones; por lo tanto, las diferencias numéricas encontradas son pequeñas (menos de 1 g/día).

La cantidad de alfalfa consumida (g de materia seca), registrada mediante el consumo de los animales, no fue diferente estadísticamente ($P > 0,05$) por efecto

Figura 2.30. Manejo del forraje de alfalfa para la alimentación de cuyes.



Fuente: Secadero y almacén de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Espoch

de los tratamientos evaluados. Se presentaron solo pequeñas diferencias entre las respuestas, ya que se establecieron consumos diarios de 21,69; 21,61 y 21,68 g/día, que corresponde a los animales que recibieron el balanceado A, B y C, en su orden; por lo que se estableció un promedio general de consumo de alfalfa por animal y por día de $21,66 + 0,06$ g.

Erazo, Díaz-H y Jiménez (2009) señalan que el consumo de materia seca acumulada de los cuyes alimentados con ensilaje de maralfalfa cosechado a los 30, 45 y 60 días fue de 4,10; 4,09 y 4,08 kg; siendo valores más altos en comparación al consumo del tratamiento control: 3,43 kg de alimento. Esto quizá se deba a que la alfalfa disponía de mayor cantidad de agua con referencia al ensilaje. Los cuyes machos, en promedio, consumieron 0,037 kg de materia seca; los cual es inferior significativamente al consumo de alimento de las hembras, puesto que estas consumieron 0,038 kg de alimento.

De la misma manera, cuando analizamos el consumo acumulado, los cuyes consumieron 3,85 kg de materia seca; siendo inferior estadísticamente del consumo por parte de las cuyes hembras, las cuales ingirieron 3,99 kg de materia seca.

Castillo, Díaz-H y Silva (2010) señalan que el consumo de materia seca de alimento, de los cuyes que recibieron el T3, fue de 5 437,20 g; el cual presenta di-

ferencias estadísticas entre los tratamientos, fue inferior de los tratamientos 1 y 2, con los cuales se registraron 5 606,59 y 5 566,13 g de materia seca.

Casa, Usca, Trujillo y Capelo (2008), al utilizar forraje verde hidropónico de avena (FHA), cebada (FHC), maíz (FHM) y trigo (FHT), registraron que el consumo total de alimento en materia seca, durante las etapas de crecimiento y engorde, presentó diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$) entre los tratamientos en estudio; de esta manera, el mayor consumo de alimento se obtuvo en los alimentados con los tratamientos FHT y FHM, con un promedio de 3,82 kg y 3,83 kg MS respectivamente, y el menor promedio se determinó en los animales que recibieron el tratamiento FHA con un promedio de 3,41 kg MS, el cual difiere del resto de tratamientos.

Ávalos, Ortiz, Usca y Almeida (2010), reportan que la caña de azúcar fresca y picada (20; 40; 60 y 80 %) más alfalfa, permitió un consumo en base a una ración que varió de 160 a 40 g/animal/día en forraje fresco. Se pudo registrar un consumo de alfalfa en materia seca, que equivalió a cantidades de 3 554 gramos cuando los cuyes no consumieron caña de azúcar fresca y picada (46,8 g MS/animal/día).

Es de esperarse que, frente al incremento del consumo de azúcar a la ración diaria, los cuyes tiendan a disminuir el consumo de alfalfa, ya que aumenta la sustitución y disminuye la disponibilidad de la alfalfa. Por esta razón, los consumos totales de alfalfa son menores ($P < 0,00001$). De la misma manera señalan que los cuyes del grupo testigo (solo alfalfa), los consumos de caña aumentaron de 640 g (A80C20) a 2 439 g, de caña picada en el grupo A20C80; lo que se permite advertir que los animales están en la condición de deglutir al menos 8,42 g, hasta 32 g MS con 20 % y 80 % de inclusión de caña picada a la ración diaria, respectivamente.

Igualmente se señala que el consumo de MS por concepto de balanceado, se incrementó de 0 gramos en el testigo, hasta 27,10 g MS para los cuyes que estuvieron bajo un régimen de alimentación con el 20 % de alfalfa y 80 % de caña de azúcar fresca y picada; sobre todo, para compensar la voluminosidad de los alimentos con el requerimiento de nutrientes, que para esta etapa fue de 15 % de proteína, con el 4 % de grasa, en dietas con el 12 % de fibra. Razones suficientes como para evidenciar un margen diferente de consumo de concentrado (g MS/día) en cada grupo experimental.

Cisneros, Díaz-H y Fiallos (2009) manifiestan que la utilización de cáscara de maracuyá más un promotor de crecimiento natural (Hibotek), cantidad de

kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) consumido (g de materia seca), no establece diferencias ($P \geq 0,05$) por efecto de los tratamientos establecidos; únicamente diferencias numéricas entre estas; siendo los consumo total de kikuyo entre 2 641,500 y 2627,100 g de materia seca; que equivale a consumos diarios de 35,220 y 35,028 g de materia seca, que corresponde a los cuyes que fueron alimentados con los tratamientos T1 y T0 en su orden; respuestas que demuestra que la cantidad de forraje consumida no fue efecto de las raciones alimenticias empleadas, ya que se les proporcionó a los cuyes cantidades similares; dándose pequeñas diferencias registradas a la individualidad de los animales para aprovechar los alimentos. En tanto que, el consumo total de balanceado (g de materia seca) presentó diferencias significativas ($P \leq 0,05$); de este modo, al utilizar el T0 se perciben los menores consumos con 1155,00 g; posteriormente, los mejores consumos el T1 con 1 432,50 g, T2 con 1 387,5 g y T3 con 1 380 g; mismos que no difieren estadísticamente. Con relación a los consumos totales no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos T1, T2 y T3; siendo el mejor con 4 074 g el T1; no obstante, existieron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) con respecto al tratamiento T0 con 3782,1 g.

Auquilla, Díaz-H y Almeida (2014), al utilizar bloques nutricionales elaborados en base a T.Arroz, R.Maíz y T.Cebada, encontraron consumos de alimentos que no variaron por efecto de los bloques nutricionales suministrados; lo que permite establecer que todos los grupos consumieron: 3,438 kg de bloques nutricionales y 3,865 kg de forraje de alfalfa, ambas cantidades consideradas en materia seca; por lo que los animales, durante la etapa de crecimiento-engorde, registraron un consumo total de alimento por animal de 7,303 kg de materia seca.

Estos consumos son superiores a los reportados por Quinatoa (2007), quien al emplear bloques nutricionales a base de diferentes niveles de harina de retama más melaza constató consumos totales de alimento entre 4,43 y 4,57 kg; al igual que Miranda, Díaz-B y Díaz (2013), quienes determinaron consumos entre 5,07 y 5,49 kg de MS, en animales que recibieron los bloques nutricionales con 45 y 75 % de sustrato, respectivamente.

En cambio, se establece que guardan relación con el trabajo de Imba y Tallana (2011), quienes, al evaluar la aceptabilidad del bagazo de caña, R.Maíz y T.Cebada en bloques nutricionales como reemplazo del maíz, registraron un consumo promedio de 6,57 kg; notándose que las diferencias encontradas entre las investigaciones citadas están en función de los pesos de los cuyes, así como de la

calidad y aporte nutritivo de las dietas empleadas, aunque, en todos los casos, la alimentación suministrada cubría los requerimientos nutritivos de los animales.

Cargua, Díaz-H y Usca (2014), al utilizar tres niveles de harina de papa china (*Colacasia esculenta*) como alimento energético, registraron un consumo de 5 466,65 g, con la utilización del 15 % de papa china en cuyes en la fase de crecimiento y engorde; el cual difiere significativamente del resto de tratamientos, principalmente del tratamiento control, con la cual se alcanzó un consumo de 5 253,85 g; por lo que se debe señalar que la utilización de la papa china en diferentes niveles estimula el consumo de mayor cantidad de alimento, tanto de concentrado como de forraje. Además señalan que la aplicación del 15 % de papa china en la alimentación de cuyes en la fase de crecimiento y engorde registró un consumo de 10,00 g, de proteína; el cual difiere significativamente del resto de los tratamientos, principalmente del tratamiento control, donde se alcanzó un consumo de proteína de 9,44 g; señalándose que en la papa china el consumo de proteína está en función del volumen de consumo de alimento.

De la misma forma, la utilización del 15 % de papa china en la alimentación de cuyes en la fase de crecimiento y engorde registró un consumo de 16,35 kcal/día, de energía metabolizable; el cual difiere significativamente del resto de tratamientos, principalmente del tratamiento control, con el cual se alcanzó un consumo de proteína de 15,72 kcal/día; señalándose que la papa china estimula el mayor consumo de alimento y hace que el consumo de energía metabolizable esté en función del volumen del consumo de alimento.

Finalmente, la aplicación del tratamiento control en la alimentación de cuyes en la fase de crecimiento y engorde presentó un consumo de 3,09 g de grasa; el cual difiere significativamente del resto de los tratamientos, principalmente del 15 % de papa china, con el cual se alcanzó un consumo de grasa de 2,87 g; señalándose que la papa china dispone de grasa, pero sus niveles son muy limitados lo cual influyen en la disponibilidad de este compuesto bromatológico en la alimentación de los cuyes en la fase de crecimiento y engorde, aunque, se puede señalar que la cantidad de carbohidratos en forma de almidones es considerable.

Otro elemento fundamental de la dieta de las especies domésticas es el calcio. La utilización de 10 y 15 % de papa china en la alimentación de cuyes en la fase de crecimiento y engorde permitió registrar un consumo de 0,64 g de calcio, valor que difiere significativamente ($P < 0,01$), del resto de tratamientos, principalmente

del de control, con el cual se alcanzó un consumo de grasa de 0,62 g; señalándose que la papa china dispone de calcio en su estructura, que hace que al incluir esta materia prima en la alimentación de los cuyes, aporte un esencial nutriente en la dieta de los animales.

Y, finalmente, la utilización de 10 y 15 % de papa china en la alimentación de cuyes en la fase de crecimiento y engorde registró un consumo de 0,50 g, de fósforo, el cual difiere significativamente ($P < 0,01$), del resto de tratamientos, principalmente del control y 5 % de papa china, con los cuales se alcanzaron consumos de 0,48 g de fósforo, señalándose que la papa china en su estructura dispone de este macro elemento indispensable en la nutrición animal que forma parte de muchas proteínas, y de la estructura esquelética de las especies animales.

Bonilla, Díaz-H y Usca (2010), utilizando la *Cabuya agave americana* como suplemento alimenticio, reportan que el consumo de alfalfa sí registra diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados; que su mejor respuesta se pudo apreciar en los cuyes del tratamiento T0 % de cabuya con 4,212 kg MS y el consumo más bajo de alfalfa se registró en los animales del tratamiento T15 % de cabuya con 3,675 kg MS.

La variación (en lo que respecta al consumo de alfalfa durante la etapa de crecimiento y engorde), estuvo determinada por el comportamiento biológico que tienen los semovientes al recibir una ración alimenticia sujeta a diferentes procesos de digestión, porque no es lo mismo recibir alfalfa que consumir una materia prima no tradicional, ya que los semovientes siempre consumen primero lo más nutritivo y luego, para cumplir con su proceso de digestión, consumen los alimentos de relleno.

El consumo de cabuya registró también diferencias significativas entre los tratamientos evaluados; su mejor consumo se pudo apreciar en los cuyes del tratamiento T15 % de cabuya con 0,287 kg MS; y el consumo más bajo de cabuya lo registraron los cuyes del tratamiento T5 % de cabuya con 0,138 kg MS.

El grado de aceptación de una ración alimenticia determina su consumo; sin embargo, al ser el cuy un animal roedor, no tiene ningún inconveniente para digerir cualquier tipo de alimento o materia prima que le sea suministrado dentro de su proceso alimenticio diario. Lo que ocurre es que, al disponer de una ración mixta para su alimentación, siempre se producirán variaciones en sus consumos, porque el animal empieza consumiendo lo más digerible y luego, si necesita se-

guir alimentándose, consume el resto de alimentos que conforman la ración alimenticia.

Miranda, Díaz-B y Díaz-H (2013), en la evaluación del sustrato posproducción de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*, manifiestan que las cantidades consumidas por los cuyes de los bloques nutricionales presentaron variaciones pequeñas, ya que las medias determinadas variaron entre 0,96 kg y 1,18 kg de MS en los que recibieron el bloque nutricional con 45 y 75 % del sustrato, respectivamente, sin que existan diferencias estadísticas ($P>0,05$) entre las respuestas anotadas. De igual manera, las cantidades de forraje de alfalfa consumidas, tampoco variaron estadísticamente ($P>0,05$) entre las medias de los diferentes tratamientos considerados, ya que, los consumos fueron entre 4,105 kg y 4,321 kg de MS por animal.

Bonilla, Usca y Díaz-H (2014), al utilizar diferentes niveles de maíz de desecho con tusa molida más melaza en la alimentación de cuyes, determinaron que las cantidades de forraje de alfalfa consumidas (kg MS) durante la etapa de crecimiento-engorde, estuvieron en función de los niveles de reemplazo por el maíz de desecho con tuza molida más melaza; registrándose consumos de 3,73 kg cuando se proporcionó solo alfalfa, y que se redujeron a 1,53; 0,82 y 0,37 kg

Figura 2.31. Tuzas de maíz para la alimentación de cuyes.



cuando se les suministró el 93; 86 y 79 % de alfalfa, en relación al 100 % de la dieta; por consiguiente, los consumos del maíz de desecho con tuza molida más melaza fueron de 1,61; 2,67 y 3,78 kg MS, cuando se les proporcionó el 7,14 y 21 %, respuestas que en ambos casos presentaron diferencias estadísticas altas ($P < 0,01$), y que responden al factor de estudio planteado, que fue utilizar como parte de la alimentación de los cuyes durante la etapa de crecimiento-engorde el maíz de desecho con tusa molida más melaza (7, 14 y 21 %), en sustitución de la alfalfa.

Guajan, Díaz-H, Usca y Trujillo (2009), al evaluar diferentes raciones alimenticias en cuyes, reportan que las cuyes hembras consumieron 7,99 kg de materia seca, aunque no difiere significativamente. Los cuyes machos apenas consumieron 7,91 kg de materia seca. Cargua (2003), en el consumo total de alimento en el estudio de forraje hidropónico de cebada en balanceado para la alimentación de cuyes, registra mayor consumo en las etapas de crecimiento-engorde; registró consumos en machos de 3,161 kg, valores inferiores a la presente investigación. Esto se debe a la restricción que tienen estos tratamientos cuando se combinan un cereal más una leguminosa.

Villa, Díaz-H y Usca (2014), al utilizar niveles de afrecho de maíz en dietas, manifiestan que el consumo de alimento de los cuyes en la fase de engorde entre machos y hembras fue de 4 277,86 y 4 638,53 g, valores entre los cuales difieren significativamente ($P < 0,01$). Se señala que los cuyes machos consumen mayor cantidad de alimento que las hembras; además, se puede señalar que la utilización del tratamiento control y 10 % de afrecho de maíz permitió consumos de 4 613,96 y 4 699,01 g de alimento en base seca, los cuales difieren significativamente ($P < 0,01$) del resto de tratamientos, principalmente del 20 % de afrecho de maíz con el cual se registraron 4173,91 g; de esta manera, se puede señalar que la utilización de mayor cantidad de afrecho de maíz, hizo que se redujera el consumo de alimento. Esto puede deberse a que este alimento dispone de mayor cantidad de fibra, y el alimento se hace voluminoso, lo que provoca un llenado más rápido de su estómago; lo que impida un consumo mayor de materia seca.

Ocaña, Díaz-H y Trujillo (2011), al utilizar NuPro (nucleótidos, proteínas e inositol), en dietas para cuyes, citan que las cantidades de balanceado consumidas, por efecto de los niveles de NuPro empleados, no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0,05$), ya que las medias determinadas fueron entre 2,15 y 2,18 kg de materia seca, que corresponden a los cuyes que recibieron el balanceado con

2 % de NuPro y a los que recibieron el balanceado control así como con la incorporación del 3 % de NuPro. Al evaluar en función del sexo, se estableció que numéricamente los machos consumieron una mayor cantidad de balanceado respecto a las hembras (2,19 y 2,14 kg de materia seca, en su orden); lo que puede deberse a que los consumos tienen una relación directa con los incrementos de peso; por cuanto, a mayor desarrollo corporal, mayor será el consumo de alimento, como lo observado al comparar el comportamiento de los cuyes machos, con respecto a las hembras.

2.4.5. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia, según Acosta, Díaz-H y Trujillo (2010), no presentó diferencias significativas ($P > 0,05$) por efecto de los balanceados empleados, aunque numéricamente se observó que cuando se les suministró el balanceado C, los animales requirieron de 4,0 kg de alimento por kg de ganancia de peso; que se elevó a 4,63 kg con el balanceado A y más aún con el balanceado B, pues necesitaron 5,13 kg de alimento para obtener el mismo objetivo; por lo que a pesar de no

Figura 2.32. Cultivo de maralfalfa.



Fuente: Parcela de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Espoch

haber diferencias estadísticas, se puede indicar que resulta más eficiente la utilización del balanceado C; lo que permitiría ahorros de 0,63 kg y 1,13 kg, respecto a la utilización de los balanceados comerciales A y B, respectivamente.

Erazo, Díaz-H y Jiménez (2009) señalan que los cuyes más eficientes fueron aquellos que consumieron alfalfa, cuyo parámetro de conversión alimenticia fue de 5,12; aunque no difieren estadísticamente de los animales que se alimentaron con ensilaje de maralfalfa cosechado a los 30, 45 y 60 días; los cuales registraron conversiones de 5,74; 5,61 y 5,48 respectivamente.

En los cuyes machos, al suministrárseles alimento a base de ensilaje de maralfalfa, cosechada a diferentes edades y alfalfa fresca, presentaron una conversión de 5,04; la cual permite manifestar que fue más eficiente estadísticamente ($P < 0,01$) con referencia a las cuyes hembra.

Castillo, Díaz-H y Silva (2010) señalan que la utilización de niveles altos de aminoácidos, la conversión alimenticia de los cuyes fue de 3,75; el cual no registra diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo más eficiente que los tratamientos medio y bajo, con los cuales se obtuvieron 3,86 y 3,88.

Casa, Usca, Trujillo y Capelo (2008), al utilizar forraje verde hidropónico de avena (FHA), cebada (FHC), maíz (FHM) y trigo (FHT), reportan que la conversión alimenticia, durante las etapas de crecimiento y engorde, presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos en estudio ($P < 0,01$); de esta manera, la peor conversión alimenticia la alcanzaron los animales que recibieron el tratamiento Testigo, que no difiere del tratamiento FHM con un promedio de 6,01 y 5,68 puntos respectivamente.

La mejor conversión alimenticia se registró en los animales que recibieron el tratamiento FHA, con una media de 4,63 puntos, seguido al tratamiento de FHC con 5,12 puntos, que también muestra buena conversión; mientras que los tratamientos FHM y FHT presentaron comportamientos similares entre los dos con un promedio de 5,68 y 5,62 puntos respectivamente.

Ávalos, Ortiz, Usca y Almeida (2010) reportan que la caña de azúcar fresca y picada (20; 40; 60 y 80 %) más alfalfa, permitió alcanzar índices de eficiencia del pienso, debido precisamente a la conversión alimenticia, cuya eficiencia en el presente experimento se reconoce en los ejemplares del tratamiento sin caña picada; pues los cuyes de este grupo únicamente requirieron de 5,29 kg MS para

convertir un kilo de ganancia de peso; valor que no difiere con la conversión del tratamiento 20 % de caña de azúcar fresca y picada, que se ofreció a los animales para lograr convertir 1 kilo de ganancia de peso, en función de un requerimiento de 5,36 kg de MS (alfalfa + caña picada + concentrado), pero con diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,00001$) con los cuyes de los tratamientos 40, 60 y 80 % de caña picada, en los que los cuyes requirieron de 5,82; 6,02 y 6,36 kg de MS consumida para ganar ese kilogramo de peso vivo.

Cisneros, Díaz-H y Fiallos (2009) manifiestan que, con la utilización de cáscara de maracuyá más un promotor de crecimiento natural (Hibotek), se consigue que la relación consumo total de alimento en base seca y ganancia de peso total presente diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre el tratamiento T0, con 7,001 puntos. Esta es la más alta conversión alimenticia; estableciéndose como la mejor y eficiente conversión alimenticia a el T2 con 6,318 puntos, seguida por los tratamiento T1 y T3 que no presentaron diferencias estadísticas.

Aquilla, Díaz-H y Almeida (2014), al utilizar bloques nutricionales elaborados en base a T.Arroz, R.Maíz y T.Cebada en cuyes para evaluar las conversiones alimenticias no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), a pesar de que numéricamente con el bloque nutricional a base de T.Cebada se obtuvo una mejor respuesta con una conversión alimenticia de 10,595, seguida de los animales del grupo control con 11,751; en cambio, con el empleo de los bloques con T.Arroz y R.Maíz, las conversiones se elevaron a 12,131 y 13,054, respectivamente. Es evidente que, con el empleo del T.Cebada en la elaboración del bloque nutricional, se obtiene un ahorro de alimento por cada kg de ganancia de peso de: 2,46 kg de MS, respecto al uso del R.Maíz; 1,54 kg de MS con el T.Arroz; y de 1,16 kg de MS, a cuando se utilice balanceado comercial.

De acuerdo al sexo de los animales, se encontró que las hembras presentaron una conversión alimenticia ligeramente más eficiente que los machos, por cuanto por cada kg de ganancia de peso, los animales requirieron de 11,58 kg y 12,15 kg de alimento, respectivamente; sin que entre estos valores existan diferencias estadísticas, ya que sus diferencias dependen de los pesos finales presentados por los animales ya que en ambos grupos las cantidades de alimento consumido fueron iguales.

Cargua, Díaz-H y Usca (2014), al utilizar tres niveles de harina de papa china (*Colacasia esculenta*) como alimento energético, reportan que la utilización de

5; 10 y 15 % de papa china en la alimentación de cuyes en la fase de crecimiento y engorde, registró una conversión alimenticia de 7,57, 8,04 y 8,50 respectivamente, que difiere significativamente ($P < 0,01$) del tratamiento control, con el cual se alcanzó una conversión de 11,77; por lo que se debe señalar que este último tratamiento no fue eficiente. Esto se debe principalmente a que este tubérculo dispone de elementos minerales y compuestos bromatológicos que permiten una buena conversión alimenticia o transformar de mejor manera el alimento en proteína animal.

Bonilla, Díaz-H y Usca (2010), en la utilización de la *Cabuya agave americana* como suplemento alimenticio para cuyes, reportan que la conversión alimenticia registra también diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados. La mejor eficiencia alimenticia se obtuvo en los cuyes de los tratamientos T10, T15 y T5 % de cabuya con 7,625; 7,741 y 8,047; entre los cuales no hay variación alguna, pero sí con los restantes tratamientos. La peor eficiencia alimenticia se registró en los cuyes de los tratamientos T5 y T0 de cabuya con 8,047 y 8,475 %, respectivamente.

Miranda, Díaz-B y Díaz-H (2013), en la evaluación del sustrato posproducción de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* en la alimentación de cuyes, dicen que la conversión alimenticia no fue diferente estadísticamente ($P > 0,05$) por efecto de los niveles de sustrato empleados en los bloques nutricionales. Los valores determinados fluctuaron entre 8,43, que corresponde al empleo del nivel 45 % y 8,74 en los animales que recibieron el bloque nutricional sin el sustrato; por lo que, en base a estas respuestas y a los parámetros anteriormente descritos, se puede señalar que el empleo del sustrato poscultivo de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* no mejora el comportamiento productivo de los cuyes, ya que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. Si se quisiera emplear este sustrato, sería únicamente cuando se disponga de este subproducto y su costo sea menor a los ingredientes tradicionales que comúnmente se utilizan en la formulación de los balanceados comerciales.

Bonilla, Usca y Díaz-H (2014), al utilizar diferentes niveles de maíz de desecho con tusa molida más melaza en la alimentación de cuyes, determinaron que las conversiones alimenticias establecidas por efecto de los niveles de maíz de desecho con tusa molida más melaza empleados fueron diferentes estadísticamente ($P < 0,01$), registrándose las respuestas más eficientes en los animales que recibieron los niveles 7 y 14 %, que requirieron de 5,44 y 5,64 kg de alimento por kg de

ganancia de peso, no así cuando se los alimentó solo con alfalfa y con el empleo del 21 % del maíz, que necesitaron de 6,90 y 6,62 kg de alimento respectivamente para el mismo objetivo (ganancia de peso).

A través del análisis de la regresión, se estableció una tendencia cuadrática altamente significativa como se demuestra: Estas respuestas establecen que no siempre los animales que presentan mejores pesos presentarán mejores conversiones alimenticias, ya que estos a su vez requieren de mayor cantidad de alimento, lo cual en producción animal no es deseable.

Guajan, Díaz-H, Usca y Trujillo (2009), al evaluar diferentes raciones alimenticias en cuyes, citan que los machos convirtieron 8,72 kg de alimento en 1 kg de ganancia de peso; mientras que, las hembras utilizaron 10,32 kg de materia seca para convertirlo en un kilogramo de ganancia de peso; valores entre los cuales existen diferencias estadísticas. Esto se debe a que la actividad hormonal de los machos influye en la conversión alimenticia, mientras que las hembras no convierten el alimento de la misma manera.

Villa, Díaz-H y Usca (2014), al utilizar niveles de afrecho de maíz en dietas, citan que la conversión alimenticia de los cuyes machos y hembras alimentados con diferentes niveles de afrecho de maíz en la fase de crecimiento y engorde registraron conversiones alimenticias de 9,32 y 9,92; siendo más eficientes las hembras, aunque no se registran diferencias significativas.

Ocaña, Díaz-H y Trujillo (2011), al utilizar NuPro (nucleótidos, proteínas e inositol), en dietas para cuyes, reportan que las medias de la conversión alimenticia no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0,05$), por efecto de los niveles de NuPro incorporados en el balanceado. Los valores determinados variaron entre 7,06, que corresponde al empleo del nivel 3 % y 7,46 en los animales que recibieron el balanceado con el 2 % de NuPro; respuestas que permiten señalar que el empleo de NuPro no mejora el comportamiento productivo de los cuyes, así como posiblemente en otras especies menores.

2.4.6. Peso a la canal

Los pesos a la canal de los cuyes alimentados con diferentes balanceados comerciales, según Acosta, Díaz-H y Trujillo (2010), presentaron diferencias signi-

ficativas ($P < 0,05$). Se alcanzaron las mejores respuestas cuando se utilizó el balanceado C, ya que las canales de estos animales presentaron un peso medio de 956,37 g, seguidos de los animales que se les suministró el balanceado B con 882,73 g; en cambio, al utilizarse el balanceado A, estos pesos se redujeron a 848,17 g; por lo que se ratifica que el empleo del balanceado C mejora el comportamiento productivo de los animales, ya que los resultados obtenidos evidencian un mayor peso final, a pesar de que registren similares consumos de alimento respecto a los otros grupos considerados,

Erazo, Díaz-H y Jiménez (2009) obtuvieron, al utilizar alfalfa y ensilaje de maralfalfa a los 30, 45 y 60 días, 663,70; 671,20; 643,00 y 667,50 g de peso a la canal; entre los cuales no se encuentran diferencias significativas, por lo que se debe señalar que el maralfalfa es una alternativa de alimentación para la producción de cuyes. Los cuyes machos fueron pesaron 709,150 g; los cuales superan estadísticamente ($P < 0,01$), a las hembras, pues estas registraron un peso de 613,35 g.

Castillo, Díaz-H y Silva (2010) señalan que el peso a la canal de los cuyes alimentados con un nivel alto de aminoácidos, registraron 1263,36 g; valor que presenta diferencias estadísticas ($P < 0,01$) de los niveles de aminoácidos medios y bajo con los cuales se alcanzaron 1 207,26 y 1 141,10 g a los 120 días respectivamente.

Ávalos, Ortiz, Usca y Almeida (2010) reportan que con el empleo de la caña de azúcar fresca y picada (20; 40; 60 y 80 %) más alfalfa, normalmente los pesos a la canal en cuyes de 90 días de edad, suelen ser de 700 a 850 g/animal; dependiendo de la calidad de la alimentación. En el presente experimento, se registraron pesos que oscilaron entre 760 y 729 gramos, respectivamente para el testigo sin caña, y con el 20 % de caña de azúcar fresca y picada, sin que las diferencias entre estos grupos de tratamientos sean significativas ($P > 0,00001$). Las diferencias entre medias dejan de ser casuales cuando los cuyes fueron alimentados con 40 a 80 % de caña picada, aunque entre estos no fueron significativas. Respecto a 0 % y al 20 % si se registró significancia; pero, en todo caso, los pesos oscilaron entre 587,32 g (A20C80) a 661,0 g (A80C20), en su orden.

Cisneros, Díaz-H y Fiallos (2009) manifiestan que, con la utilización de la cáscara de maracuyá más un promotor de crecimiento natural (Hibotek), el peso a la canal de los cuyes al finalizar la investigación y con una edad de 75 días registró diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$). El mejor peso a la canal se

obtuvo en los animales alimentados con una dieta T2 que es 764,50 g, seguido por el T1 con 737,10; posteriormente el T3 con 643,20 g; el menor peso a los cuyes obtenido fue de 636,70 g.

Aquilla, Díaz-H y Almeida (2014), al utilizar bloques nutricionales elaborados en base a T.Arroz, T.Cebada y R.Maíz, registraron únicamente diferencias numéricas. Los animales que recibieron el bloque con T.Cebada presentaron pesos a la canal de 0,595 kg, a diferencia con el T.Arroz que solo fue de 0,521 kg (casos extremos), pero, por no existir diferencias estadísticas, no se puede ratificar que el empleo del T.Cebada para la elaboración de los bloques nutricionales propicie mejores respuestas productivas.

Cargua, Díaz-H y Usca (2014), al utilizar tres niveles de harina de papa china (*Colocasia esculenta*) como alimento energético, manifiestan que la aplicación de 5; 10 y 15 % de papa china en la alimentación de cuyes en la fase de crecimiento y engorde registran pesos a la canal de 822,94; 820,84 y 797,04 g respectivamente; los cuales difieren significativamente ($P < 0,01$) del tratamiento control, con el cual se alcanzó un peso a la canal de 710,94 g; de esta manera, se puede señalar que la papa china, al disponer de almidón y macro elementos, tales como calcio y fósforo, elementos que permiten una buena eficiencia alimenticia, permiten una mayor eficiencia, los cual se refleja en el peso a la canal de los cuyes.

Bonilla, Díaz-H y Usca (2010) reportan que con la utilización de la *Cabuya agave americana* como suplemento alimenticio, el peso a la canal de los cuyes, tampoco registra diferencias significativas entre los tratamientos evaluados; sin embargo, numéricamente la mejor respuesta se pudo apreciar en los cuyes del tratamiento T5 % de cabuya con 0,600 kg y el peso a la canal más bajo lo registraron los cuyes del tratamiento T15 % de cabuya con 0,562 kg.

Bonilla, Usca y Díaz-H (2014), al utilizar diferentes niveles de maíz de desecho con tusa molida más melaza en la alimentación de cuyes, determinaron que los pesos a la canal, igual que los otros parámetros evaluados, presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) por efecto de los niveles del maíz de desecho con tuza molida más melaza empleados. Los mayores pesos a la canal se alcanzaron cuando se alimentó a los cuyes con niveles 14 y 21 % de maíz, pues presentaron pesos a la canal de 711,44 g y 730,19 g; en cambio, al utilizar solo alfalfa, las respuestas fueron menores, con pesos de 627,42 g; por lo que, mediante el análisis de regresión, se estableció una tendencia lineal altamente significativa;

que determina que, por cada unidad adicional de maíz de desecho con tuza molida más melaza en reemplazo de la alfalfa, el peso a la canal se mejora en 4,84 g, debido posiblemente a que los animales aprovecharon de mejor manera los nutrientes contenidos en el maíz, entre los cuales resalta el aporte de energía necesario para el crecimiento y desarrollo de los cuyes.

Guajan, Díaz-H, Usca y Trujillo (2009), al evaluar diferentes raciones alimenticias en cuyes, manifiestan que los machos alcanzaron un peso a la canal de 0,84 kg, mientras que las hembras solo de 0,73 kg; entre los cuales se determinaron diferencias estadísticas ($P < 0,01$). Esto se debe a la influencia hormonal de los animales machos que favorece a la generación de tejido muscular que se traduce en peso a la canal.

Villa, Díaz-H y Usca (2014), al utilizar niveles de afrecho de maíz en dietas, mencionan que el peso a la canal de los cuyes machos y hembras alimentados con diferentes niveles de afrecho de maíz registraron 717,19 y 759,04 g; valores entre los cuales no se registraron diferencias significativas, por lo que se puede mencionar que el afrecho de maíz no influye en los pesos de los animales.

Ocaña, Díaz-H y Trujillo (2011), al utilizar de NuPro (nucleótidos, proteínas e inositol), en dietas para cuyes, citan que los pesos a la canal no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0,05$) por efecto de los niveles de NuPro utilizados; aunque numéricamente se registra que, con el empleo del nivel 3 %, se alcanzaron pesos a la canal ligeramente superiores a las del grupo control; en cambio que, cuando se utilizaron niveles 1 y 2 %, los pesos de las canales fueron menores, por cuanto los valores determinados fueron de 0,593; 0,586; 0,580 y 0,619 kg, en las canales de los cuyes que recibieron el balanceado control y en los que contenían 1, 2 y 3 % de NuPro, respectivamente.

2.4.7. Rendimiento a la canal

Los rendimientos a la canal según Acosta, Díaz-H, y Trujillo (2010) no fueron diferentes estadísticamente entre las medias determinadas ($P > 0,05$) por efecto de los balanceados comerciales en estudio; aunque, numéricamente se alcanzó un mayor rendimiento (80,57 %) cuando se utilizó el balanceado B, respecto a la utilización de los balanceados A y C que fluctuaron entre 73,37 y 75,74 %, respec-

tivamente; de lo cual se infiere que los cuyes, por ser animales de hábito, deben recibir una alimentación lo más sana y balanceada posible, ya que no asimilan muy bien los cambios en las propiedades organolépticas de los alimentos: sabor, textura, olor o forma de la comida; siendo necesario suministrarles el mismo tipo de alimento durante toda la fase de crecimiento-engorde.

Erazo, Díaz-H y Jiménez (2009), al utilizar alfalfa, ensilaje de maralfalfa cosechado a los 30 días alcanzaron rendimientos a la canal de 69,57 y 69,26 %; valores que superan estadísticamente ($P < 0,01$) cuando se emplea ensilaje de maralfalfa cosechados a los 45 y 60 días, con los cuales se determinaron 65,17 y 66,78 %. Los cuyes machos alcanzaron un rendimiento a la canal de 69,187 %, los cuales superan estadísticamente a los cuyes hembras con las cuales se alcanzó 66,199 %. Esto posiblemente se debió a que los machos fueron más eficientes que las hembras.

Castillo, Díaz-H y Silva (2010), al utilizar un nivel alto de aminoácidos, registraron un 72 % de rendimiento a la canal; valor que difiere significativamente de los niveles medios y bajos, con los cuales se alcanzaron 70 y 68 % respectivamente.

Casa, Usca, Trujillo y Capelo (2008), al utilizar forraje verde hidropónico de avena (FHA), cebada (FHC), maíz (FHM) y trigo (FHT) señalan que el rendimiento a la canal, al final de la etapa de crecimiento y engorde, no presentó diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo, numéricamente, el mejor rendimiento a la canal lo alcanzaron los animales alimentados a base del tratamiento FHA, con promedios de 80,48 % y el peor promedio se determinó en los animales alimentados con el tratamiento Testigo (78,91 %). Vascones (2004), en su estudio sobre la utilización del forraje verde hidropónico de trigo en la alimentación de cuyes, determinó que el rendimiento a la canal no fue afectado por los tratamientos; obteniendo un promedio de 80,45 % de rendimiento a la canal.

Ávalos, Ortiz, Usca y Almeida (2010) reportan que la caña de azúcar fresca y picada (20, 40, 60 y 80 %) más alfalfa, permitió un equivalente porcentual de las canales logradas con la utilización de diferentes niveles de inclusión o sustitución de la alfalfa por caña de azúcar fresca y picada. Así, tanto en el testigo (sin caña), como en las unidades experimentales del tratamiento con el 20 % de caña y 80 % de alfalfa, se registraron los mejores rendimientos a la canal con 77,39 y 75,76 %, correspondientemente. Pero en la generalidad de los casos, los porcentajes de

rendimiento a la canal de todos los grupos estudiados, representan valores importantes dentro de la evaluación de cuyes destinados para el consumo; pues en todos los casos, se enmarcan en los valores referenciales reportados por todos los autores que investigaron el engorde de cuyes peruanos mejorados y que citan resultados que van del 68 al 82 % de rendimientos a la canal.

Reiteramos que, Cisneros, Díaz-H y Fiallos (2009) manifiestan que, con la utilización de cáscara de maracuyá más un promotor de crecimiento natural (Hibotek), el rendimiento a la canal de los cuyes presentó diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) entre el T3 con 71,69 %, y los tratamientos T1 y T2, en donde se obtuvieron los mejores rendimientos a la canal con 78,43 y 76,03 % respectivamente; los cuales, no difieren estadísticamente entre sí.

Aquilla, Díaz-H y Almeida (2014), al utilizar bloques nutricionales elaborados en base a T.Arroz, T.Cebada y R.Maíz, encontraron rendimientos a la canal sin diferencias estadísticas ($P > 0,05$) por efecto de los bloques nutricionales empleados; a pesar de que numéricamente, con el empleo del bloque nutricional con T.Cebada, se alcanzó un rendimiento del 70,09 %, seguidos del empleo de bloques de R.Maíz y T.Arroz, con los cuales se obtuvieron rendimientos de 69,72 y 69,37 %; que en todos los casos son superiores a los determinados con el empleo de balanceado, cuyos animales presentaron un rendimiento a la canal de 68,80 %; lo que permitió establecer que, con el uso de los bloques nutricionales, principalmente con el T.Cebada, se alcanzaron respuestas ligeramente superiores a los otros tratamientos evaluados; por lo que puede considerarse como una alternativa viable en la alimentación de los cuyes, principalmente en épocas donde hay escasez de forraje y se desea complementar su alimentación.

Cargua, Díaz-H y Usca (2014), al utilizar tres niveles de harina de papa china (*Colacasia esculenta*) como alimento energético, señalan que, con un 5 % de este alimento, registraron rendimientos a la canal de 73,57 %; el cual difiere significativamente ($P < 0,01$) del resto de tratamientos, principalmente del control con el cual se alcanzó un 71,86 %; de lo cual se infiere que, si bien es cierto que los rendimientos a la canal con los diferentes tratamientos y en referencia a otras especies es bueno, la utilización de 5 % permitió el mejor resultado; siendo favorable para los criadores de cuyes el uso de papa china como fuente de alimento, pero el nivel adecuado es de 5 %.

Bonilla, Díaz-H y Usca (2010), utilizando la *Cabuya agave americana* como suplemento alimenticio para cuyes, reportan que en el rendimiento a la canal

no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados; sin embargo, numéricamente la mejor respuesta se pudo apreciar en los cuyes del tratamiento T5 % (con 75,80 % de cabuya), y el rendimiento a la canal más bajo lo registraron los cuyes del tratamiento T15 % (con 74,08 % de cabuya).

Bonilla, Usca y Díaz-H (2014), al utilizar diferentes niveles de maíz de desecho con tusa molida más melaza, determinaron que los rendimientos a la canal presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$); registrándose respuestas que fueron de 71,93 a 68,54 %; las cuales corresponden a las canales de cuyes alimentados con el 21 % de maíz de desecho y de aquellos alimentados solo con alfalfa (casos extremos). Así, se determinó una tendencia lineal altamente significativa mediante el análisis de la regresión.

De acuerdo al sexo, los rendimientos encontrados fueron de 72,13 % en los machos y 69,38 % en las hembras, que estadísticamente son diferentes ($P < 0,01$); de igual manera, por efecto de la interacción, las repuestas presentaron diferencias altamente significativas. Los mayores y los menores rendimientos en las canales fueron los de los animales que recibieron el 21 % de maíz de desecho: en los cuyes machos su rendimiento a la canal fue de 77,60 % y en las hembras de 66,25 %. Estas respuestas guardan relación con los estudios de Sayay (2010), quien encontró rendimientos a la canal de 71,89 %; superior a los determinados por Sánchez et al (2009), quienes encontraron un rendimiento de 64,80 %, cuando los alimentaron con hojas de maíz; ratificándose que el rendimiento a la canal tiene una relación directa con los pesos finales y los pesos a la canal; de ahí que las diferencias de valores entre los estudios no fueron superiores a nuestra investigación con la utilización de maíz de desecho.

Guajan, Díaz-H, Usca y Trujillo (2009), al evaluar diferentes raciones alimenticias en cuyes, reportan que, en cuanto al rendimiento a la canal, los cuyes machos alcanzaron valores de 75,37 %, mientras que las hembras registraron un 74,56 %; entre los cuales se encuentran diferencias estadísticas. Esta diferencia se debe principalmente al sexo de los animales y a la acción hormonal; puesto que, a partir de los 21 días en hembras y 30 días en los machos, las glándulas sexuales producen hormonas que intervienen en la generación de peso, lo que se refleja en el rendimiento a la canal en los cuyes machos.

Villa, Díaz-H y Usca (2014), al utilizar niveles de afrecho de maíz en dietas, citan que, en lo relacionado al rendimiento a la canal, los cuyes machos y hembras

alimentados con diferentes niveles de afrecho de maíz reportaron entre 75,72 % y 76,10 %; valores entre los cuales no se observaron diferencias estadísticas; siendo necesario manifestar que el afrecho de maíz no influyó en el rendimiento a la canal.

Ocaña, Díaz-H y Trujillo (2011), al utilizar de NuPro, en dietas para cuyes, mencionan que los rendimientos a la canal no fueron diferentes estadísticamente ($P>0,05$) por efecto de los niveles de NuPro estudiados; registrándose respuestas que variaron entre 70,59 y 71,79 %; correspondientes a las canales de cuyes alimentados con el balanceado, que contenían 2 y 3 % de NuPro, que son los casos extremos; en cambio, de acuerdo con el sexo, los rendimientos encontrados fueron de 71,28 % en los machos y 70,77 % en las hembras (ver tabla 2.23).

Tabla 2.23. Consumo de nutrientes de cuyes de ambos sexos, alimentados con varios niveles de maíz de desecho con tusa molida más melaza, durante la etapa de crecimiento-engorde (75 días de experimentación).

PARÁMETRO	ALFALFA		MAÍZ DE DESECHO CON TUSA MOLIDA					
			7 %		14 %		21 %	
Energía metabolizable (kcal/día)	125,2	c	118,9	d	139,41	b	170,83	a
Proteína (g/día)	8,444	a	0,763	c	5,663	d	6,226	b
Grasa (g/día)	1,54	b	0,365	c	1,554	b	1,873	a
Cenizas (g/día)	5,314	a	0,623	b	1,9	c	1,562	d
Calcio (g/día)	0,805	a	0,341	b	0,195	c	0,105	d
Fósforo (g/día)	0,159	a	0,082	b	0,063	c	0,056	d

Fuente: Bonilla, Usca y Díaz-H. (2014).

2.5. VALORACIÓN BROMATOLÓGICA

2.5.1. Consumo de energía

Bonilla, Usca y Díaz-H (2014), al utilizar diferentes niveles de maíz de desecho con tusa molida más melaza en la alimentación de cuyes, señalan que, según los consumos registrados, la cantidad de energía metabolizable, presentó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), por cuanto los cuyes que recibieron el 7 % de maíz de desecho con tusa molida más melaza registraron consumos de 118,9 kcal/día; a diferencia de los que recibieron el nivel 21 %, que presentaron consumos de 170,83 kcal/día; por lo que, mediante el análisis de la regresión, se estableció una tendencia cuadrática altamente significativa. Cuando, a los animales se les suministran niveles bajos de maíz de desecho con tusa molida (7 %), el consumo de energía metabolizable es menor que en los que recibieron solo alfalfa; pero que, al incrementarse los niveles hasta el 21 %, su consumo energético se elevó considerablemente. Tal efecto, puede deberse a que la alfalfa posee una menor cantidad de energía metabolizable que el maíz: 2,2 Mcal/kg, según Troncoso (2010). La fuente: <http://mundo-pecuario.com> (2014) indica que la energía metabolizable del maíz con tusa es 2,76 Mcal/kg. También se debe sumar el aporte energético de la melaza; según COMEL (2014), los azúcares contenidos en la melaza tienen una gran importancia desde el punto de vista de aportar a los animales una fuente energética.

2.5.2. Humedad de la carne

Acosta, Díaz-H y Trujillo (2010) señalan que el contenido de humedad de la carne de cuy, presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) por efecto del tipo de balanceado que recibieron en su alimentación; presentándose el mayor contenido (11,18 %) en las canales de los cuyes alimentados con el balanceado C; a diferencia del empleo de los balanceados A y B, que registraron menores contenidos de humedad en la carne con 8,28 y 7,39 %, respectivamente. Se ratifica que los valores mencionados no tienen un punto de comparación con datos bibliográficos encontrados, que en su mayoría se refieren exclusivamente a la carne fresca.

2.5.3. Contenido proteico

Los contenidos de proteína de la carne de cuy, por efecto de la alimentación recibida, según Acosta, Díaz-H y Trujillo (2010) presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,05$); encontrándose los mayores valores (70,03 % y 72,76 %) en las canales de los animales que se alimentaron con los balanceados A y B; mientras que, cuando se les suministró el balanceado C, su aporte proteico fue de 65,83 %; respuestas que denotan que tienen una incidencia directa en los contenidos de proteína del alimento suministrado; ya que, el balanceado B contenía 18 % de proteína y registró en la carne un mayor contenido de este nutriente en la carne; el balanceado B contenía 16,78 % y el balanceado C 15,16 %, por lo que las canales de los animales presentaron contenidos proteicos en las mismas proporciones.

Bonilla, Usca y Díaz-H (2014), al utilizar diferentes niveles de maíz de desecho con tusa molida más melaza, determinaron que los consumos de proteína registrados presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$); determinándose que, al utilizar solo forraje de alfalfa, el consumo de proteína por animal fue de 8,44 g/día; cantidad que se reduce a 5,76 g/día con el empleo del 21 % de maíz de desecho con tusa molida más melaza y a 5,66 g/día con el nivel 14 %; elevándose ligeramente el consumo de proteína cuando se utilizó el 21 % y que fue de 6,22 g/día; por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia cuadrática altamente significativa; respuestas que pueden estar supeditadas a que la alfalfa tiene un mayor contenido de proteína que el maíz.

El aporte proteico de la alfalfa es de 17 a 21% en base seca. La fuente <http://mundo-pecuario.com> (2014) puntualiza que en el maíz es de 8,00 %; por lo que se puede señalar que, al sustituirse la alfalfa por el maíz de desecho con tusa molida más melaza, se reduce el aporte de proteína de la dieta, pero se eleva considerablemente su nivel energético.

2.4.4. Contenido en grasa

El contenido graso de las carnes de cuy, según Acosta, Díaz-H y Trujillo (2010), no presentó diferencias estadísticas entre las medias determinadas ($P > 0,5$) por efecto de los balanceados comerciales empleados, aunque numéricamente se

establece que, cuando los cuyes recibieron los balanceados A y C, presentaron contenidos de grasa más altos (7,41 y 7,53 %) que cuando se les suministró el balanceado B; ya que estos animales presentaron canales con 6,87 % de grasa.

Bonilla, Usca y Díaz-H (2014), al utilizar diferentes niveles de maíz de desecho con tusa molida más melaza, señalan que las cantidades de grasa consumidas presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$); por cuanto se estableció que, a mayor cantidad de maíz de desecho con tusa molida más melaza, se obtiene una mayor cantidad de grasa consumida; cuando se utilizó un 21 %, los animales mostraron un consumo de 1,87 g/día; mientras que al emplearse un 7 %, el consumo diario de grasa fue de 1,37 g; valor que es inferior al registrado en los animales que recibieron únicamente alfalfa, en los cuales se estableció un consumo de 1,54 g/día; por lo que mediante el análisis de la regresión se estableció una tendencia lineal altamente significativa, que muestra el comportamiento indicado; esto se debe a que el maíz posee un alto valor energético.

2.5.5. Contenido en cenizas

Los contenidos de cenizas de la carne de cuy, citado por Acosta, Díaz-H y Trujillo (2010), no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0,05$), aunque numéricamente se registraron pequeñas variaciones. Las canales de los animales que recibieron el balanceado A presentaron 4,22 % de cenizas; pero, cuando se utilizaron los balanceados B y C se registró en las canales un menor contenido (3,99 y 3,73 %, en su orden); manteniéndose este comportamiento con relación al contenido de calcio y potasio, que presentaron cantidades de 0,30; 0,19 y 0,18 % de calcio en las carnes de los cuyes alimentados con los balanceados A, B y C ; y de 0,91; 0,85 y 0,81 % de potasio, en el mismo orden.

Bonilla, Usca y Díaz-H (2014), al utilizar diferentes niveles de maíz de desecho con tusa molida más melaza, determinaron que los consumo de cenizas de los cuyes que recibieron las diferentes dietas experimentales, registraron diferencias altamente significativas entre las medias determinadas; registrándose la mayor cantidad consumida (5,34 g/día), en los animales que recibieron el 100 % de alfalfa; y, a medida que se incrementó el nivel de sustitución con el maíz de desecho (con tusa molida más melaza), las cantidades se redujeron hasta 1,56 g/día (cuando se empleó el nivel 21 %); por lo que el análisis de la regresión estableció una

tendencia cuadrática altamente significativa; que demuestra que el consumo de cenizas se reduce a medida que se incrementa el maíz de desecho con tusa molida más melaza, pero no de una manera proporcional; en cambio que, las cantidades consumidas fueron similares tanto en machos como en hembras, con un promedio de 2,85 g/día.

2.5.6. Consumo de calcio

Bonilla, Usca y Díaz-H (2014), al utilizar diferentes niveles de maíz de desecho con tusa molida más melaza, determinaron que las cantidades consumidas de calcio por los cuyes presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$) estableciéndose que, a medida que se incrementan los niveles de maíz de desecho con tusa molida en reemplazo de la alfalfa, la cantidad consumida es menor; por cuanto, los animales que recibieron solo alfalfa, llegaron a consumir 0,805 g/día; que se redujo a 0,341 g/día cuando se empleó el 7 % del maíz, evaluado a 0,195 g/día (con el nivel 14 %), y de 0,105 g/día cuando se utilizó el 21 %; por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia cuadrática altamente significativa, que determina que, a medida que se incrementa el maíz de desecho con tusa molida, los cuyes consumen menor cantidad de calcio pero no de una manera proporcional; lo que puede deberse a que la alfalfa contiene una mayor cantidad de calcio que el maíz de desecho; según el reporte del Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección, Lab-Cestta, Epoch (2013), la alfalfa contiene 1,62 % de calcio, mientras que en el maíz de desecho con tusa molida es de 0,05 %.

2.5.7. Consumo de fósforo

Bonilla, Usca y Díaz-H (2014), al utilizar diferentes niveles de maíz de desecho con tusa molida más melaza, determinaron que el consumo de fósforo presentó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$); por cuanto se estableció que los animales que recibieron la dieta a base de alfalfa consumieron 0,159 g/diarios de fósforo, a diferencia de los que recibieron el 21 % de maíz de desecho con tusa molida, que consumieron 0,056 g/día; representando estas respuestas los dos casos extremos; ya que, mediante el análisis de la regresión, se estableció

una tendencia cuadrática altamente significativa; que establece que el consumo de fósforo se reduce en forma no equitativa conforme se incrementa la cantidad de maíz de desecho con tusa molida, y que se sustenta en que la alfalfa contiene una mayor cantidad de fósforo que el maíz de desecho con tusa molida.

Los análisis bromatológicos establecieron contenidos de 0,32 % y 0,08 %, en su orden.

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIONES: MADRIGUERAS TIPO PIRÁMIDE EN LA CRIANZA DEL *CAVIA PORCELLUS* (CUYES). COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO

3.1. CONSTRUCCIONES PARA LA CRIANZA DEL CUY. CONSTRUCCIONES PIRAMIDALES

3.1.1. Generalidades acerca de las construcciones para la crianza del cuy

Carrión (2012) manifiesta que la ancestral crianza de cuy se ha llevado a cabo mediante el método doméstico en la cocina, en el ámbito rural andino, con sus peculiaridades y resultados no competitivos. En contraposición, solo en la región costa, se aplican los métodos técnicos (crianza en posas) que consideran las exigencias ingénitas del cuy para desarrollar crianzas intensivas.

La crianza intensiva de cuy es muy exigente en cada componente tecnológico para alcanzar altos índices técnicos y económicos. Valqui y Valqui (2011) señalan que:

En la cría y explotación de los cuyes, quizás una de las limitaciones que se presentan es la infraestructura de producción, así por ejemplo se cría en pozas, jaulas, a razón de 10 cuyes (9 hembras y 1 machos por metro cuadrado), los pesos de los cuyes al inicio del trabajo fueron de 0,279 a 0,292 kg, con un promedio de 0,287 kg, con un coeficiente de variación de 10,21 %, por lo que se consideran que son homogéneos y justifica que los análisis estadísticos se realizaron en base a un diseño completamente al azar, con desigual número de repeticiones.

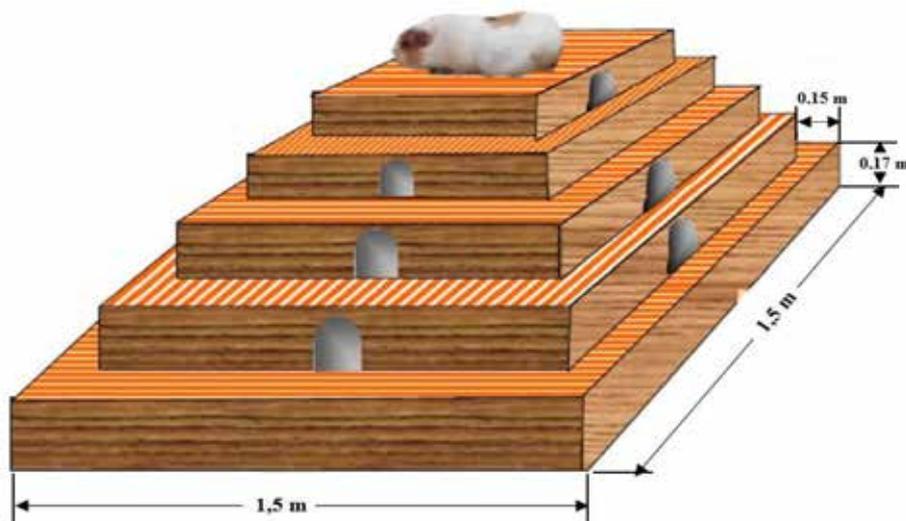
En aquellos casos donde el propósito sea criar grandes poblaciones de cuy se debe recurrir a la construcción de galpones con grandes dimensiones. Una solu-

ción bastante recurrente es la construcción de madrigueras en forma piramidal; con la que se gana espacio de una manera muy fácil. De esta forma, en un espacio, p. ej., de 4 m², se pueden criar de 80 a 100 cuyes adultos. Entre las ventajas más notable con este tipo de construcción tenemos: nula presencia de parásitos, ácaros y enfermedades; además, se aprovechan en un 98 % los alimentos suministrados (prácticamente no hay desperdicios); las labores de limpieza se hacen más fáciles.

3.1.2. Construcciones piramidales de las madrigueras

Carrión (2012) señala que es un medio de crianza construido con materiales de la zona, edificadas con armazones cuadradas, de diferentes medidas, con cobertura de carrizo (u otro material similar), y mallas metálicas sobrepuestas. Los cuyes acceden por las aberturas en los lados del armazón. Ver figura 3.1: vista tridimensional de una madriguera piramidal, con las aberturas de acceso en la parte frontal y uno de sus laterales.

Figura 3.1. Madriguera de madera estilo pirámide.



Fuente: Sinaluisa (2013, p.27); Guamán (2015, p.6).

Este tipo de construcción resulta muy acogedora para el animal, ya que le facilita esconderse muy fácilmente y así se reducen de los niveles de estrés.

3.1.3. Dimensiones de una madriguera piramidal

La tabla 3.1, muestra las dimensiones, área y la cantidad de animales por piso de una madriguera piramidal tipo de 4 m².

Figura 3.1. Madriguera de madera estilo pirámide.

NIVEL O PISO	DIMENSIONES DE LOS PISOS (m)	ÁREA DE LOS PISOS (m ²)	ANIMALES/PISO
1	2 x 2	4,00	
2	1,5 x 1,5	2,25	50
3	1,2 x 1,2	1,44	28
4	0,9 x 0,9	0,81	17
5	0,6 x 0,6	0,36	10
6	0,3 x 0,3	0,09	5
Total		8,95	110

Fuente: Carrión (2012).

La tabla 3.2 informa acerca de la categoría, la edad y cantidad de animales por madriguera.

Tabla 3.2. Categoría, edad y cantidad de animales por madriguera.

Nº	CATEGORÍA	EDAD/SEMANAS	CANTIDAD DE ANIMALES/MADRIGUERA
1	Reproductores adultos/con crías		70 a 80
2	Reproductores adultos/gestantes		70 a 80
3	Reproductores jóvenes/selectas		80 a 100
4	Destetados	3 a 8	180
5	Crecimiento I	6 a 8	150
6	Crecimiento II	9 a 10	120
7	Engorde	11	110
8	Acabado y/o saca	12	100
9	Seleccionados	10 a 12	80
10	Cuarentena		50

Fuente: Carrión (2012).

3.1.4. Ventajas de la madriguera modelo pirámide

Carrión (2012) expone que, entre las principales ventajas que presentan las madrigueras del tipo piramidal, se encuentran:

a) De la instalación:

- ✓ Fácil construcción.
- ✓ Posibilidad de construcción con materiales de la zona, lo que posibilita la reducción de los costos.
- ✓ Creación de un adecuado microclima dentro de la madriguera.
- ✓ Menor concentración de amoniaco por efecto de los purines y deyecciones.
- ✓ Fácil mantenimiento y reparación.

b) Área de crianza:

- ✓ Optimización del área de crianza.

✓ Proporcionan una mayor comodidad para los animales en crianza.

c) En las actividades de crianza:

✓ Posibilitan la autorregulación de la temperatura corporal con el ambiental.

✓ Fácilmente se refugian, obedeciendo a su naturaleza.

✓ Evitan el hacinamiento y los traumatismos.

✓ Facilitan la limpieza sin manipular animales en la madriguera.

✓ Mayor tiempo de intervalo en la limpieza, y reducción de estrés por aseo;

✓ Reducen el contacto de las heces con los alimentos.

d) De importancia económica:

✓ Reducción de los costos de producción;

✓ Reducción de la muerte por estrés;

✓ Mayor conversión alimenticia;

✓ Menor desperdicio de alimento;

✓ Reducción de la carga microbiana y la incidencia de enfermedades.

Figura 3.2. (a) Vista de una Madriguera piramidal
(b) Alimentación de cuyes en madriguera tipo piramidal para cría y engorde.
(c) Recubrimiento de la madriguera.



Fuente: Sinaluisa (2013, p.27); Guamán (2015, p.6).

El resultado es realmente significativo porque reduce el índice de mortalidad y la conversión alimenticia es superior a lo habitual.

3.1.5. Desventaja de la madriguera piramidal

Carrión (2012), citando las principales desventajas de este tipo de madrigueras, expresa lo siguiente:

- ✓ El considerable peso de la madriguera;
- ✓ La necesidad de la participación de más de una persona para llevar a cabo las labores de limpieza, por la causa anterior.

Observaciones:

Sinaluisa, Díaz y Trujillo (2013) estudiaron, en el sector La Inmaculada, del cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, el comportamiento productivo de cuyes mejorados durante etapas de crecimiento y engorde, en un sistema de crianza de madrigueras piramidales con diferente densidad (50, 60 y 70 cuyes). Se usaron 180 cuyes destetados a los 15 días de edad (línea peruano mejorado), distribuidos en tres tratamientos, cada uno con diferentes repeticiones, siendo las repeticiones el número de animales por madriguera, las cuales se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar.

3.2. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO

3.2.1. Pesos. Comportamiento productivo de cuyes criados en madrigueras piramidales

Sinaluisa, Díaz-H y Trujillo (2013) señalan que los pesos de los cuyes al inicio del trabajo de investigación fueron de 0,279 a 0,292 kg, con un promedio de 0,287 kg y coeficiente de variación de 10,21 %. Estos autores consideran que son

homogéneos y justifican los análisis estadísticos realizados (en base a un diseño completamente al azar), con desigual número de repeticiones, por la densidad de la jaula piramidal. Igualmente, durante los 45 días de evaluación, los pesos manifestaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) (por efecto de la densidad de jaula piramidal); presentándose los mayores pesos en los cuyes que se criaron con densidades entre 60 y 70 animales por madriguera; los pesos alcanzados fueron de 0,666 y 0,678 kg, respectivamente; en cambio, cuando la densidad fue de solo 50 animales, el peso fue de 0,640 kg; mediante el análisis de la regresión se pudo establecer una tendencia lineal altamente significativa, donde se observa una tendencia de mejoramiento del peso de los cuyes, al incrementarse el número de animales en este tipo de madriguera.

Sinaluisa, Díaz-H y Trujillo (2013) manifiestan que, a los 90 días de evaluación, los pesos no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0,05$) por efecto de la densidad de animales por madriguera; a pesar de que numéricamente se mantiene que a mayor número de animales, estos presentan mejores pesos. Los resultados fueron respectivamente: 0,998; 1,021 y 1,028 kg en los cuyes criados con densidades de 50, 60 y 70 animales por madriguera; lo que demuestra una ventaja aparente: a mayor número por madriguera, mayor peso de los animales. Estas respuestas son superiores a las obtenidas en otras investigaciones, que evaluaron diferentes alternativas alimenticias en cuyes criados en pozas.

Barrera, Díaz-H y Usca (2010) señalan que el peso corporal de los cuyes negros, criados en madrigueras piramidales con diferentes densidades durante la etapa de crecimiento, a los 15 días de edad presentan promedios de 193,40 g y 193,90 g, en los grupos que fueron manejados en pozas y jaulas respectivamente durante las etapas de crecimiento-engorde. El peso de los cuyes negros al final de las etapas crecimiento-engorde (los 90 días de edad) presentaron diferencias estadísticas ($P < 0,01$) en los tratamientos evaluados. El mayor promedio para esta variable se obtuvo en los animales manejados en jaulas con un peso final de 583,65 g y, en segunda instancia, los animales manejados en pozas con un peso final promedio de 572,20 g.

En las tablas 3.3 y 3.4, se muestra el comportamiento productivo de cuyes criados en madrigueras piramidales con diferentes densidades durante distintas etapas de crecimiento.

Figura 3.3. Sistema de crianza de cuyes en madrigueras tipo piramidal.



Fuente: Cuyeros piramidales de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Espoch.

Tabla 3.3. Comportamiento productivo de cuyes criados en madrigueras piramidales con diferentes densidades durante la etapa de crecimiento (45 días de evaluación).

PARÁMETROS	DENSIDAD POR MADRIGUERA PIRAMIDAL: N° DE CUYES					
	50		60		70	
Peso inicial (1) (kg).	0,279		0,291		0,292	
Peso a los 45 días (kg).	0,640	b	0,666	a	0,678	a
Ganancia de peso (g).	0,363	c	0,373	b	0,383	a
Consumo de forraje (kg MS).	1,861	c	1,993	b	2,139	a
Consumo de balanceado (kg MS).	0,783		0,783		0,783	
Consumo total de alimento (kg MS).	2,644	c	2,776	b	2,922	a
Conversión alimenticia.	7,296	c	7,441	b	7,635	a
Ganancia de peso, dólares (Costo/kg).	1,977	b	1,998	b	2,030	a

Fuente: Sinaluisa, Díaz- H y Trujillo (2013).

Tabla 3.4. Comportamiento productivo de cuyes criados en madrigueras piramidales, con diferentes densidades durante la etapa de engorde (45 a 90 días de evaluación).

PARÁMETROS	DENSIDAD POR MADRIGUERA PIRAMIDAL: N° DE CUYES					
	50		60		70	
Peso a los 45 días (kg)	0,640	b	0,666	a	0,678	a
Peso a los 90 días (kg)	0,998	a	1,021	a	1,028	a
Ganancia de peso (1) (g)	0,353	a	0,353	a	0,349	a
Consumo de forraje (kg MS)	2,146	c	2,197	b	2,257	a
Consumo de balanceado (kg MS)	0,783		0,783		0,783	
Consumo total de alimento (kg MS)	2,929	c	2,980	b	3,040	a
Conversión alimenticia	8,438	a	8,656	a	8,809	a
Costo/kg ganancia de peso (1) (\$)	2,287	a	2,379	a	2,350	a

Fuente: Sinaluisa, Díaz- H y Trujillo (2013).

En la tabla 3.5, se presenta la evaluación de las características de cuyes negros manejados en jaulas y pozas en las etapas de crecimiento engorde.

Tabla 3.5. Evaluación de las características de cuyes negros manejados en jaulas y pozas en las etapas de crecimiento engorde.

VARIABLES	TRATAMIENTOS			
	Pozas		Jaulas	
Peso inicial (g)	193,40		193,90	
Peso final (g)	572,20	b	583,65	a
Ganancia de peso (g)	378,80	b	389,95	a
Consumo de forraje (g)	3,351,00	a	3258,00	b
Consumo de concentrado (g)	1007,60	a	1007,60	a
Consumo total de MS (g)	4358,60	a	4265,60	b
Conversión alimenticia	11,73	a	11,15	b
Rendimiento a la canal (%)	63,92	a	64,27	a
Edad a la madurez sexual (días)	135,00		135,00	
Mortalidad (%)	5,00		0,00	

Fuente: Barrera (2010, p. 34).

3.2.2. Ganancia de peso

En las investigaciones llevadas a cabo por Sinaluisa, Díaz-H y Trujillo (2013) señalan que las ganancias de peso presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,05$), entre las medias establecidas; presentándose los mejores incrementos de peso con 0,383 kg, cuando utilizaron una densidad por madriguera de 70 animales. Consecutivamente, el incremento de peso, con densidades 60 y 70 cuyes por madriguera fue de 0,373 y 0,363 kg, en su orden. A través del análisis de varianza, se estableció una tendencia lineal altamente significativa; que determina que, a medida que se incrementa el número de animales por madriguera la ganancia de peso de los cuyes tiende a mejorar.

Estos autores, determinaron que las ganancias de peso no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0,05$); por cuanto los incrementos de peso determinados variaron entre 0,349 y 0,353 kg (alcanzados por los cuyes que se criaron en las madrigueras con densidades de 70 y 50 animales); valores que guardan relación con el estudio realizado por Sayay (2010); el cual registró incrementos de peso entre 319,13 y 380,33 g (cuando los alimentó con alfalfa y el maíz forrajero). Estas respuestas no pueden ser comparadas con otras investigaciones, ya que en la mayoría de los estudios realizados, los investigadores consideraron una sola etapa: la fase de crecimiento-engorde. Pero, sobre la base del factor de estudio, en esta etapa no se encuentra un efecto favorable por la densidad de animales criados en las madrigueras piramidales.

3.2.3. Consumo de alimento

Sinaluisa, Díaz-H y Trujillo (2013) reportan que las cantidades consumidas del forraje de alfalfa (kg MS), durante la etapa de crecimiento, presentaron diferencias altamente significativas; ya que, a mayor densidad de animales en la madriguera, mayor fue el consumo por animal. Cuando se utilizaron 70 cuyes por madriguera, estos presentaron un consumo de 2,139 kg de MS/animal; que se redujo a 1,993 kg de MS/animal cuando la densidad fue de 60 animales y de 1,861 kg de MS cuando la densidad fue de 50 cuyes.

Mediante el análisis de regresión, se estableció una tendencia lineal altamente significativa; que determina que: a mayor cantidad de animales por madriguera,

mayor es el consumo de forraje por animal. Esto puede atribuirse posiblemente a que, al existir competencia por el alimento, los animales tienden a consumir el forraje en mayor cantidad. Respecto al consumo de balanceado, las cantidades consumidas fueron similares, ya que este alimento se utilizó como suplemento alimenticio y todos recibieron la misma cantidad; por lo que se registraron consumos de 0,783 kg de MS/animal, en los diferentes grupos considerados.

Según estos autores, las medias del consumo total de alimento registraron diferencias altamente significativas ($P > 0,05$). Los mayores consumos se obtuvieron al haber una mayor presencia de animales; de ahí que, cuando se destinaron 70 cuyes por madriguera, el consumo de alimento fue de 2,922 kg de MS; mientras que, con 60 animales fue de 2,776 kg de MS, y con 50 cuyes su consumo fue de 2,644 kg de MS; estableciéndose, a través del análisis de la regresión, una tendencia lineal altamente significativa, que establece que: a medida que se incrementa la densidad de animales por madriguera, el consumo total en kg de materia seca se incrementa; además puede indicarse que los consumos de alimento tienen una relación directa con los pesos alcanzados de los animales, por cuanto: para un mayor incremento de peso, los cuyes requieren consumir mayores cantidades de alimento; lo que les permite cubrir sus requerimientos nutritivos.

Cuando se ubicaron 70 cuyes por madriguera, consumieron una mayor cantidad de alimento, pero a su vez son los que presentaron los mayores incrementos de peso. Al mismo tiempo, las cantidades consumidas de forraje presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$). Estas estuvieron en función del número de animales por madriguera, ya que los consumos determinados fueron de: 2,146; 2,197 y 2,257 kg de forraje MS (cuando el número de animales por madriguera fue de 50, 60 y 70 respectivamente); por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia lineal altamente significativa, que establece que: a medida que se incrementa el número de animales por madriguera, el consumo de alimento por animal se incrementa. Respecto al consumo de balanceado, las cantidades determinadas no variaron por el efecto densidad/animales, ya que este se suministró en cantidades controladas (de acuerdo al número de animales). En todos los casos, el consumo fue de 0,783 kg de MS/animal.

Con relación al consumo total de alimento (kg MS), se encontró que las medias presentaron diferencias estadísticas altas ($P < 0,01$), debido a la densidad de animales por madriguera. Los consumos más altos se obtuvieron cuando fue mayor el número de animales por madriguera (70 cuyes); por el contrario, a menor

cantidad de animales, menor fue el consumo de alimento. Los registros fueron de: 3,040 kg de MS/animal (con 70 animales/madriguera) y de 2,929 kg de MS por animal con una densidad de 50 cuyes. El análisis de la regresión presentó una tendencia lineal altamente significativa; la cual determina que: a medida que se eleva el número de animales por madriguera, el consumo de alimento se incrementa; debiéndose además estas respuestas a los pesos finales, ya que se reitera que animales con mayor desarrollo corporal, requirieron mayor cantidad de alimento para cubrir sus necesidades.

Barrera, Díaz-H y Usca (2010) señalan que el peso corporal de los cuyes negros criados en madrigueras piramidales con diferentes densidades, y el consumo de forraje, al finalizar las etapas de crecimiento-engorde, no presentó diferencias estadísticas ($P>0,05$) en ambos sexos; obteniéndose promedios de consumo de 3 308,60 y 3 300,40 g de forraje MS respectivamente. El consumo de concentrado en los cuyes negros machos y hembras, al finalizar las etapas de crecimiento-engorde, no presentó diferencias estadísticas ($P>0,05$) en los dos sexos; registrando un consumo promedio de 1007,60 g de concentrado. El consumo total de materia seca en los cuyes negros, al finalizar las etapas de crecimiento-engorde presentó diferencias estadísticas ($P<0,01$), como consecuencia del consumo de forraje de los dos tratamientos evaluados. El mayor consumo de materia seca, en los animales que fueron manejados en pozas, fue en promedio de 4358,60 g; mientras que el menor promedio para esta variable fue registrado en los animales manejados en jaulas con consumos promedio de 4 265,60 g.

3.2.4. Conversión alimenticia

Sinaluisa, Díaz-H y Trujillo (2013) señalan que las conversiones alimenticias de los cuyes presentaron diferencias altamente significativas ($P<0,01$), por efecto de la densidad de animales por madriguera; determinaron que con el mayor número de animales (70 cuyes), la conversión alimenticia fue de 7,635, y que con 50 cuyes la conversión alimenticia fue de 7,296 (casos extremos). Puntualizan que las diferencias pueden deberse a lo manifestado anteriormente: los animales que consumieron mayor cantidad de alimento presentaron mayores pesos; elevando numéricamente la cantidad de alimento por cada kg de peso. Así mismo, argumentan que las conversiones alimenticias establecidas no manifiestan diferentes

estadísticamente ($P > 0,05$); sin embargo, numéricamente se determinó que, a medida que se incrementa el número de cuyes por madriguera, la conversión alimenticia fue menos eficiente. Los valores determinados fueron de: 8,438; 8,656 y 8,809 (con 50, 60 y 70 cuyes por madriguera), diferencias pequeñas, por lo que se consideran estadísticamente similares; pero que demuestran que los cuyes aprovechan más eficientemente el alimento cuando se les cría en las madrigueras.

En los estudios llevados a cabo por Barrera, Díaz-H y Usca (2010) señalan que el peso corporal de los cuyes negros criados en madrigueras piramidales, con diferentes densidades, presentan, durante las etapas de crecimiento-engorde, diferencias estadísticas ($P < 0,01$). El promedio más eficiente de conversión alimenticia se logró en los animales sometidos al manejo en jaulas; obteniéndose un valor de 11,15. En contraposición, los animales que fueron criados en pozas alcanzaron un valor de 11,73.

Figura 3.4. Cuyes negros, criados en pozas



Fuente: Poza en uno de los galpones de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Espoch.

CAPÍTULO IV DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LOS CUYES. TIPOS. CRIANZA. REPRODUCCIÓN. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO

4.1. GENERALIDADES ACERCA DE LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LOS CUYES

La fuente <http://www.perucuy.com> (2010) reporta que el cuy está distribuido en países de Suramérica; tales como: Perú, Venezuela, Bolivia, Ecuador, Noroeste de Argentina y Norte de Chile, Uruguay, Paraguay y el sur de Brasil. Se reportan además animales en el Caribe y las Antillas. En el caso del cuy silvestre, su distribución es un poco más amplia.

Existen tres especies del género *Cavia*, las cuales se encuentran distribuidas, principalmente en:

El *Cavia tschudii* se ubica en los valles interandinos de Perú y Bolivia; el *Cavia aperea* está en Brasil, Uruguay y Argentina; y, los *Cavia porcellus* o *Cavia cobaya* en Venezuela, Colombia, Perú, Bolivia, Ecuador y La Guyana.

4.2. TIPOS DE CUYES

En los países andinos, se encuentran dos genotipos de cuyes: el criollo y el mejorado.

4.2.1. Cuy criollo

Este tipo de cuy, conocido también como nativo, es un animal pequeño y muy rústico debido al proceso de aclimatación al medio. Se desarrolla bien en condiciones adversas de clima y alimentación; es poco exigente en cuanto a la calidad de su dieta; su rendimiento productivo es bajo y poco precoz. Si se lleva a cabo una crianza tecnificada, puede llegar a mejorar su productividad; igualmente si se cruza con cuyes mejorados. Normalmente es criado bajo un régimen familiar (Lucas, 2007).

Figura 4.1. Cuyes criollos.



4.2.2. Cuy mejorado

Figueroa (2008) indica que el cuy mejorado es aquel que se le somete a un proceso de mejoramiento genético. Este, se caracteriza por su precocidad debido al proceso de selección. En países andinos, se le conoce como cuy peruano. Entre estos, se encuentran las líneas Perú, Andina e Inti.

A continuación se detallarán brevemente algunas de las características principales de estos tres tipos:

Línea Perú: se caracteriza mayormente por su precocidad; a las nueve semanas alcanza su peso de comercialización. Si los animales son alimentados en condiciones óptimas, puede alcanzar un índice de conversión alimentaria de 3,81; su

Figura 4.2. Cuy mejorado.



prolificidad promedio es de 2,8 crías por parto. Presenta un pelaje tipo 1, de color alazán (rojo) puro o combinado con blanco.

Línea Andina: seleccionada por su prolificidad (3,9 crías por parto). Se obtiene un mayor número de crías por unidad de tiempo, debido a su mayor frecuencia de presentación de celo post parto (84 %) en comparación con otras líneas. Son mayormente de color blanco.

Figura 4.3. Cuyes seleccionados como reproductores.



Línea Inti: este tipo es seleccionado por su precocidad (corregida por el número de crías nacidas). Es la que mejor se adapta a nivel de productores, lográndose los más altos índices de sobrevivencia. Puede llegar a alcanzar, a las diez semanas de edad como promedio, un peso de 800 g; su prolificidad es de 3,2 crías por parto. En él predomina el pelaje de color bayo (amarillo) entero o combinado con el blanco.

Las líneas Perú e Inti, evaluadas en ecosistemas del Ecuador, Colombia y Bolivia, han registrado adaptabilidad y capacidad mejorada de la progenie al cruzarse con hembras nativas. La tabla 4.1 presenta los rendimientos productivos de cuyes criollos, mejorados y mestizos, según diversos autores en el Ecuador, Colombia y Bolivia; considerando al cuy peruano como el mejorador.

Tabla 4.1. Pesos de cuyes criollos mejorados y mestizos evaluados en tres países andinos.

ORIGEN	TAMAÑO DE LA CAMADA	PESO (g)		
		Nacimiento	Destete	Tres meses
ECUADOR				
Criollo	1,44	127,31	257,69	637,69
Peruano puro	2,22	145,75	298,88	853,89
Mestizo	1,90	137,63	288,42	847,78
BOLIVIA				
Criollo	2,24	86,30	194,90	
Mestizo	2,37			
Criollo		84,45	215,23	544,72
Criollo x peruano		114,86	304,38	807,53
Peruano x criollo		127,55	358,80	803,86
COLOMBIA				
Criollo		80,0	200,0	330,0
Peruano puro		200,0	400,0	850,0
Mestizo		160,0	370,0	600,0

Fuente: Figueroa (2008).

4.2.3. Beneficios

Según Hervas (2011), los beneficios que se obtienen de la explotación o crianza de los cuyes son las siguientes:

- ✓ Ciclo biológico corto: están listos para el consumo a los tres meses.
- ✓ Precocidad en el alcance de madurez sexual: al mes y medio en las hembras y dos meses en los machos.
- ✓ Rusticidad y fácil manejo: se adapta a todas las condiciones desde crianzas familiares hasta tecnificadas en costa, sierra y selva alta.
- ✓ Alimentación variada en forrajes (alfalfa, maíz, cebada, etc.), rastrojos de cosecha (maíz, cebada, avena, etc.), desperdicios de cocina, subproductos de industria (afrecho de trigo, harina de soja, torta de algodón, etc.).
- ✓ El guano de cuy presenta grandes cualidades como abono orgánico.

4.3. DESARROLLO DE LA CRIANZA EN EL ECUADOR

4.3.1. Generalidades sobre los sistemas de crianza

Según la fuente <http://www.fao.org> (2009), la explotación del cuy en el Ecuador es una actividad nueva desde el punto de vista de su desarrollo tecnológico, aunque la crianza tradicional y en cautiverio son muy antiguos.

A partir de la década del ochenta se ha desarrollado la crianza tecnificada de esta especie en toda la serranía ecuatoriana. Por su gran adaptabilidad a los diferentes climas, se puede desarrollar perfectamente en la costa como en el oriente; convirtiéndose en una alternativa rentable como complemento de la granja campesina.

En Ecuador, se crían los cobayos como animales de abasto con fines de alimentación humana. A lo largo de la sierra ecuatoriana, el campesino cría esta

especie, y en los últimos años se han instalado grandes y medianos criaderos, en los que en su mayoría han asumido un sistema de crianza y manejo tecnificado, ya que las perspectivas de exportación de esta carne hacia Colombia se han incrementado.

Figura 4.4. Modo de preparación del cuy en una de las casas del sector rural.



4.3.2. Crianza familiar

La crianza familiar es la predominante. Todos los animales se crían juntos sin distinción de edad, clase y sexo; por lo general, se crían dentro de la cocina, donde se reproducen sin ningún control. El destino de la producción es básicamente para el autoconsumo. Las familias campesinas mantienen no más de 50 cuyes alimentados con los de desperdicios propios de la cocina, malezas y subproductos agrícolas. Su baja productividad o rendimiento individual se debe a esta forma de crianza. No se realiza ninguna actividad de manejo para mejorar su utilidad (Chauca y Zaldívar, 2000).

Figura 4.5. Pozas de manejo para cuyes.



Fuente: Pozas en los galpones de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Espoch.

4.3.3. Crianza tecnificada

Para criar cuyes técnicamente, y así multiplicar los beneficios, es necesario ordenar la crianza separando a los animales por clases, es decir, los adultos (reproductores) y las crías. Esta separación se hace en pozas o corralitos especiales. Las pozas o corralitos deben tener buena luz y ventilación para poder controlar la temperatura interna. Los cuyes son más resistentes al frío que al calor. Ambientes calurosos, con temperaturas superiores a 32 °C, los debilita, pudiendo sobrevenir la muerte (sobre todo en hembras con preñez avanzada). En la construcción de

Figura 4.6. Pozas de malla como alternativa de manejo para cuyes.



sus pozas o corralitos se utilizan los materiales disponibles en la zona, lo que abarata su inversión. Estos pueden ser, por ejemplo: ladrillo, adobe, piedras, carrizo o madera. El poseer buenas instalaciones es requisito para poder llevar a cabo la crianza tecnificada. Por eso conviene conocer las fases más importantes que se tiene en la crianza de cuyes (Chauca y Zaldívar, 2000).

4.3.4. Aspectos reproductivos

Los principales aspectos reproductivos de los cuyes se pueden resumir en los siguientes:

El ciclo sexual del cuy hembra se presenta cada 15 a 17 días, con un celo que dura ocho horas (el celo es el momento en que la hembra se deja montar por el macho), si no se produce la monta, se tiene que esperar otros 15 a 17 días; aunque la hembra puede presentar un celo posparto a las 2 a 3 horas después del alumbramiento; puede volver a embarazarse si el macho se encuentra presente.

En las hembras, la pubertad se presenta entre las seis y ocho semanas de edad; los machos la alcanzan una o dos semanas después. Esto depende de la línea y de la alimentación proporcionada (Guamán, 2015, p. 19).

La gestación dura de 63 a 67 días, dependiendo del clima y tamaño de la camada; si bien la gestación es demasiado larga para ser un roedor, las crías nacen totalmente formadas.

El tamaño de la camada en promedio es de 2 a 3 crías (es conveniente ya que la madre solo tiene dos mamas), aunque el rango se encuentra entre 1 a 4.

4.4. Manejo de la reproducción

El éxito de cualquier explotación pecuaria se basa en el buen manejo dado en las diferentes etapas reproductivas y productivas. En cualquiera de los sistemas de crianza de cuyes, el empadre, destete, cría y recría son las fases más importantes en donde deben aplicarse las alternativas tecnológicas adecuadas tomando en cuenta los conocimientos fisiológicos y el medio ambiente.

4.4.1. Empadre

El empadre consiste en juntar al mejor cuy macho con las hembras que estén listas para iniciar su reproducción. Las cuyes hembras pueden empadrarse cuando hayan alcanzado 550 g de peso o tener tres meses de edad. El cuy macho reproductor debe ser mayor, pudiendo iniciar el empadre con cuatro meses de edad (cuando no solo poseen el tamaño adecuado, sino que han alcanzado la madurez sexual). El celo se presenta cada 16 días (Chauca y Zaldívar, 2000).

El peso de la madre al iniciar el empadre influye en los pesos al parto y al destete, en el tamaño de la camada y peso de las crías al nacimiento. Las hembras pueden iniciar su apareamiento cuando alcanza un peso de 542 g. El primer empadre debe iniciarse cuando el macho tiene un peso que supera 1,1 kg (mayor al de las hembras en un 34 %), lo que les permite establecer en la poza de cría una relación de predominio. Las hembras se mantienen en una proporción de 1:7. Al mes del empadre, las hembras pesan más de 1,4 kg, y siguen desarrollándose hasta los 24 meses (edad en la que un adulto supera los 2,8 kg) (Figuroa, 2008).

Figura 4.7. Cuyes hembras en reproducción.



4.4.2. Sistemas de empadre

Hervas (2011) indica que los sistemas de empadre más utilizados son:

El sistema de empadre continuo: consiste en colocar las hembras reproductoras junto con el macho durante una fase reproductiva (un año) en forma permanente; es decir, sin separarlos. Aquí se obtienen cuatro a cinco partos al año por hembra.

El sistema de empadre discontinuo: consiste en separar a los machos una semana antes del parto y volverlos a colocar al cabo de 21 días; lo cual permite un descanso sexual y recuperación de las hembras. Aquí se obtienen solo cuatro partos por año; sin embargo, la fase reproductiva puede extenderse a un año y medio.

La fuente <http://www.perucuy.com> (2010) reporta que el sistema de empadre más utilizado es el sistema continuo, en el que el macho está todo el tiempo con las hembras. La relación de empadre va de 5/1 a 10/1 (hembras/macho).

4.4.3. Gestación

La gestación dura aproximadamente entre 63 a 67 días (9 semanas). Se inicia cuando la hembra queda preñada y termina con el parto. Si durante las primeras semanas de gestación la hembra no recibe una buena alimentación, pueden morir algunas crías en el vientre de la madre. En muchos casos, esta es la razón por la cual se producen partos con una sola cría (Hervas, 2011).

Cuando la gestación dura 67 días, en que las crías se desarrollan dentro del vientre materno, las madres pueden doblar su peso. Durante este período, las hembras no deben ser movidas; no debe cogérselas del cuello y mantenerlas colgadas; todo ello puede producirles el aborto. Necesitan estar en los lugares más tranquilos de su cuyero, cualquier ruido o molestia puede hacer que corran y se maltraten. Si la hembra gestante no es bien alimentada y no cuenta con agua en cantidad suficiente, puede abortar (Chauca y Zaldívar, 2000).

Figura 4.8. Hembras al final de su fase de gestación.



4.4.4. Parto

Concluida la gestación, se presenta el parto, por lo general en la noche, y demora entre 10 y 30 minutos, con intervalos de siete minutos entre las crías (fluctuación de 1 a 16 minutos). Las crías nacen maduras debido al largo período de gestación de las madres.

Nacen con los ojos y oídos funcionales, provistos de incisivos y cubierto de pelos, y pueden desplazarse al poco tiempo de nacidas. La madre limpia y lame a sus crías favoreciendo la circulación y proporcionándoles su calor. Las crías inician su lactancia a los pocos minutos de nacidas (Rodríguez, 2008).

Figura 4.9. Cuya hembra al momento del parto.



Fuente: Poza en uno de los galpones de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Espoch.

Figura 4.10. Número y tamaño de las crías al nacimiento.



Fuente: Poza en uno de los galpones de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Espoch.

Las hembras que paren durante el día deben estar tranquilas para que limpien a sus crías rápidamente. Es recomendable completar la ración diaria con un alimento concentrado, afrecho o granos partidos. Si hace mucho calor, se les debe proveer con suficiente agua (Chauca y Zaldívar, 2000).

El número y el tamaño de crías nacidas varía de acuerdo con las líneas genéticas y el nivel nutricional al cual ha estado sometida la madre. Con el parto se puede evaluar la prolificidad de las madres que, por lo general, tienen de cuatro a cinco camadas por año. El número de crías por parto puede ser de una a seis crías, presentándose excepcionalmente hasta ocho por camada (Huaraz, 2008; Rodríguez, 2008).

4.5. MANEJO DE LA PRODUCCIÓN

4.5.1. Lactación

La lactación es el período en el cual los gazapos se alimentan de la leche materna. Esto ocurre desde el nacimiento hasta los 15 días posteriores, cuando se realiza el destete. Durante este período, se dejan solos a los gazapos, ya que al nacer totalmente formados no requieren de ningún manejo extra. Normalmente son utilizadas cercas gazaperas para reducir la mortalidad de lactantes y mejorar su peso de destete (<http://www.perucuy.com>, 2010).

Figura 4.11. Gazapos en la etapa de lactancia.



Fuente: Poza en uno de los galpones de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Espoch.

Tras el parto, los cuyes lactantes (gazapos) deben tomar inmediatamente calostro (primera leche) para tener inmunidad y resistencia frente a las enfermedades (CARE Perú, 2010).

Durante la lactancia se presentan los más altos porcentajes de mortalidad, que pueden ir en crías familiares del 38 a 56 %, disminuyendo la mortalidad

en crianzas tecnificadas al 23 %. Esta etapa requiere de mucho cuidado; el cuy como cualquier especie es exigente en protección, alimento y calor. Las crías casi duplican su peso durante la lactancia; logran incrementos equivalentes al 95 % de su peso al nacimiento. Del primero al quinto día, los incrementos son mínimos; a partir del sexto día se logran incrementos promedios de 10,2 g de peso. Los incrementos diarios que alcanzan los cuyes de camadas de una, dos, tres y cuatro crías al parto son 12,59; 11,47; 10,22 y 8,3 g, respectivamente (Chauca, 2000).

4.5.2. Destete

Consiste en separar a los gazapos de las madres. La cuy madre solo tiene buena leche hasta los 14 días después del parto. Por ello que se recomienda destetar a los gazapos entre los 14 a 21 días de edad (CARE Perú, 2010). Debemos tomar en cuenta que las madres dejan de producir leche a los 16 días luego del parto; por tanto, es innecesario tener a los gazapos junto con sus madres por más tiempo, ya que esto incrementa la densidad en la jaula y la competencia por alimento, aumentando el porcentaje de mortalidad y disminuyendo el crecimiento (Huaraz, 2008, p. 18; Rodríguez, 2008).

El destete se puede efectuar a las dos semanas de edad, o incluso a la primera, sin detrimento del crecimiento de la cría: se pueden presentar en la madre problemas de mastitis por la mayor producción láctea a partir de los 11 días después del parto. El número de crías por camada influye en la sobrevivencia, y las camadas más numerosas alcanzan mayores porcentajes de mortalidad (Lucas, 2007).

La edad de destete tiene efecto sobre el peso a los 93 días; los destetados precozmente, alcanzan pesos mayores. El peso alcanzado por los destetados a los siete días es de 754 g, mientras que a aquellos que se les aplica a los 14 y 21 días alcanzan 727 g y 635 g, respectivamente.

4.5.3. Recría I o cría

Chauca (2000) señala que en esta etapa se considera los cuyes desde el destete hasta la cuarta semana de edad. Después del destete, se los agrupa en lotes de 30

animales en pozas de 1,5 x 2,0 x 0,45 (m). En crianzas comerciales, se agrupan lotes de 60 destetados en pozas de 3,0 x 2,0 x 0,45 (m). En la etapa de recría I, los gazapos triplican su peso de nacimiento, por lo que debe suministrárseles raciones de calidad. Los gazapos deben recibir una alimentación con porcentajes altos de proteína; con 17 % se logran incrementos diarios de peso entre 9,32 y 10,45 g/animal/día. Manejando esta etapa con raciones de alta energía y con cuyes mejorados se alcanzan incrementos de 15 g diarios. El sexaje se realiza concluida esta etapa, para iniciar la recría.

La distribución de los animales se recomienda de la siguiente manera: los machos pueden agruparse en lotes de 10 animales y las hembras en grupos de 15. Siempre deben ubicarse de acuerdo con el tamaño; separando los grandes, los medianos y los chicos. Esto es recomendable, aunque los grupos de recría sean de menor número (Chauca y Zaldívar, 2000).

4.5.4. Recría II o engorde

Esta etapa se inicia a partir de la cuarta semana de edad hasta la edad de comercialización, que está entre la novena o décima semana de edad. Se deberán ubicar lotes uniformes por edad, tamaño y sexo. Es notorio que los mismos responden bien a dietas con alto contenido calórico y baja proteína (14 %). No debe prolongarse esta etapa para evitar peleas entre los machos; las heridas que se hacen malogran la carcasa. Estos cuyes que salen al mercado son los llamados «parrilleros»; por otra parte, no debe prolongarse la recría pues puede presentarse engrosamiento en la carcasa (Chauca, 2000; Guamán, 2015, p. 23).

Los lotes deben ser homogéneos y manejarse en áreas apropiadas; se recomienda entre 8 y 10 cuyes en áreas de 1,0 a 1,2 m² (Guamán, 2015, p. 23). Los factores que afectan el crecimiento de los cuyes en recría son el clima y su nutrición. Cuando los cuyes se mantienen subalimentados es necesario someterlos a un período de acabado que nunca debe ser mayor a dos semanas (Rodríguez, 2008).

Figura 4.12. Cuyes parrilleros.



4.5.5. Evolución de las crías

De acuerdo a Revollo (2009), las crías de los cuyes presentan la siguiente evolución:

- ✓ Los cobayos recién nacidos pesan entre 80 g y 120 g; nacen con todo el pelo y dientes. Después de una hora de su nacimiento, merodean por el suelo de la jaula o poza.
- ✓ A los dos o tres días, consumen comida sólida, aunque continuarán mamando durante un mínimo de 15 días.
- ✓ A las cinco o seis semanas, los pequeños ya están completamente desmamentados. Durante dos meses van ganando peso a razón de unos cinco gramos diarios, llegando a pesar al final de este período entre 350 y 400 g.
- ✓ Alrededor de los cinco meses, la descendencia está ya madura; los machos pesarán unos 700 g y las hembras unos 650 g. Ambos sexos continúan con su crecimiento hasta alcanzar los 15 meses de edad.
- ✓ Ya plenamente desarrolladas, las hembras pesan unos 800 g y los machos alrededor de un kilo (Acosta, Díaz-H y Trujillo, 2010, p. 22).

4.5.6. Pesos y rendimientos a la canal

Según las fuentes: <http://www.fao.org> (2009) y Acosta, Díaz-H y Trujillo (2010, p. 39), factores como la productividad de una reproductora, el crecimiento de la recría y la eficiencia en la conversión del alimento, así como la disminución de la mortalidad, son elementos determinantes en el éxito de la crianza de cuyes.

Los estudios en la etapa de posproducción involucran los valores agregados que deben conseguirse para llegar al mercado con un producto de calidad. Para evaluar el efecto del sistema de alimentación en los rendimientos de carcasa se sacrificaron cuyes machos de tres meses de edad. Los animales que recibieron una alimentación exclusivamente con forraje lograron rendimientos de carcasa de 56,57 %.

Los pesos a la edad de sacrificio fueron de $624 \pm 56,67$ g. Estos rendimientos fueron mejorados a 65,75 % en aquellos cuyes que recibieron una alimentación a base de forraje más concentrado; su peso a la edad de sacrificio fue de $852,44 \pm 122,02$ g.

Resulta interesante la alternativa de alimentar a los cuyes exclusivamente con una ración balanceada; esta mejora los rendimientos de carcasa a 70,98 %, con pesos a la edad de sacrificio de $851,73 \pm 84,09$ g.

Figura 4.13. Canales de cuyes faenados.



4.5.7. Selección de los reproductores

Al concluir la etapa de recría, es aconsejable llevar a cabo la selección de los cuyes de mejor tamaño y conformación para ser reproductores. En este orden, para proceder al reemplazo de los reproductores (que se van a descartar después del año de producción) se escogerán aquellos animales que crecieron más rápido, y que procedan de camadas de tres o más crías (preferiblemente de colores claros) (Guamán, 2015, p. 22; Hervas, 2011).

4.5.8. Proceso de faenamiento

La fuente <http://www.perucuy.com> (2010) indica que una vez que los cuyes alcanzaron un adecuado peso, se procede al beneficio. Los pasos son los siguientes:

- Aturdimiento
- Corte de cuello y desangrado
- Escaldado
- Eviscerado
- Lavado
- Desinfección
- Empaquetado
- Refrigeración

Figura 4.14. Proceso de faenamiento.



4.6. Comportamiento productivo por cría

En los estudios llevados a cabo, los resultados obtenidos en la evaluación por cría (por efecto de los diferentes tamaños de camada al nacimiento), se pudo observar que presentaron, en varios parámetros, diferencias significativas; en cambio, no se registró influencia estadística por efecto del factor sexo, así como por su interacción (tamaños de camada y sexo); las mismas que se analizan a continuación.

Figura 4.15. Gazapos en lactancia.



4.6.1. Comportamiento del peso corporal

4.6.2. Comportamiento del peso corporal al nacimiento

El peso promedio individual al nacimiento de los gazapos fue de 0,0985 kg. En los casos en que los tamaños de camada fueron de dos, tres y cuatro crías/parto, se registraron pesos de 0,099; 0,105 y 0,091 kg respectivamente; de acuerdo al sexo fueron de 0,101 kg los machos y 0,096 kg las hembras.

4.6.3. Comportamiento del peso corporal al destete

Los pesos al destete (a los 15 días de edad) fueron de 0,174; 0,167 y 0,155 kg/animal, en los cuyes provenientes de camadas al nacimiento de dos, tres y cuatro crías. Valores estadísticamente similares ($P>0,05$), aunque numéricamente se observa que a mayor tamaño de la camada menor es el peso individual de los animales; lo que es ratificado por el Centro de Estudios y Desarrollo Agrario del Perú (CE&DAP, 2000), que señala que los diferentes tamaños de la camada generan pesos e incrementos de peso menores cuanto mayor es el tamaño de la camada; aunque los valores obtenidos en el presente trabajo son menores a los que reporta este Centro de Estudios.

Es interesante puntualizar que el Centro de Estudios y Desarrollo Agrario del Perú obtuvo los siguientes resultados:

- En camadas de dos crías/parto: pesos al nacimiento de 0,149 kg, y de 0,296 kg al destete.
- En camadas de tres crías/parto: 0,131 kg al nacimiento, y 0,263 kg a los 15 días.
- En camadas de cuatro crías/parto: pesos de 0,126 y 0,230 kg/animal al nacimiento y al destete.

A pesar de las diferencias en los pesos, con el estudio citado, también se confirma lo indicado por Chauca (2000), quien sostiene que las crías casi duplican su peso durante la lactancia; por cuanto sus incrementos son equivalentes al 95 % de su peso al nacimiento.

Por efecto del sexo, los pesos determinados fueron de 0,165 kg en machos y de 0,167 kg en las hembras; valores que estadísticamente son iguales ($P>0,05$), por lo que se establece que durante la lactancia, tanto los machos como las hembras, tienen las mismas condiciones de aprovechar el alimento y presentar un desarrollo corporal similar.

Figura 4.16. Gazapos con edad y peso listos para el destete.



4.6.4. Peso final

Los pesos finales por cría alcanzados a los 105 días de edad, presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$), por efecto del tamaño de la camada al nacimiento; observándose los mayores pesos en los cuyes provenientes de las camadas de tres crías/parto con 0,715 kg/animal; seguidas en orden de importancia por los cuyes de dos crías/parto con 0,695 kg/animal.

Figura 4.17. Pesaje de cuyes.



De acuerdo al sexo, los pesos fueron de 0,643 y 0,703 kg en hembras y machos, respectivamente; valores que estadísticamente son similares ($P < 0,05$); aunque, numéricamente se establece que los cuyes machos presentaron un peso superior a las hembras, debido posiblemente a lo señalado por Cajamarca (2006); quien indica que los animales machos presentan un poder mucho mejor de convertibilidad del alimento consumido en gramos de carne. Esto permite que el proceso de desarrollo sea más rápido, y alcancen mejores pesos durante la etapa de crecimiento-engorde; estableciéndose por consiguiente que, los mejores pesos finales se obtuvieron cuando el tamaño de camada fue de tres crías/parto.

4.6.5. Ganancia de peso al destete

Las ganancias de peso por cría hasta el destete no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0,05$), aunque numéricamente se observó que los animales de dos crías/camada presentaron un peso superior respecto a los animales de tres y cuatro crías/camada: 0,075 kg; 0,062 kg y 0,065 kg respectivamente; de igual manera, tomando en consideración el sexo de los animales, los incrementos de peso tampoco fueron diferentes estadísticamente ($P > 0,05$); aunque numéricamente, las hembras registraron un incremento de peso mayor que los machos ya que se encontraron respuestas de 0,071 y 0,063 kg/animal.

Figura 4.18. Gazapos destetados.



4.6.6. Ganancia de peso total

La ganancia de peso presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) por efecto del tamaño de camada al nacimiento; registrándose los mayores incrementos (0,610 kg) en los animales provenientes de camadas de tres crías, seguidos de los animales de dos crías/camada con 0,595 kg/animal, a diferencia de los de cuatro crías/camada que presentaron la menor ganancia de peso, con 0,519 kg/animal.

De acuerdo al sexo, las ganancias de peso no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0,05$), aunque numéricamente los machos presentaron un mejor incremento respecto a las hembras. Los resultados obtenidos fueron de 0,548 kg y 0,602 kg, en los cuyes hembras y machos, respectivamente; lo que demuestra que los animales machos presentan un mayor desarrollo corporal que las hembras.

Por la falta de reportes bibliográficos de la respuesta de la influencia del tamaño de la camada al nacimiento sobre los parámetros productivos de los cuyes hasta el engorde, se tienen que comparar los incrementos de peso alcanzados con otras investigaciones que estudiaron el efecto de diferentes dietas alimenticias, determinándose, de esta forma, los incrementos de peso alcanzados.

4.7. CONSUMO DE DIFERENTES TIPOS DE ALIMENTO

4.7.1. Consumo de balanceado

Las medias del consumo de balanceado por cría (kg MS) fueron diferentes estadísticamente ($P < 0,05$), por cuanto se estableció el mayor consumo en aquellos animales provenientes de tres crías/camada con 2,165 kg de balanceado; reduciéndose esta a 2,112 kg en los cuyes de dos crías/camada y a 1,896 kg (cuando el tamaño de camada fue de cuatro crías).

Mediante el análisis de la regresión se estableció una tendencia cuadrática significativa; que establece que el consumo de balanceado se incrementa cuando el tamaño de la camada es de tres crías/parto, pero que tiende a reducirse cuando

es mayor el número de crías al parto; comportamiento que está supeditado al peso corporal de los animales, ya que, mientras mayor es el incremento de peso, los animales requerirán de una mayor cantidad de alimento para satisfacer sus requerimientos nutritivos; como es el caso de las respuestas obtenidas en los animales provenientes de tres crías/parto, que presentan los mayores consumos, pero de igual manera son los que más incrementaron su peso.

En cambio, el sexo de los animales no influyó estadísticamente ($P > 0,05$) en el consumo de alimento, a pesar de que los machos consumieron una mayor cantidad de balanceado que las hembras, ya que sus consumos fueron de 2,133 kg y 1,982 kg respectivamente; diferencias que de igual manera responden a los pesos corporales alcanzados.

4.7.2. Consumo de forraje

Las cantidades de forraje consumidas (kg MS) durante la etapa de crecimiento-engorde, no fueron diferentes estadísticamente, por cuanto el forraje de alfalfa, se proporcionó en cantidades fijas; llegándose a consumir todo el forraje suministrado; por lo que presentaron consumos de 1,05 kg de forraje en materia seca todos los animales tanto machos como hembras.

4.7.3. Consumos totales

Los consumos totales de alimento por cría (en MS) no presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$), por efecto del tamaño de la camada de la que provenían. El mayor consumo (3,215 kg) se registró en los cuyes procedentes de tres crías/camada, seguidos por los cuyes de 2 crías/camada, con un consumo de 3,163 kg. Los de menor cantidad de alimento consumido (2,956 kg), fueron los cuyes con tamaños de camada de cuatro crías.

De acuerdo con el factor sexo, estadísticamente los cuyes machos consumieron igual cantidad de alimento que las hembras ($P > 0,05$), aunque numéricamente los consumos totales fueron de 3,032 y 3,183 kg para las hembras y machos respectivamente; respuestas que denotan que los animales consumen la cantidad de

alimento que requieren para cubrir sus requerimientos nutricionales, en función del desarrollo corporal que presenten.

4.7.4. Conversión alimenticia

Las respuestas de conversión alimenticia no fueron diferentes estadísticamente ($P>0,05$) por efecto del tamaño de camada de la cual provenían; por cuanto se determinó que los animales requirieron entre 5,321 y 5,705 kg de alimento por cada kilogramo de ganancia de peso; correspondiendo estos valores corresponden a los animales procedentes de tres y cuatro crías/camada, respectivamente. De igual manera, de acuerdo con el sexo, las conversiones alimenticias fueron de 5,568 y 5,348 en los animales hembras y machos, respectivamente; lo que demuestra que, a pesar de existir diferencias estadísticas en los pesos y los consumos de alimento, con respuestas mejores en los animales provenientes de tres crías/parto, la conversión alimenticia es similar a los cuyes que presentaron los menores pesos y consumos de alimento. Esto demuestra que, en todos los casos, el alimento proporcionado cubrió los requerimientos nutritivos durante el desarrollo, crecimiento y engorde de los animales.

4.7.5. Peso a la canal

Los mayores pesos a la canal por cría se presentaron en los animales provenientes de camadas de tres crías, con un peso de 0,515 kg, que difiere estadísticamente ($P>0,05$) con los pesos de las canales de cuyes de cuatro crías/camadas, que fueron de 0,437 kg; en tanto, los animales de dos crías/camadas comparten ambos rangos de significancia por presentar pesos a la canal de 0,493 kg; mediante el análisis de la regresión, se observó una tendencia cuadrática significativa, que establece que el peso a la canal es mayor cuando proviene de animales de tres crías/camada, pero se reduce cuando el número de crías/camada es superior.

Con relación al sexo de los animales, numéricamente el peso de las canales de los animales machos fue mayor que las canales de las hembras. Los pesos registrados fueron de 0,503 y 0,459 kg respectivamente, sin que existan diferencias significativas ($P>0,05$); por lo que estadísticamente estas respuestas confirman

que el sexo de los animales no influye en las respuestas productivas, a pesar de que numéricamente se observe un mejor comportamiento en machos que en las hembras. Los resultados obtenidos, en los otros parámetros analizados anteriormente, aunque fueron diferentes, guardan relación con los pesos finales, ganancias de peso y consumo de alimento.

4.7.6. Rendimiento a la canal

En las respuestas del rendimiento a la canal por cría, las medias determinadas no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,01$), por cuanto se encontraron rendimientos entre 70,976 y 71,911 %; que corresponden a las canales provenientes de animales de dos y tres crías/camada (son los casos extremos). De igual manera de acuerdo al sexo, los rendimientos encontrados estadísticamente fueron similares ya que en los machos fue de 71,582 % y en las hembras 71,428 %.

Estas respuestas permiten afirmar que los cuyes presentaron un comportamiento normal, bajo en las condiciones de manejo de la alimentación y sanitario propuesto; además, se pudo conocer el comportamiento de las crías por efecto del tamaño de la camada al nacimiento, aspecto éste escaso en la literatura.

4.8. Comportamiento productivo por camada

En cuanto a los parámetros productivos de las camadas, obtenidas por efecto del número de crías/parto desde el nacimiento a los 105 días de nacidos, puntualizamos los siguientes: debe tenerse en cuenta que, al existir muy poca información sobre el efecto del tamaño de la camada al nacimiento, la exposición de los resultados en su mayoría son únicamente descriptivos. En este caso, se asume lo enunciado por Chauca (2000), y por el Centro de Estudios y Desarrollo Agrario del Perú (CE&DAP, 2000), cuando afirman que los diferentes tamaños de camada generan pesos e incrementos de peso estadísticamente diferentes ($P < 0,01$); registrándose que a mayor tamaño de camada (mayor cantidad de animales/camada), la respuesta productiva será superior, debido precisamente a la cantidad de animales obtenidos por camada.

4.8.1. Comportamiento del peso corporal

4.8.2. Pesos al nacimiento

El peso inicial promedio de las camadas al nacimiento presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$); registrándose los mayores pesos en las camadas de cuatro crías, con 0,362 kg; seguidas de las camadas de tres crías con 0,316 kg, y por último, las camadas de dos crías con un peso de 0,199 kg.

Tabla 4.2. Comportamiento productivo de las camadas de cuyes por efecto del número de crías al nacimiento (hasta los 105 días de edad).

VARIABLES	CAMADA AL NACIMIENTO, CRÍAS/PARTO					
	2		3		4	
Peso al nacimiento (kg)	0,199	c	0,316	b	0,362	a
Peso al destete (kg)	0,348	c	0,501	b	0,620	a
Peso final (kg)	1,389	b	2,145	a	2,439	a
Ganancia peso al destete (kg)	0,150	b	0,186	ab	0,257	a
Ganancia de peso total (kg)	1,191	b	1,830	a	2,076	a
Consumo de balanceado (kg MS)	4,225	c	6,498	b	7,585	a
Consumo de forraje (kg MS)	2,100	c	3,150	b	4,200	a
Consumo total alimento (kg MS)	6,325	c	9,648	b	11,785	a
Conversión alimenticia	5,333		5,295		5,680	
Costo/kg ganancia de peso (\$)	2,168		2,155		2,293	
Peso a la canal (kg).	0,985	b	1,544	a	1,747	a
Rendimiento a la canal (%).	70,983		71,940		71,658	

Fuente: Grefa, Díaz y Oleas (2012).

4.8.3. Al destete

Al destete (15 días de edad), los pesos de las camadas presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,04$), por efecto del número de crías/camada; por cuanto los pesos registrados fueron de 0,620; 0,501 y 0,348 kg, en las camadas de cuatro, tres y dos crías en su orden; estableciéndose, mediante el análisis de la regresión, una tendencia lineal altamente significativa, que determina que, a mayor número de crías por camada, mayor será el peso al destete.

El Centro de Estudios y Desarrollo Agrario del Perú (CE&DAP, 2000) indica que los pesos de las camadas con dos, tres y cuatro crías fueron de 0,588; 0,725 y 0,891 kg, en su orden; puede señalarse que las respuestas obtenidas en el presente trabajo son inferiores a las citadas, debido posiblemente a la variabilidad genética de los animales, así como a las condiciones de alimentación y manejo; no obstante se concuerda en que, a mayor tamaño de camada de los cuyes, mayor es su peso.

4.8.4. Peso final

Los pesos de las camadas al final de la etapa de engorde (105 días de edad) presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$); registrándose los mayores pesos en las camadas con tres y cuatro crías, ya que sus pesos finales fueron de 2,145 y 2,439 kg, en su orden; mientras que, los menores pesos fueron en las camadas de dos crías (con 1,389 kg). El análisis de la regresión determinó una tendencia cuadrática altamente significativa; que establece que, a mayor número de crías/camada, mayor será el peso de la camada al final del engorde; aunque su comportamiento no es proporcional; quizá esto se deba a que los pesos individuales de las crías de las camadas de tres crías, presentaron mayores pesos individuales; lo que compensa de alguna manera a que los pesos finales, de las camadas con tres y cuatro crías para que sean estadísticamente similares.

4.9. COMPORTAMIENTO DE LA GANANCIA DE PESO

4.9.1. Comportamiento de la ganancia de peso al destete

Las ganancias de peso al destete presentaron diferencias estadísticas altas ($P < 0,01$) por efecto del número de crías/camada; observándose los mayores incrementos en las camadas más numerosas, ya que las camadas con cuatro crías presentaron una ganancia de peso de 0,257 kg, seguidas por las camadas de tres crías con 0,186 kg y por último las camadas de dos crías con 0,150 kg/camada.

4.9.2. Comportamiento de la ganancia de peso al final del engorde

Los mayores incrementos de peso total (a los 105 días de edad) se registraron en las camadas de tres y cuatro crías, que presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), con los incrementos registrados en las camadas de dos crías; ya que las ganancias de peso determinadas fueron de 2,076; 1,830 y 1,191 kg en las camadas de cuatro, tres y dos crías, en su orden. El análisis de la regresión estableció una tendencia cuadrática altamente significativa.

4.9.3. Consumo de alimento

Al establecer el consumo de concentrado, por efecto de los tamaños de las camadas, las medias determinadas fueron de 7,585; 6,498 y 4,225 kg de materia seca, en las camadas de cuatro, tres y dos crías; existiendo diferencias altamente significativas entre estas ($P < 0,01$); lo que puede deberse a que los consumos tienen una relación directa con el número de animales/camada y con los incrementos de peso, por cuanto, a mayor desarrollo corporal, mayor será el consumo de alimento.

La cantidad de forraje consumido (kg MS) varió estadísticamente ($P < 0,01$) por efecto de los tamaños de camada; por cuanto se encontró que las camadas con cuatro crías consumieron 4,20 kg, seguidas por las camadas con tres crías que presentaron consumos de 3,15 kg de forraje; en tanto que, las camadas con

dos crías llegaron a consumir 2,10 kg; respuestas que son lógicas, si se considera el número de animales por camada, ya que a mayor número, mayor cantidad de consumo y viceversa.

Con relación al consumo total de alimento (kg MS), las medias encontradas presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) por efecto del tamaño de camada; manteniéndose que las camadas más numerosas (cuatro crías/parto) registraron el mayor consumo de alimento (11,785 kg) respecto a aquellas en las que el número de crías/camada fue menor. Los consumos determinados fueron de 9,648 y 6,325 kg en las camadas de tres y dos crías/camada, por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia cuadrática altamente significativa, que determina que el consumo de alimento está en función del número de crías/camada, por cuanto a mayor cantidad de animales por camada, mayor será el consumo de alimento para cubrir sus requerimientos nutritivos.

4.9.4. Conversión alimenticia

Las medias de la conversión alimenticia no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) por efecto de los tamaños de camada; por cuanto los valores determinados variaron entre 5,295 y 5,68, que corresponde a los animales con tres y cuatro crías/camada, respectivamente; respuestas que no permiten indicar que los pesos y consumos de alimento son determinantes en la toma de decisiones sobre la base del tamaño de camada, sino que, para que este parámetro sea representativo, debería establecerse sobre la base del comportamiento individual de los animales y del tamaño de la camada del cual proceda.

4.9.5. Peso a la canal

Los pesos a la canal, por efecto del tamaño de la camada, presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,05$), por cuanto los mayores pesos se determinaron en las camadas de cuatro crías, obteniéndose 1,747 kg de canal, seguidas de las canales con tres crías y un peso de 1,544 kg, mientras que, de las camadas de dos crías, se obtuvieron pesos de 0,985 kg de las canales.

4.9.6. Rendimiento a la canal

Los rendimientos a la canal no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0,05$) por efecto de los tamaños de camada evaluados; registrándose rendimientos que variaron entre 70,983 % (que corresponden a las canales de cuyes procedentes de dos crías/camada) y 71,94 % (en los cuyes de tres crías/camada y 71,658 % en las camadas de cuatro crías).

CAPÍTULO V ENFERMEDADES. ETIOLOGÍA. VÍAS DE TRASMISIÓN. ENFERMEDADES EN ÓRGANOS Y APARATOS EN LOS CUYES

Las enfermedades que pueden padecer las diferentes especies de cuyes son muy variadas; dentro de las cuales se destacan las infecciosas: víricas, bacterianas, micóticas, parasitarias y carenciales.

A continuación se hará una breve introducción a estas enfermedades.

5.1. ENFERMEDADES SEGÚN SU ETIOLOGÍA^(5.1)

5.1.1. Vías posibles de infección

En la tabla 5.1 se presentan las posibles vías que pueden ocasionar la aparición de enfermedades durante la crianza de los cuyes.

(5.1) **Etiología:** ciencia que estudia la causa y el origen de las cosas. El término etiología es de origen griego *aitología*, formada de la siguiente manera: *aitia* que significa *causa*, *logos* que expresa *estudio* e *ia* que enuncia *cualidad*. Es usada como sinónimo de: causa, motivo, razón.

Tabla 5.1. Posibles vías de transmisión de enfermedades en los cuyes.

TIPO DE INTERACCIÓN	CARACTERÍSTICAS
a. Entre el agente y el hospedero	Patogenia:
	Período de incubación
	Respuesta inmunitaria
b. Entre el agente y el ambiente	Rutas o vías de transmisión
	Formas de transmisión

Fuente: Huamán (2019).

Tabla 5.2. Enfermedades bacterianas.

TIPO	CARACTERÍSTICAS
a. Neumonía	<p>Etiología: Los agentes responsables de la enfermedad incluyen: <i>Streptococcus pneumoniae</i>, <i>Klebsiella sp.</i>, <i>Staphylococcus sp.</i>, y otras bacterias como agentes causales de neumonía (Percy y Barthold, 2007, citado en Huamán et al., 2019).</p> <p>Transmisión: Esta enfermedad es de rápida transmisión. Se transmite horizontalmente, a través de aire, vía aerosol o por el consumo de alimento contaminado, pero principalmente por contacto con animales enfermos y sus secreciones. Los agentes irritantes u otros estímulos favorecen la enfermedad clínica (Percy y Barthold, 2001, citado en Huamán et al., 2019).</p>
Bronconeumonía	<p>Etiología: El agente responsable de la enfermedad es la <i>Bordetella bronchiseptica</i>, un cocobacilo Gram negativo, aerobio y móvil. También puede ser causado por <i>Pasteurella multocida</i> la cual es común en conejos y puede ser transmitida a los cuyes.</p> <p>Transmisión: Vía aérea: por contacto o cercanía con cuyes enfermos y sus secreciones. Los cuyes pueden albergar la bacteria en el tracto respiratorio superior y en la tráquea como una infección inaparente, pero la presencia de agentes irritantes (inhalación de gases como el amoníaco) estimula y favorecen la enfermedad clínica, al igual que los factores estresantes que perjudiquen la inmunidad de los cuyes.</p>

<p>Linfadenitis</p>	<p>Etiología: El agente responsable de la enfermedad es el <i>Streptococcus zooepidermicus</i> β-hemolítico, aunque existen otras bacterias que pueden causar la afección. La localización de la bacteria es en el tejido linfoide de la laringe (Percy y Barthold, 2001, citado en Huamán et al., 2019).</p> <p>Transmisión: La bacteria es transmitida a nivel percutáneo por heridas, mordeduras, abrasiones en la cavidad bucal y/o conjuntiva; incrementa la susceptibilidad la ingestión de alimento muy fibroso. Después de la penetración, el microorganismo es drenado a los ganglios linfáticos locales, causando un desarrollo uni o bilateral en el ángulo de la zona cervical frecuentemente (Hanes, 1999; Wagner, 1999, citado en Huamán et al., 2019).</p>
<p>Salmonelosis</p>	<p>Es una enfermedad altamente contagiosa que produce brotes de alta morbilidad y mortalidad cercana al 100 % en cuyes. Es común que la enfermedad afecte a todos los estados productivos (gazapos, recria, gestantes, y/o reproductores) y está relacionada con eventos de estrés (preñez, destete, movimiento de animales, otras enfermedades, medio ambiente), deficiencias nutricionales, medio ambiente (iluminación, ventilación, etc.), variaciones de temperatura y humedad, presencia de roedores y animales silvestres que contaminan alimento e instalaciones (Morales, 2012, citado en Huamán et al., 2019).</p> <p>Etiología: La salmonelosis en cuyes es ocasionada por <i>Salmonella typhimurium</i>, una enterobacteria Gram negativa muy agresiva y con una alta capacidad de mutación (Zuñiga et al., 2001, citado en Huamán et al., 2019).</p> <p>Transmisión: Vía oral-fecal: la principal fuente de infección son los alimentos contaminados, y el contacto con otros animales portadores de la bacteria, sean cuyes u otros como los roedores y las aves. Algunos cuyes actúan como portadores asintomáticos (sobrevivientes a un brote) y bajo condiciones de estrés se activa la <i>Salmonella</i> que se encuentra en estado latente ocasionando enfermedad y muerte (Morales, 2012; Mattos et al., 2013, citado en Huamán et al., 2019).</p>
<p>Colibacilosis</p>	<p>Etiología: El agente responsable es la <i>Escherichia coli</i>: es una enterobacteria que forma parte de la flora bacteriana normal de los mamíferos incluido el hombre.</p> <p>Transmisión: Vía fecal-oral: las heces de animales infectados y los objetos contaminados son las principales fuentes de contagio. La enfermedad puede suceder espontáneamente al cambiar la alimentación o presentarse condiciones de estrés. Es la principal enfermedad que afecta a los lactantes.</p>

<p>Enfermedad de Tyzzer</p>	<p>Etiología: Es una enfermedad causada por el <i>Clostridium piliformis</i>.</p> <p>Transmisión: La contaminación ocurre mediante la ingestión de esporas infecciosas que se encuentran en el ambiente y son capaces de sobrevivir en la cama de la poza o en el forraje por más de un año. La incidencia es mayor en cuyes entre las dos y seis semanas de edad. Afecta a gazapos por su baja inmunidad. Los factores predisponentes son las condiciones antihigiénicas en el manejo, contacto con animales portadores o situaciones estresantes. La administración de antibióticos por tiempo prolongado predispone a la enfermedad (Blood, 1996, citado en Huamán et al., 2019).</p>
------------------------------------	--

Fuente: Huamán (2019).

Tabla 5.3. Enfermedades micóticas.

TIPO	CARACTERÍSTICAS
<p>Dermatitis Micótica</p>	<p>Etiología: Causada por el hongo <i>Trichophyton sp.</i></p> <p>Transmisión: El contagio es por contacto directo y afecta a cuyes de todas las edades, siendo mayor su incidencia en pisos y ambientes húmedos, especialmente en cuyes que se alimentan con forrajes frescos.</p>

Fuente: Huamán (2019).

Tabla 5.4. Enfermedades parasitarias.

TIPO	CARACTERÍSTICAS
<p>PARÁSITOS EXTERNOS O ECTOPARÁSITOS</p>	
<p>Piojos</p>	<p>Etiología: Los piojos masticadores: <i>Gyropus ovalis</i>, <i>Gliricolla porcelli</i> y <i>Mencanthus stramineus</i> (aves) se alimentan de células epiteliales descaamadas o de la epidermis de la piel (Instituto Nacional de Innovación Agraria Manual de Bioseguridad y Sanidad en Cuyes).</p> <p>Transmisión: Se transmiten por contacto directo con animales infectados o con camas contaminadas. Las infestaciones se producen especialmente en</p>

	<p>animales que están en condiciones precarias o sufren de enfermedad debilitante crónica. 45 ii). También se realiza por contacto o roce directo u objetos que transportan los piojos; cabe mencionar que los animales jóvenes y mal alimentados son más susceptibles al parásito.</p>
<p>Pulgas</p>	<p>Etiología: Las pulgas frecuentemente encontradas en cuyes son <i>Ctenocephalides caviae</i>, <i>Echidnophaga gallinacea</i>, <i>Pulex irritans</i> y <i>Ctenocephalides cani</i>, pulga de las gallinas, hombres y perros respectivamente. Las pulgas son parásitos mucho menos permanentes que los piojos y, a menudo, abandonan a sus hospederos. Una pulga no alimentada es incapaz de vivir mucho tiempo en ambientes secos, pero en lugares húmedos, si dispone de residuos para esconderse, sobrevive desde uno hasta cuatro meses (Leguía, 1995, citado en Huamán et al., 2019).</p> <p>Transmisión: Se transmiten por contacto directo con animales infectados o con camas contaminadas. Las infestaciones se producen especialmente en animales que están en condiciones precarias o sufren de enfermedad debilitante crónica.</p>
<p>Sarna</p>	<p>Etiología: La sarna es la acarosis más común, producida por <i>Trixacarus caviae</i>, un ácaro excavador, <i>sarcoptiforme</i> y microscópico, con un cuerpo redondeado y ventosas en pedículos largos y separados, responsable de la sarna en cuyes (Ackerman, 1987, citado en Huamán et al., 2019). La hembra y el macho copulan en la superficie cutánea y posteriormente la hembra penetra en las capas queratinizadas de la piel y excava túneles a lo largo de la epidermis, donde depositan sus huevos. Estos eclosionan a larvas con seis patas, las cuales mudan y producen dos estadios de ninfa (protoninfa y tritoninfa) con ocho patas; para posteriormente convertirse en adultos sexualmente activos (Fremond J. Bowman D, 2003, citado en Huamán et al., 2019).</p> <p>Transmisión: Vía: contacto directo con animales o ambientes contaminados. Los recién nacidos pueden adquirir el ácaro y mostrar comezón dentro de las primeras 72 horas de vida, y enrojecimiento de la piel entre tres y cuatro semanas después del nacimiento; mientras que el desarrollo de signos clínicos en cobayos en etapa de cría y adulto, tarda de 10 a 50 días. La enfermedad comienza con una alopecia parcial (caída de pelo o pelo ralo), la superficie de la piel es de apariencia seca a oleosa, con escamas amarillas y costras. El ácaro causa prurito intenso, eritema, e infestación crónica que da lugar a la lesión secundaria de engrosamiento y úlceras. Heridas grandes y costrosas en el lomo de los cuyes. La transmisión es por contacto directo con animales u objetos contaminados.</p>

	<p>Es posible, que al manipular los animales infestados, los ácaros pasen a los brazos del operador. Se la puede prevenir mediante la limpieza y la fumigación de los corrales con insecticidas, para lo cual es recomendable retirar los cuyes, teniendo especial cuidado de hacer una limpieza profunda en las grietas y agujeros; eliminando y quemando la cama. Evitar el ingreso de aves al galpón, las cuales son transmisoras de estos ectoparásitos. Fipronil al 1 %, aplicación tópica en la nuca, a dosis de 1,5 mL/kg de peso vivo una vez por semana por cuatro semanas consecutivas. Se alimentan de sangre y linfa, de aquí que la anemia sea el síntoma constante. Además las picaduras les provocan a los animales irritación, intranquilidad, pérdida de sueño y caída de pelo. El diagnóstico se realiza por los signos clínicos y la observación, especialmente cuando acaban de alimentarse de sangre debido al aumento de tamaño y el color rojo que manifiesta. La detección de los ácaros como el <i>Chirodiscoides caviae</i> puede realizarse por raspados de piel. La sarna es la acarosis más común, producida por <i>Trixacarus caviae</i>, un ácaro excavador, <i>sarcoptiforme</i> y microscópico, con un cuerpo redondeado y ventosas en pedículos largos y separados, responsable de la sarna en cuyes (Ackerman, 1987, citado en Huamán et al., 2019).</p>
<p>PARÁSITOS INTERNOS O ENDOPARÁSITOS</p>	
<p>Coccidiosis</p>	<p>Causa severos problemas de sanidad en la crianza de cuyes. Son protozoarios de ciclo directo y la transmisión se produce por suelo o alimentos contaminados. Los animales más susceptibles son los cuyes jóvenes, principalmente, después del destete (entre 15 y 30 días) (Taylor et al., 2007, citado en Huamán et al., 2019).</p> <p>Etiología: El agente causal es la <i>Eimeria caviae</i>, que invade la pared intestinal y ciego (Brabb et al., 2012).</p> <p>Transmisión: Vía fecal-oral. Por la ingestión de <i>ooquistes esporulados</i> (en el exterior) y por el contacto directo con camas contaminadas. El estado del animal juega un papel importante; por ejemplo, los animales en estado de estrés intenso, inmunidad reducida y deficiencia de vitamina C son altamente susceptibles (Yun et al., 2000, citado en Huamán et al., 2019).</p>
<p>Distomatosis hepática</p>	<p>Etiología: La distomatosis es producida por la fasciola hepática. Es un parásito plano en forma de hoja. En los pastizales, se alojan dentro de un caracol, donde se multiplica en estadios similares a los renacuajos, después salen del caracol y se van a los pastos, infestándose así los animales al comer el pasto (Lévano, 1994, citado en Huamán et al., 2019). Cuy con signos de decaimiento, emaciación y diarrea. Identificación del parásito (<i>Eimeria caviae</i>) en las muestras (Instituto Nacional de Innovación Agraria Manual de Bioseguridad y Sanidad en Cuyes).</p>

	<p>Transmisión: Se produce mediante la alimentación con pasto (ray grass, trébol, alfalfa, etc.) recolectado en zonas infestadas. El ciclo de vida la F. hepática está relacionada con los caracoles (<i>Limnaea trunculata</i> y <i>Limnaea tomentosa</i>) que sirven de huéspedes intermediarios. El hábitat de los <i>Limnaea</i> comprende parajes húmedos, como ríos de poco curso y canales, donde los caracoles se reproducen constantemente (Lévano, 1994, citado en Huamán et al., 2019).</p>
Helmintiasis	<p>Etiología: El agente causal es la <i>Paraspidodera uncinata</i>, no está asociado con ningún efecto patógeno. Son gusanos de color gris-rojizo o amarillento, de forma cilíndrica y afinada en ambos extremos. Es el parásito más común en cuyes (Florián, 2004, citado en Huamán et al., 2019).</p> <p>Transmisión: Se realiza por la ingestión de comida o agua contaminada, con materia fecal infestada con huevos de dicho nematodo, mayormente por coprofagia y canibalismo. El período prepatente es de ocho días aproximadamente. La infestación se da normalmente en animales expuestos al aire libre (Florián, 2004, citado en Huamán et al., 2019).</p>

Tabla 5.5. Enfermedades carenciales.

TIPO	CARACTERÍSTICAS
Deficiencia de vitaminas	<p>Las vitaminas son compuestos orgánicos requeridos en pequeñas cantidades para el mantenimiento de la salud, crecimiento y reproducción normales. Entre las vitaminas conocidas hay seis: Vitamina A, miembros del complejo B, vitamina C, D, E y K cuyas deficiencias en el alimento de los animales puede presentar y dar lugar a graves trastornos patológicos. La deficiencia de vitamina C es la más importante debido a que el cuy no sintetiza la mencionada vitamina en su organismo, provocando un severo retardo en el crecimiento de los huesos y dientes, escorbuto, pérdida progresiva de peso, anemia, encías inflamadas sangrantes y ulceradas, petequias, equimosis, hematomas, mala cicatrización de las heridas, resistencia a moverse por el dolor, y parálisis del tren posterior. Descamación generalizada, asociada a un pelaje áspero, deslucido y con zonas alopecicas. En los últimos estadios de la enfermedad se presenta baja de temperatura, diarreas y posteriormente muerte, aproximadamente a la tercera semana. El forraje es la fuente fundamental de vitamina C que los cuyes necesitan para cubrir su requerimiento (10 mg/kg). Como medida preventiva de control, se establece la dotación de dosis de vitamina C en concentrado y forraje, ricos en vitamina C.</p>

Fuente: Huamán (2019).

Tabla 5. 6. Enfermedades en el sistema reproductor.

TIPO	CARACTERÍSTICAS
PROBLEMAS REPRODUCTIVOS EN LAS HEMBRAS	
Toxemia de la preñez	Existen dos formas diferentes de toxemia de preñez, pero con similares causas y signos clínicos. Ambos se presentan por lo general en hembras de primer y segundo parto, siempre durante el último tercio de la gestación (a partir de los 45 días) y son producidos por un desbalance alimenticio en donde el animal aumenta la ingesta de alimento o cuyes muy obesas en donde el útero llega a pesar el 50 % del peso vivo de la hembra. Hay depresión del apetito y movilización de grasa al hígado, cetosis, encorvamiento, pelo erizado y muerte. A la necropsia se observa gran cantidad de grasa corporal y marcada infiltración grasa en el hígado.
Aborto	Se considera aborto cuando una hembra expulsa un embrión o feto que no ha completado su desarrollo en el útero y no es viable para vivir, generalmente antes de los 45 días de gestación. En algunas ocasiones se observa pérdida de sangre, en otras ocasiones pasa desapercibido porque el aborto puede ser parcial y la gestación del resto de la camada continúa hasta término. Hay diversas causas por las que se produce el aborto, entre ellas puede ser por problemas infecciosos como <i>Salmonella</i> y procesos bacterianos respiratorios, pero generalmente la causa principal de los abortos es el mal manejo durante la crianza por la introducción de factores estresantes como la presencia de otros animales y el manejo masivo (dosificaciones, limpiezas, visitas continuas, etc.).
Parto prematuro	Se considera así a la expulsión de gazapos desarrollados antes del tiempo normal de gestación (62 - 67 días), y se caracteriza porque las crías recién nacidas son muy pequeñas, débiles, presentan escaso pelo y uñas blancas.
Nacidos muertos	Se presentan en un alto porcentaje en los cuyes (más del 10 % en promedio), debido en su mayoría a trabajos de parto que son largos y difíciles. En partos de hembras primerizas, mientras la madre limpia a la primera cría nacida empieza a expulsar a la siguiente cría y deja de atender a la primera, por lo tanto, muchas veces los recién nacidos se asfixian por la obstrucción de las vías respiratorias por la cubierta de membranas fetales. Existen muchas otras posibles causas de nacidos muertos, entre ellas las enfermedades infecciosas como <i>Salmonella</i> , el calor excesivo en el ambiente, el desarrollo inadecuado de las crías durante la preñez, etc.
Distocia	Se considera distocia cuando el tiempo entre la expulsión de una cría y otra durante el parto es igual o mayor de dos horas. Ocurre cuando hay uno o varios fetos de tamaño muy grande o en una mala posición dentro de los cuernos uterinos. La distocia se complica en algunas ocasiones si la hembra fue servida por primera vez a una edad muy avanzada (mayor

	de 7 meses) lo que no va a permitir la dilatación de la sínfisis púbica, o si la hembra tiene una condición corporal muy alta. Los signos de hembras con distocia no son específicos y a veces se observan contracciones seguidas por más de 20 min y falla en la expulsión del feto.
Prolapso uterino	Resulta por lo general como consecuencia de una distocia en hembras jóvenes, en donde ellas tratan de expulsar el feto, incrementando el número y la frecuencia de las contracciones uterinas. El tratamiento por lo general es inefectivo.
PROBLEMAS REPRODUCTIVOS EN EL MACHO	
Contaminación del pene	Es la presencia de excremento o cuerpos extraños en la superficie externa del pene. Por lo general estas contaminaciones pasan desapercibidas por la falta de costumbre del criador de realizar la revisión expuesta del pene antes y después del empadre. La contaminación del pene se produce generalmente después de la monta, puesto que cuando el macho retira el pene flácido y húmedo, este roza con las heces de la cama y arrastra excremento dentro del prepucio contaminándose con cualquier cuerpo extraño presente en esa zona. Se recomienda la revisión frecuente del pene de los reproductores antes y después del empadre, limpieza frecuente de camas y manejo de la alimentación para evitar el exceso de heces húmedas.
Compactación anal	La compactación anal es provocada por las retenciones fecales de heces blandas y malolientes, producidos por estrés, enfermedad o falta de coprofagia, lo que facilita la acumulación en el saco o bolsa del recto provocando atrofia y/o deterioro crónico de los músculos que forman este saco y facilitando la acumulación de esta masa pegajosa lo que posteriormente dificultará la expulsión de las excretas. Prevenir realizando revisiones periódicas de los machos para realizar su extracción manual mediante suave presión de la zona compactada con algodón húmedo o un dedo enguantado.

Fuente: Huamán (2019).

CAPITULO VI

SANIDAD. ENFERMEDADES PARASITARIAS DE LOS COBAYOS

6.1. ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR ECTO PARÁSITOS

Las enfermedades parasitarias se caracterizan por sus manifestaciones lentas, insidiosas y poco sencillas, por lo que en la mayoría de las veces pasan desapercibidas por los criadores. Las infestaciones severas repercuten negativamente en la producción; los efectos se traducen en pérdidas económicas que los criadores no cuantifican.

6.1.1. La coccidiosis producida por el *Eimeria caviae*

Los factores epidemiológicos, que contribuyen a la elevada prevalencia de ecto y endoparásitos en cuyes en las crianzas familiares, son las deficientes condiciones higiénicas y sanitarias de los corrales, sobrepoblación animal y la crianza promiscua con otras especies domésticas.

Existe una alta susceptibilidad de los cuyes a infecciones parasitarias debido a la ausencia de programas de prevención y control.

El parasitismo puede expresarse clínicamente en forma aguda, cuando los animales jóvenes susceptibles ingieren gran cantidad de formas infectivas, lo que los puede conducir a la muerte; sin embargo, en la mayor parte de los casos, los cuyes son sometidos a una infección gradual, a la cual ellos se adaptan. En este caso, no presentan síntomas clínicos y están aparentemente sanos. No obstante, el animal no rinde con eficiencia, reduce su ganancia de peso e incrementa el consumo de alimento.

Figura 6.1. Cuy infestado con ectoparásitos.



La coccidiosis es una enfermedad anal producida por la *Eimeria caviae*, con repercusión económica importante. Los cuyes jóvenes son los más susceptibles a esta enfermedad, principalmente después del destete (Borchert, 1995).

6.1.2. Síntomas de la coccidiosis

La sintomatología se manifiesta, en los casos agudos, con una rápida pérdida de peso, diarrea mucosa con estrías sanguinolentas, y que puede llegar hasta la muerte; la cual puede suceder incluso en forma repentina sin la presentación de síntomas clínicos. Pero, además, los animales que lograron recuperarse de la enfermedad, o los que han sufrido una infección moderada, se convierten en potenciales portadores de la misma; constituyendo una fuente permanente de infección.

En Ecuador, existen pocos informes sobre brotes clínicos de coccidiosis en cuyes; sin embargo, existe la posibilidad de que su sintomatología haya sido confundida con salmonelosis, la cual produce un cuadro clínico similar; no obstante, se han reportado brotes en cuyes después del destete.

6.1.3. Control de la coccidiosis

La profilaxis debe ser un importante factor en el control de la coccidiosis; es decir, orientada principalmente a la prevención de la enfermedad; lo cual se puede conseguir evitando la sobrepoblación y observando una limpieza frecuente de la cama, que no permita la acumulación de humedad excesiva.

6.1.4. Tratamiento de la coccidiosis

El tratamiento se hace con sulfaquinoxalina: 0,9 g/litro de agua, durante una semana.

6.2. ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR ENDOPARÁSITOS

6.2.1. Parasitosis por trematodos: *Fasciola hepática*

La *Fasciola hepática*, llamada vulgarmente «alicuya», se aloja en estado adulto en los conductos biliares. Este parásito es hematófago y sus formas inmaduras durante su migración producen una destrucción masiva del parénquima hemático. La infección se produce mediante la alimentación con pastos recolectados en zonas infestadas (Hendrix, 1999).

6.2.1.1. Sintomatología que presenta la *Fasciola hepática*

El cuadro clínico que presenta esta parasitosis se manifiesta por anorexia, debilidad y muerte repentina. Durante la necropsia, se puede observar un hígado congestionado y hemorrágico, con presencia de ascitis.

6.2.1.2. Control de la *Fasciola hepática*

En este caso, la profilaxis es vital para prevenir esta parasitosis; se debe evitar la alimentación de los cuyes con pastos infectados, ya que la infección es muy peligrosa, pues incluso los casos leves, con 10 *metacercarias*, puede conllevar a la muerte del animal.

6.2.1.3. Tratamiento

El tratamiento curativo se hace a base de triclobendasol (Fascinex): 10 mg/kg de peso, Nematodos.

6.2.2. Enfermedades producidas por la *Paraspidodera*, el *Trichuris* y el *Passalurus*

6.2.2.1. Etiología

La *Paraspidodera*, el *Trichuris* y el *Passalurus* son parásitos que se presentan muy frecuentemente en los cuyes. Estas infecciones parasitarias pueden ser mixtas, es decir, causadas por varias especies parasitarias; lo curioso en estos casos, es que cada uno de estos parásitos ocupa un lugar determinado del tracto intestinal; lo cual incide desfavorablemente en los efectos nutritivos y fisiológicos del animal.

Los nematodos con mayor prevalencia son la *Paraspidodera* y el *Trichuris*; cuya presencia puede ser muy alta en algunos casos: 80 %; mientras que el *Passalurus* puede alcanzar un 30 %; el *trichostrongylus* y el *Heterakis*, un 28 %, y la *Capillaria*, un 14 % (Quiroz, 1986).

6.2.2.2. Síntomas

La sintomatología que presentan los cuyes, en el caso de infecciones moderadas o masivas, se manifiesta con anorexia, diarrea (que varía entre catarral y

mucosa), prurito anal, enflaquecimiento, pelaje erizado y sin brillo (*Trichurus* y *Passalurus*). Durante la necropsia, es fácilmente observable que la mucosa del estómago, intestino y ciego se encuentra engrosada, edematosa, congestionada y, en algunos casos, con presencia de membranas necróticas fibrinosas.

6.2.2.3. Control y tratamiento

El control de esta parasitosis debe estar orientado a una limpieza y remoción frecuente y periódica de la cama, junto a la aplicación de antihelmínticos de amplio espectro, como el Levamisol y el Higromix-B. Cuando se detectan estos parásitos, se aconseja llevar a cabo la dosificación después del destete y repetir el tratamiento al mes. Y, en el caso de las reproductoras, hacerlo 15 días antes de la parición, mediante la adición de un antihelmíntico al alimento.

6.2.3. Escalas taxonómicas de la *Paraspidodera*, el *Trichuris* y el *Passalurus*.

6.2.3.1. Parasitosis por la *Paraspidodera uncinata*

La paraspidodera uncinata presenta la siguiente escala taxonómica:

Tabla 6.1. Escala taxonómica del *Paraspidodera uncinata*.

CATEGORÍA TAXONÓMICA	DENOMINACIÓN	CATEGORÍA TAXONÓMICA	DENOMINACIÓN
Reino	Animal	Orden	Ascaridida
Rama	Helmintos	Superfamilia	Subuluroidea
Tipo	Nematelmintos	Familia	Heterakidae
Clase	Nemátodos	Género	Paraspidodera
Subclase	Secernentea	Especie	Uncinata

La *Paraspidodera uncinata* es un parásito específico en los cuyes, que infesta el ciego y colon; un ataque severo puede causar diarreas y pérdidas de peso; son gusanos de color gris rojizo o amarillento, cilíndricos, afinados en ambos extremos. Los machos de este parásito miden 11 a 22 mm de longitud y 300 micras de ancho; mientras que las hembras 16 a 27 mm y 400 micras respectivamente. Los huevos son de tipo ascaroide y similares a los elipsoidales y tienen el mismo aspecto de los *heterakidos*. Los machos poseen espículas de igual longitud y una ventosa preanal; comúnmente se la da el nombre de lombriz blanca del cuy (Mayacela y Vásquez, 2004).

6.2.3.2. Parasitosis por el *Trichuris* sp

Los *Trichuris* sp pertenecen a la siguiente escala taxonómica (ver tabla 6.2).

Tabla 6.2. Categoría taxonómica de los parásitos los *Trichuris* sp.

CATEGORÍA TAXONÓMICA	DENOMINACIÓN	CATEGORÍA TAXONÓMICA	DENOMINACIÓN
Reino	Animal	Orden	Secernentea
Rama	Helmintos	Superfamilia	Trichuroidea
Tipo	Nematelmintos	Familia	Trichuridae
Clase	Nemátodos	Género	Trichuri
Subclase	Secernentea	Especie	

Se pueden señalar además un conjunto de características tales como:

- ✓ Cuerpo capilar hasta el segundo tercio o totalmente.
- ✓ Machos con una espícula, la cual, no obstante, puede estar sustituida por una vaina especular, esófago relativamente largo, rodeado de un cuerpo celular.
- ✓ Hembras ovíparas, huevos en forma de limón, con dos tapones polares.

- ✓ Ciclo evolutivo directo o utilizando un hospedero intermedio.
- ✓ Se señala además que las especies de este género son llamadas con frecuencia gusanos látigos.
- ✓ Los dos tercios anteriores de su cuerpo son mucho más delgados que la robusta porción posterior.
- ✓ El extremo posterior, de un macho está curvado y tiene una sola espícula en una vaina proyectable.
- ✓ Precisamente por estas razones se los llama con este nombre peculiar de gusanos látigo (Mayacela y Vásquez 2004).

6.2.3.3. Parasitosis por el *Strongyloides sp*

Las diferentes especies de este género pueden ser parásitos en el intestino delgado de toda clase de animales domésticos; son pequeños, delgados y se distinguen a menudo entre otras especies por el hecho de que su esófago es largo. La escala taxonómica de este parásito se presenta en la tabla 6.3 (Mayacela y Vásquez, 2004).

Tabla 6.3. Categoría taxonómica de los parásitos los *Strongyloides sp*.

CATEGORÍA TAXONÓMICA	DENOMINACIÓN	CATEGORÍA TAXONÓMICA	DENOMINACIÓN
Reino	Animal	Orden	Rhabditida
Rama	Helmintos	Superfamilia	Rhabditoidea
Tipo	Nematelmintos	Familia	Strongyloididae
Clase	Nemátodos	Género	Strongyloides
Subclase	Secernentea	Especie	

Los *Strongyloides sp*, atacan a varias especies animales jóvenes. Presentan como característica diferenciada el esófago rabditiforme solo en sus primeras etapas lar-

varias y esófago filariforme en su vida parasitaria. Solo las hembras son parásitos y producen huevos por partogenogénesis. El huevo posee una larva que a las 24 horas es infectante. La larva infectante no tiene vaina y puede penetrar por la piel. La larva migra por el pulmón, sufriendo mudas, sube por la tráquea expectorada y llega al intestino donde se desarrolla; su período dura de seis a nueve días.

6.3. MACERACIÓN DEL CHOCHO COMO DESPARASITANTE EN CUYES. CONVERSIÓN ALIMENTICIA. PESO A LA CANAL ATS

6.3.1. Peso inicial, a los 30, 60, 90 y 120 días de los cuyes

Cajas, Camacho y Díaz-H (2008) señalan que el peso de los cuyes al inicio de la investigación fue de 0,280 kg, los cuales fueron sometidos a desparasitaciones (utilizando chochos con tres tiempos de maceración y tres tiempos de cocción) (Huaraz, 2008).

Los cuyes investigados, se evaluaron a los 30 días. Se encontró que los animales a los cuales se les suministró el extracto de chocho sin macerar y macerado por un lapso de 72 horas, obtuvieron un peso de 0,570 y 0,566 kg, mismos que superan numéricamente al tratamiento cuyo tiempo de maceración del chocho fue de 144 horas, el cual alcanzó un peso de 0,535 kg.

Durante su reanálisis a los 60 días, el mayor peso de los cuyes fue de 0,837 kg, que pertenece a aquellos animales a los cuales se les suministró el extracto de chocho sin macerar; aunque no difiere estadísticamente fue superior numéricamente al de los tiempos de maceración del chocho de 72 y 144 horas, puesto que alcanzaron pesos de 0,829 y 0,812 kg respectivamente.

El mayor peso de los cuyes a los 90 días fue de 1,099 kg, que corresponde al suministro de extracto de chocho sin macerar (Cajas, Camacho y Díaz-H, 2008); aunque, no difiere estadísticamente, supera numéricamente a los cuyes que recibieron extracto de chocho macerado, por un período de 72 y 144 horas, cuyos pesos fueron de 1,076 y 1,040 kg.

El suministro de extracto de chocho sin macerar permitió alcanzar, a los 120 días, un peso vivo en los cuyes machos de 1,295 kg (Sinaluisa, Díaz-H y Trujillo. 2013); aunque, no difiere estadísticamente, fue superior a los cuyes que recibieron el extracto de chocho macerados a 72 y 144 horas, puesto que alcanzaron 1,255 kg y 1,221 kg respectivamente.

Cabay (2001), al utilizar pepas de zapallo en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento y engorde, alcanzó un peso final de 0,940 kg, valor inferior al encontrado en la presente investigación. Esto posiblemente se deba a que el extracto de chocho es un antihelmíntico natural que elimina parásitos, y permite obtener pesos superiores a los citados por el mencionado autor.

Tabla 6.4. Comportamiento de los cuyes al suministro del extracto del chocho macerado y cocido.

VARIABLES	TIEMPOS DE MACERACIÓN (horas)			Sx A	Prob.
	0	72	144		
Peso inicial de los animales (kg)	0,281	0,281	0,268		
Peso a los 30 días (kg)	0,570 a	0,566 a	0,535 a	0,020	0,068
Peso a los 60 días (kg)	0,837 a	0,829 a	0,812 a	0,026	0,069
Peso a los 90 días (kg)	1,099 a	1,076 a	1,040 a	0,031	0,055
Peso a los 120 días (kg)	1,295 a	1,255 a	1,221 a	0,036	0,078
Ganancia de peso de 0 - 30 días (kg)	0,289 a	0,285 a	0,267 a	0,022	0,082
Ganancia de peso de 30 - 60 días (kg)	0,267 a	0,263 a	0,277 a	0,015	0,078
Ganancia de peso de 60 - 90 días (kg)	0,262 a	0,247 a	0,228 a	0,015	0,054
Ganancia de peso de 90 - 120 días (kg)	0,196 a	0,178 a	0,181 a	0,013	0,055
Ganancia de peso total (kg)	1,014 a	0,974 a	0,953 a	0,040	0,091
Consumo de materia seca (kg)	8,019 a	7,866 a	8,038 a	0,110	0,061
Conversión alimenticia	6,251 a	6,322 a	6,694 a	0,199	0,063
Peso a la canal (kg)	0,973 a	0,921 a	0,892 a	0,034	0,051
Rendimiento a la canal (%)	74,84 a	73,32 a	72,94 a	0,860	0,057
Observaciones:					
Letras iguales no difieren estadísticamente.					
SxA: error estándar para el período de maceración del chocho.					

Fuente: Sinaluisa (2013) y (Cajas, Camacho y Díaz-H. (2008).

6.3.2. Ganancia de peso de los cuyes

Cajas, Camacho y Díaz-H (2008) señalan que el suministro de extracto de chocho sin macerar y macerados por un tiempo de 72 horas a los 30 días, permitió alcanzar 0,289 y 0,285 kg de ganancia de peso en cuyes machos (tabla 6.4), aunque no se encuentran diferencias estadísticas, numéricamente superan al tratamiento, cuyo período de maceración del chocho fue 144 horas, encontrándose 0,267 kg de ganancia de peso.

Los cuyes que recibieron extracto de chocho macerado por 144 horas, alcanzaron 0,277 kg de ganancia de peso a los 30 a 60 días, que supera numéricamente a los tratamientos, sin maceración, los cuales alcanzaron incrementos de peso de 0,267 y 0,263 kg respectivamente. La mayor ganancia de peso a los 90 días, se registró con el tratamiento sin maceración, que supera numéricamente de los tratamientos cuyos tiempos de maceración del chocho fue de 72 y 144 horas; registrándose una ganancia de peso de 0,247 a 0,228 kg respectivamente.

El suministro de extracto de chocho sin macerar a los 120 días, permitió una ganancia de peso de 0,196 kg, que supera numéricamente a los tratamientos cuyos tiempos de maceración del chocho (de 72 y 144 horas); obteniéndose un valor de 0,178 kg y 0,181 kg de ganancia de peso respectivamente.

Finalmente, la ganancia de peso total fue de 1,014 kg, que corresponde a los animales que recibieron extracto de chocho sin macerar; el cual supera numéricamente al chocho macerado (a 72 y 144 horas), que registraron 0,974 kg y 0,953 kg respectivamente (Cajas, Camacho y Díaz-H. (2008); Criollo (2000). Cajas, Camacho y Díaz-H. (2008), al utilizar subproductos del maíz, en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento y engorde alcanzaron ganancias de peso entre 0,490 y 0,552 kg, siendo inferiores a los encontrados en la presente investigación. Pazmiño (2005), al evaluar la cáscara de maracuyá como subproducto no tradicional en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento y engorde alcanzó ganancias de peso de 0,610 a 0,651 kg; resultando igualmente inferiores a los encontrados en la presente investigación.

6.3.3. Consumo de materia seca total

Cajas, Camacho y Díaz-H (2008) señalan que el consumo total de alimento (kg MS) no determina diferencias significativas entre los tratamientos estudiados. El mejor consumo de manera numérica se registró en los animales que recibieron extracto de chocho macerado por un período de 144 horas, consumiendo en total 8,038 kg MS; seguido de los cuyes cuya desparasitación se hizo con extracto de chocho sin macerar, que alcanzaron a consumir 8,019 kg; y, finalmente, los animales que recibieron extracto de chocho macerado (a 72 horas) alcanzaron un consumo de alimento de 7,866 kg MS. Rumancela (1999), al evaluar la pollinaza en la alimentación de cuyes mejorados en las fases de crecimiento, engorde, gestación y lactancia, obtuvo consumos de alimento en la etapa de crecimiento y engorde entre 5,180 y 7,070 kg MS; siendo estos inferiores a los encontrados en la presente investigación; debiéndose posiblemente a que el extracto fitoquímico del chocho influye en la eliminación de parásitos, haciendo que los animales tengan más apetito y consuman mayor cantidad de alimento.

6.3.4. Conversión alimenticia

Cajas, Camacho y Díaz-H (2008) señalan que los animales más eficientes en la conversión de alimento fueron aquellos que recibieron extracto de chocho sin macerar, debido a que alcanzaron un indicador de 6,25; aunque no difiere estadísticamente, fueron más eficientes a los tratamientos cuyos tiempos de maceración del chocho fue de 72 y 144 horas, debido a que estos registraron conversiones de 6,32 y 6,69 respectivamente. Supe (2008), el cual utilizó plantas desparasitantes tradicionales (paico, ajenojo, ruda y marco) en el control de parásitos gastrointestinales, encontró conversiones de 6,64 y 7,20; siendo menos eficientes que los resultados de la presente investigación. Esto posiblemente se deba a que los alcaloides del chocho influyen positivamente en los parámetros productivos de los cuyes.

6.3.5. Peso a la canal

Cajas, Camacho y Díaz-H (2008) señalan que el mayor peso a la canal fue de 0,973 kg, correspondiente a los animales que recibieron el tratamiento sin maceración, lo cual supera numéricamente a los tratamientos cuyos tiempos de maceración del chocho fueron de 72 y 144 horas, debido a que alcanzaron 0,921 y 0,892 kg de peso a la canal respectivamente. Quinatoa (2007), al evaluar diferentes niveles de harina de retama más melaza en la elaboración de bloques nutricionales, alcanzó pesos a la canal de 0,601 y 0,663 kg, valores inferiores a los encontrados en la presente investigación.

6.3.6. Rendimiento porcentual a la canal

Cajas, Camacho y Díaz-H (2008) señalan que el rendimiento a la canal no registra diferencias significativas entre los tratamientos estudiados; sin embargo, la mejor respuesta numérica se obtuvo con el suministro de extracto de chocho sin macerar, con un rendimiento a la canal de 74,84 %; este supera a los tratamientos cuyos tiempos de maceración del chocho fueron de 72 y 144 horas, con 73,32 y 72,94 % respectivamente.

Al comparar los resultados con Quinatoa (2007), evaluando diferentes niveles de harina de retama más melaza en la elaboración de bloques nutricionales, se puede observar que este alcanzó rendimientos a la canal de 68,94 y 69,48 %, inferiores a los reportados en la presente investigación.

6.4. ANÁLISIS COPROPARASITARIO (AL INICIO, 30, 60, 90 Y 120 DÍAS)

6.4.1. Comportamiento en el *Eimeria* sp

La presencia de *Eimeria* sp inicial, en cuyes a los cuales se les suministró el extracto de chocho macerado (a las 72 y 144 horas), fue de: 5 704,17; 8 379,17 y

3 350,25 de OPG (ooquistes por gramo de heces). A los 90 días del suministro de los tratamientos en mención, se redujo a: 20,83; 25,00 y 4,17 OPG de heces respectivamente.

Tabla 6.5. Efecto del extracto de chocho macerado, durante 72 y 144 horas, como desparasitante en cuyes machos.

PRESENCIA PARASITARIA PARA DIFERENTES TIEMPOS DE EVALUACIÓN	TIEMPO DE MACERACIÓN			MEDIA	Sx t(0,05)
	0	72	144		
<i>Eimeria sp</i> inicial (OPG)	5 704,16	8 379,16	3 350,25	5 811,19	2 847,31
<i>Eimeria sp</i> a los 30 días (OPG)	532,50	1414,16	730,83	892,50	523,40
<i>Eimeria sp</i> a los 60 días (OPG)	106,66	276,66	145,00	176,11	100,90
<i>Eimeria sp</i> a los 90 días (OPG)	20,83	25,00	4,16	16,66	12,47
<i>Eimeria sp</i> a los 120 días (OPG)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ord. Strongylidea</i> inicial (HPG)	100,00	233,33	158,33	163,88	75,63
<i>Ord. Strongylidea</i> a los 30 días (HPG)	47,50	29,16	12,50	29,72	19,81
<i>Ord. Strongylidea</i> a los 60 días (HPG)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ord. Strongylidea</i> a los 90 días (OPG)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ord. Strongylidea</i> a los 120 días (OPG)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Paraspidodera uncinata</i> inicial (HPG).	410,41	640,00	587,50	545,97	136,12
<i>Paraspidodera uncinata</i> a los 30 días	125,00	339,66	227,50	230,72	121,50
<i>Paraspidodera uncinata</i> a los 60 días (HPG)	46,66	103,33	50,00	66,66	35,98
<i>Paraspidodera uncinata</i> a los 90 días (HPG)	4,16	29,16	4,16	12,50	16,33
<i>Paraspidodera uncinata</i> a los 120 días (HPG)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Trichuris muris</i> inicial (HPG).	50,00	12,50	41,66	34,72	22,28
<i>Trichuris muris</i> a los 30 días (HPG)	12,50	0,00	8,33	6,94	7,20
<i>Trichuris muris</i> a los 60 días (HPG)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Trichuris muris</i> a los 90 días (HPG)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Trichuris muris</i> a los 120 días (HPG)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Observaciones: OPG: ooquistes por gramo de heces. HPG: huevos por gramo de heces.					

Fuente: Sinaluisa (2013).

Según Supe (2008), la presencia de *Eimeria* sp fue de 50 a 450 OPG. Al repetir el análisis en un mes después, se redujeron considerablemente; se obtuvieron 0-150 OPG; más aún en el mes siguiente, cuando únicamente el suministro de T3H permitió obtener 50 OPG de este parásito; aunque, al volver a analizar en el mes próximo, este nuevamente comenzó a proliferarse en los tratamientos TOH I con 10 OPG y en el tratamiento T3M I, encontrándose 100 OPG; mientras que en la presente investigación, a partir de los 90 días, este parásito desapareció completamente, debiéndose este hecho posiblemente al efecto de los alcaloides de chocho ante la presencia de *Eimeria* sp.

6.4.2. Comportamiento en el *Ord. Strongylidea*

Cajas, Camacho y Díaz-H (2008) señalan que la utilización de extracto de chocho macerado durante 144 horas permitió la eliminación de parásitos *Ord. Strongylidea* (en cuyes machos que inicialmente estuvieron parasitados) con 158,33 HPG (huevos por gramo de heces); reduciéndose a 12,50 HPG a los 30 días; de la misma manera, el chocho macerado durante un período de 72 horas (en cuyes con una carga parasitaria inicial promedio de 233,33 HPG), se redujo a los 30 días a 29,17 HPG; y cuando se aplicó el extracto de chocho sin macerar en cuyes con 100 HPG, esta se redujo a 47,50 HPG.

En general, cuando se analizaron todos los tratamientos, a los 60 días, en ninguno de ellos se diagnosticó este tipo de parásito; por esto, el extracto de chocho se considera eficaz por los componentes antiparasitarios que posee dentro de su estructura química.

6.4.3. Comportamiento en el *Paraspidodera uncinata*

Cajas, Camacho y Díaz-H (2008) señalan que, al inicio de la investigación, la carga de *Paraspidodera uncinata* fue de 410,42 HPG, lográndose una reducción de este parásito a 4,17 HPG con el suministro de extracto de chocho sin macerar a los 90 días. De la misma manera, con cargas parasitarias iniciarles de 640 HPG, al suministrar el extracto de chocho macerado durante 72 horas, se redujo a 29,17 HPG; y, finalmente, con la aplicación de extracto de chocho macerado durante

144 horas en cuyes con cargas parasitarias de 587,50 HPG, esta se redujo a 4,17 HPG. Cuando todos los animales fueron analizados, según su respectivo tratamiento a los 120 días, este parásito desapareció completamente.

Según Supe (2008), la presencia de *Paraspidodera uncinata* no se elimina con el suministro del zumo de paico, ajenojo, ruda y marco; por lo que persisten estos hasta el período de engorde de los animales; mientras que, en la presente investigación, a los 120 días, este parásito se eliminó en su totalidad; lo que permite corroborar que el extracto de chocho es eficaz en el control del parásito en mención.

6.4.4. Comportamiento en el *Trichuris muris*

Cajas, Camacho y Díaz-H (2008) señalan que la utilización de extracto de chocho sin macerar permitió la eliminación de parásitos *Trichuris muris* en aquellos animales que inicialmente estuvieron parasitados con 50 HPG, reduciéndose a 12,50 HPG a los 30 días; de la misma manera, el chocho macerado por un período de 72 horas (en cuyes con una carga parasitaria inicial promedio de 12,50 HPG), se redujo a los 30 días a 0 HPG; y cuando se suministró el extracto de chocho macerado a un período de 144 horas (en cuyes con 41,67 HPG), se redujo a 8,33 HPG.

A los 60 días la presencia de este tipo de parásito desapareció completamente. La presencia de alcaloides provenientes del chocho resulta eficaz para el control del parásito en mención.

Supe (2008) reporta que el *Trichuris sp* no se elimina con el T1M I, T1H II y T1H III, pues al final de la investigación todavía se presentaba este parásito, mientras que el suministro de extracto de chocho macerado y cocido a los 120 días controló en su totalidad el mencionado parásito; lo cual permite aseverar que el mismo resulta ser eficiente en el control de *Trichuris muris*.

6.5. COMPORTAMIENTO DEL TIEMPO DE COCCIÓN DEL CHOCHO Y SU EFECTO COMO DESPARASITANTE

6.5.1. Peso inicial a los 30, 60, 90 y 120 días de los cuyes

Cajas, Camacho y Díaz-H (2008) señalan que el peso promedio de los cuyes machos al inicio de la investigación fue de 0,280 kg; mismos fueron distribuidos al azar para la evaluación del suministro del extracto de chocho como antiparasitario a diferentes tiempos de maceración y tiempos de cocción. A los 30 días, los cuyes machos que recibieron el tratamiento con tiempo de cocción del chocho de 30 minutos, alcanzaron un peso de 0,596 kg; que difiere significativamente ($P < 0,01$) de los tiempos de cocción de 15 y 45 minutos, debido a que estos registraron pesos de 0,503 y 0,572 kg respectivamente.

Al pesar los cuyes nuevamente a los 60 días, el mayor peso fue de 0,900 kg, que corresponde al tratamiento, cuyo tiempo de cocción del chocho fue de 30 minutos, que difiere estadísticamente ($P < 0,01$) de los tiempos de cocción extremos (15 y 45 minutos), con los cuales se alcanzaron pesos de 0,757 y 0,820 kg.

Cajas, Camacho y Díaz-H (2008) señalan que el mayor peso de los cuyes se obtuvo con el suministro de extracto de chocho cocido durante 30 minutos; registrándose un peso de 1,177 kg a los 90 días; lo que difiere estadísticamente ($P < 0,01$) de los tiempos extremos de cocción del chocho (15 y 45 minutos), debido a que alcanzaron 0,995 y 1,044 kg de peso vivo respectivamente. Finalmente, el suministro de extracto de chocho cocido a un tiempo de 30 minutos permitió alcanzar a los 120 días un peso vivo en los cuyes machos de 1,364 kg, que difieren estadísticamente ($P < 0,01$) de los tiempos de cocción del chocho extremos (15 y 45 minutos), ya que se obtuvieron pesos de 1,167 y 1,239 kg.

Como se puede observar, en la toma de información a los 30, 60, 90 y 120 días, los mejores pesos se obtuvieron en aquellos animales que recibieron el extracto de chocho cocido en un tiempo de 30 minutos; esto posiblemente se debió a que, durante este tiempo, el proceso de liberación de los alcaloides del chocho fue el adecuado.

Al comparar los resultados de la presente investigación con Supe (2008) (el mismo que evaluó la utilización de plantas desparasitante tradicionales: paico, ajenojo,

Tabla 6.6. Comportamiento de los cuyes al suministro del extracto del chocho macerado y cocido.

VARIABLES	TIEMPO DE COCCIÓN (min)			SxB	Prob.
	15	30	45		
Peso inicial de los animales (kg)	0,268	0,280	0,283		
Peso a los 30 días (kg)	0,503 c	0,600 a	0,572 b	0,020	0,001
Peso a los 60 días (kg)	0,757 c	0,900 a	0,820 b	0,026	0,001
Peso a los 90 días (kg)	0,995 c	1,177 a	1,044 b	0,031	0,001
Peso a los 120 días (kg)	1,167 c	1,364 a	1,239 b	0,036	0,001
Ganancia de peso de 0 - 30 días (kg)	0,236 b	0,317 a	0,289 ab	0,022	0,035
Ganancia de peso de 30 - 60 días (kg)	0,254 b	0,304 a	0,248 b	0,015	0,038
Ganancia de peso de 60 - 90 días (kg)	0,237 a	0,277 a	0,224 a	0,015	0,054
Ganancia de peso de 90 - 120 días (kg)	0,173 a	0,187 a	0,200 a	0,013	0,055
Ganancia de peso total (kg)	0,900 c	1,084 a	0,956 b	0,040	0,001
Consumo de materia seca (kg)	7,919 a	8,000 a	8,005 a	0,110	0,061
Conversión alimenticia.	6,830 b	5,903 a	6,534 b	0,199	0,063
Peso a la canal	0,856 c	1,023 a	0,906 b	0,034	0,001
Rendimiento a la canal (%).	73,28 a	74,79 a	73,03 a	0,860	0,057
Observaciones: Letras iguales no difieren estadísticamente. SxA: error estándar para el período de maceración del chocho.					

ruda y marco en el control de parásitos gastrointestinales en cuyes), obtuvo pesos entre 0,990 kg y 1,020 kg; valor inferior al de la presente investigación. Esto quizá se deba a una mayor eficiencia desparasitante por la presencia de los alcaloides del chocho.

6.5.2. Ganancia de peso a los 30, 60 y 90 días

Cajas, Camacho y Díaz-H (2008) señalan que la mayor ganancia de peso de los cuyes a los 30 días fue de 0,317 kg que corresponde a la aplicación de extracto

de chocho cocido durante 30 minutos. Con un tiempo de cocción de 45 minutos, la ganancia de peso fue 0,289 kg, pero este valor difiere estadísticamente ($P < 0,05$) cuando se coció el chocho a un tiempo de 15 minutos; la ganancia de peso en este caso fue de 0,236 kg.

De 30 a 60 días, la ganancia de peso con el tratamiento con tiempo de cocción del chocho de 30 minutos registró 0,304 kg, que supera estadísticamente ($P < 0,05$) de los tratamiento con tiempos de cocción de 15 y 45 minutos. En estos casos, la ganancia de peso fue de 0,254 y 0,248 kg respectivamente.

De los 60 a 90 días, la mayor ganancia de peso se obtuvo con el tratamiento con tiempos de cocción del chocho de 30 minutos, ya que arrojó un valor de 0,277 kg; aunque no difiere estadísticamente del resto de tratamientos, el mismo supera numéricamente a los tratamientos, con tiempos de cocción del chocho de 15 y 45 minutos. En este caso, el peso alcanzado fue de 0,237 y 0,224 kg respectivamente.

Al volver a procesar la información de 90 a 120 días, la mayor ganancia de peso se obtuvo, en cuyes a los cuales se les suministró el extracto de chocho cocido por 45 minutos, que registraron 0,195 kg de peso; aunque no difiere estadísticamente del resto de tratamientos, supera numéricamente las cocciones de 30 y 15 minutos, con las cuales se obtuvieron 0,187 y 0,173 kg de ganancia de peso.

La mayor ganancia de peso total fue 1,084 kg, que corresponde a los cuyes que recibieron el extracto de chocho con tiempo de cocción de 30 minutos, que difiere estadísticamente ($P < 0,01$) del resto de tratamientos, puesto que estos alcanzaron 0,956 y 0,900 kg.

Al comparar los resultados con Supe (2008), este autor encuentra ganancias de pesos de 0,660 y 0,710 kg; de la misma manera, Quinatoa (2007) reporta en su investigación ganancias de peso hasta el período de engorde de 0,540 y 0,561 kg; valores inferiores al de la presente investigación. Esto posiblemente se deba a que el extracto de chocho es un antiparasitario que elimina microorganismos, lo cual hace que influya en la ganancia de peso de los animales.

6.5.3. Consumo de materia seca total (kg)

Cajas, Camacho y Díaz-H (2008) señalan que, aunque no se registraron diferencias estadísticas entre los tratamientos en el consumo de alimento, se pudo observar que, con el suministro de extracto de chocho cocido durante 15 minutos, los animales consumieron 7,919 kg MS; siendo este valor inferior respecto a los tratamientos donde se les suministró extracto de chocho cocido a 30 y 45 minutos; alcanzando consumos de 7,999 y 8,005 kg de alimento en base a MS en todo el periodo de investigación.

Al comparar los resultados con Supe (2008), este alcanza consumos de materia seca de 4,630 y 4,890 kg; valores inferiores al de la presente investigación, y posiblemente se deba a que nuestros animales consumieron más, debido a que los alcaloides eliminan correctamente el total de parásitos, haciendo que los mismos tengan mayor apetito y se traduzca en un mayor consumo de materia seca.

6.5.4. Conversión alimenticia

Cajas, Camacho y Díaz-H (2008) señalan que el suministro de extracto de chocho cocido (por un tiempo de 30 minutos) permite que los cuyes sean más eficientes, puesto que, para ganar un kilogramo de peso, requirieron solamente 5,903 kg de alimento; aunque no se registraron diferencias estadísticas, numéricamente son más eficientes que cuando se les suministró extracto de chocho, con un tiempo de cocción superior o inferior a 30 minutos.

Supe (2008) reporta conversiones alimenticias de 6,69 y 7,13, mientras que Quinotoa (2007) alcanzó 8,12 y 8,25; valores menos eficientes a la presente investigación. Esto nos permite manifestar que el extracto de chocho cocido permite controlar los parásitos y, en consecuencia, mejorar los parámetros productivos y de eficiencia.

6.5.5. Peso a la canal

El suministro de extracto de chocho cocido por un tiempo de 30 minutos, permite obtener un peso promedio a la canal de 1,023 kg, estadísticamente superior ($P < 0,01$) a los tratamientos cuyos tiempos de cocción del chocho son extremos (15 y 45 minutos), donde se alcanzaron pesos a la canal de 0,856 y 0,906 kg. Esto prácticamente es consecuencia de los pesos, y ganancias de pesos de los animales, donde influye además la carga microbiana inicial.

Al comparar los resultados con Zarate (2006) con otros autores, en su efecto en crecimiento y engorde de cuyes machos mejorados, quien utilizó cuatro tipos de alimentos, se puede constatar que este alcanzó pesos a la canal entre 0,610 y 0,880 kg, mientras que Quinotoa (2007) obtuvo 0,601 y 0,670 kg, y Casa (2008) 0,810 kg. Los autores citados alcanzaron pesos a la canal inferiores al logrado en la presente investigación. Esto posiblemente se deba al efecto desparasitante del chocho.

6.5.6. Rendimiento porcentual a la canal (%)

Cajas, Camacho y Díaz-H (2008) señalan que, aunque no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos para el rendimiento a la canal en cuyes, el suministro de extracto de chocho cocido a un tiempo de 30 minutos, permitió obtener el 74,79 % para esta variable; valores que superan numéricamente a los tratamientos extremos, cuyos tiempos de cocción fueron entre 15 y 45 minutos. Para este caso, se registraron 73,28 y 73,03 % de rendimiento a la canal respectivamente. Por otra parte, Zarate (2006) alcanzó rendimientos a la canal de 65,13 y 73,58 %, y Quinotoa (2007) de 68,94 y 69,48 %; valores inferiores a los encontrados en la presente investigación. Igualmente, esto quizás se deba al efecto desparasitante del chocho.

6.6. ANÁLISIS COPROPARASITARIO: AL INICIO, 30, 60, 90 Y 120 DÍAS

6.6.1. *Eimeria sp* inicial, a los 30, 60 y 90 días

Cajas, Camacho y Díaz-H (2008) señalan que, al considerar el tiempo de cocción, la presencia de *Eimeria sp* inicial (en cuyes a los cuales se les suministró extracto de chocho cocido a 15, 30 y 45 minutos), fue de 6904,17; 4108,33 y 6421,08 de OPG (ooquistes por gramo de heces). A los 90 días de suministro de los tratamientos en mención, se redujo a 16,67, 4,17 y 29,17 OPG respectivamente. Al reanalizar a los 120 días, estos parásitos prácticamente desaparecieron (tabla 6.7); mientras que Supe (2008) todavía encuentra en algunas muestras de este parásito, lo que manifiesta una vez más el poder antihelmíntico natural que posee el extracto de chocho.

Tabla 6.7. Efecto del extracto de chocho macerado, durante 15, 30 y 45 horas, como desparasitante en cuyes machos.

VARIABLES	TIEMPO DE COCCIÓN			MEDIA	Sx t(0,05)
	15	30	45		
<i>Eimeria sp</i> inicial (OPG)	6 904,16	4 108,33	6 421,08	5 811,19	1 691,04
<i>Eimeria sp</i> a los 30 días (OPG)	770,00	821,66	1085,83	892,50	191,17
<i>Eimeria sp</i> a los 60 días (OPG)	125,00	114,16	289,16	176,11	110,96
<i>Eimeria sp</i> a los 90 días (OPG)	16,66	4,16	29,16	16,66	14,15
<i>Eimeria sp</i> a los 120 días (OPG)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ord. Strongylidea</i> inicial (HPG)	129,16	204,16	158,33	163,88	42,78
<i>Ord. Strongylidea</i> a los 30 días (HPG)	16,66	29,16	43,33	29,72	15,10
<i>Ord. Strongylidea</i> a los 60 días (HPG)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ord. Strongylidea</i> a los 90 días (OPG)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ord. Strongylidea</i> a los 120 días (OPG)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Paraspidodera uncinata</i> inicial (HPG).	775,00	439,58	423,33	545,97	224,64
<i>Paraspidodera uncinata</i> a los 30 días	362,16	194,16	135,83	230,72	132,98
<i>Paraspidodera uncinata</i> a los 60 días (HPG)	110,83	51,66	37,50	66,66	44,02

<i>Paraspidodera uncinata</i> a los 90 días (HPG)	0,00	0,00	0,00	0,00	14,15
<i>Paraspidodera uncinata</i> a los 120 días (HPG)	25,00	12,50	0,00	12,50	0,00
<i>Trichuris muris</i> inicial (HPG).	33,33	54,16	16,66	34,72	21,26
<i>Trichuris muris</i> a los 30 días (HPG)	8,33	12,50	0,00	6,94	7,20
<i>Trichuris muris</i> a los 60 días (HPG)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Trichuris muris</i> a los 90 días (HPG)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Trichuris muris</i> a los 120 días (HPG)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Observaciones: OPG: ooquistes por gramo de heces. HPG: huevos por gramo de heces.					

Fuente: Sinaluisa (2013); Cajas, Camacho y Díaz. (2008).

6.6.2. Comportamiento en el *Ord. Strongylidea*

Cajas, Camacho y Díaz-H (2008) señalan que el suministro de extracto de chocho cocido durante 15 minutos permitió la eliminación de parásitos *Ord. Strongylidea* en cuyes machos (inicialmente estuvieron parasitados con 129,17 HPG); reduciéndose a 16,67 HPG a los 30 días; de la misma manera, el extracto de chocho cocido a un tiempo de 30 minutos, con una carga parasitaria inicial promedia de 204,17 HPG, se redujo a 29,17 HPG (a los 30 días); y cuando se les suministró extracto de chocho con 45 minutos de cocción, a cuyes con 158,33 HPG se redujo a 43,33 HPG.

En su reanálisis a los 60 días, estos parásitos ya no existían; lo que reafirmó una vez más la eficacia del extracto de chocho cocido como desparasitante natural.

6.6.3. Comportamiento en el *Paraspidodera uncinata*

Cajas, Camacho y Díaz-H (2008) señalan que, al inicio de la investigación, la carga de *Paraspidodera uncinata* fue de 775 HPG. Ellos lograron una reducción de este parásito a 25,00 HPG con el suministro de extracto de chocho cocido a 15 minutos a los 90 días; de la misma manera, en cuyes con cargas parasitarias iniciarles de 439,33 HPG, al suministrarles el extracto de chocho cocido durante

30 minutos, esta se redujo a 12,50 HPG; y, finalmente, el suministro de extracto de chocho cocido durante 45 minutos (en cuyes con cargas parasitarias de 423,33 HPG), permitió una eliminación total (a los 90 días). Aunque, Supe (2008), al final, de investigación, todavía reporta la presencia este parásito.

6.6.4. Comportamiento en el *Trichuris muris*

Cajas, Camacho y Díaz-H (2008) señalan que con el suministro de extracto de chocho cocido en los cuyes permitió la eliminación total del *Trichuris muris*. Mientras que, en aquellos cuyes que inicialmente presentaban un 33,33 HPG se les redujo 8,33 HPG a los 30 días.

A los cuyes tratados con chocho cocido durante un tiempo de 30 minutos, con una carga parasitaria inicial promedio de 54,17 HPG, se les redujo a 12,50 HPG a los 30 días; y, cuando se les suministró el extracto de chocho cocido a un tiempo de 45 minutos, en cuyes con 16,67 HPG inicial, se logró un 0 HPG. Finalmente, a los 60 días, la presencia de este tipo de parásito desapareció completamente. En este contexto, la presencia de los alcaloides provenientes del chocho como desparasitante, mostro una vez más su probada eficacia.

CAPITULO VII INDUSTRIA DE LA PIEL DE CUY. PROCESOS PARA EL CURTIDO DE PIELES DE CUY

7.1. INTRODUCCIÓN. PRINCIPALES OPERACIONES DURANTE EL PROCESO DE CURTICIÓN

Lacerca (2006), en la definición de la transformación de la piel cruda en cuero terminado, expone una secuencia de numerosos pasos que, de manera resumida, se exponen a continuación:

Figura 7.1. Extracción de piel de cuyes.



7.1.1. Ribera

Estos procesos constituyen un conjunto de operaciones mecánicas, procesos químicos, fisicoquímicos y enzimáticos, que tienen como fin eliminar de la piel los componentes no adecuados para la obtención de cuero. Todo ello permite preparar la estructura fibrosa del colágeno para la fase de curtición. Muchos autores consideran la ribera hasta la operación de piquel, pero como esta muchas veces se realiza junto con la curtición, la consideraremos dentro de los procesos de curtición (Romero, 2015, p.18).

Después de matar y despellejar al animal, y antes de iniciarse el proceso de curtido, las pieles en bruto se curan salándolas o secándolas. Dentro de los métodos de curado más frecuentes se encuentra el uso de la sal, ya sea por salazón húmeda o por el curado con salmuera. Así se resumen las operaciones anteriores al curtido propiamente dicho que se describe a continuación (Lacerca, 2006).

7.1.2. Remojo

Vanvlimer (2006) afirma que la operación de remojo es la primera a la que se someten las pieles en el proceso de fabricación; consiste en tratarlas con agua. “Los cueros generalmente son conservados mediante deshidratación, lo cual evita o reduce sustancialmente el ataque microbiano sobre la piel” (Díaz, 2019, p. 9).

Tácitamente, el objetivo del remojo es eliminar de las pieles todas las materias extrañas que acompañan a esta: estiércol, sangre, barro, microorganismos, los productos usados en la conservación, como la sal, y disolver parcialmente las proteínas solubles y sales neutras y devolverlas al estado de hidratación que tenían como pieles frescas.

La cantidad de agua utilizada es aproximadamente de 7 m³/t, con unos efluentes cargados con sal, proteínas solubles, suero, emulsionantes y materia en suspensión.

Antes de llevar a cabo el proceso de la curtición, se debe llevar la piel a estado de hidratación o hinchamiento que tiene en el animal vivo; con ello, podremos observar, como recupera su original flexibilidad, morbidez y plenitud; cambiando

adecuadamente la estructura fibrosa, lo que facilita la penetración y absorción de los productos curtientes.

También con el remojo se persigue:

- ✓ Ablandar las pieles, dependiendo del sistema de conservación, de tal forma que se asemejen a las pieles recién sacrificadas (Romero, 2015).
- ✓ Quitar la sangre, estiércol, tierra y otras impurezas no eliminadas en el proceso de desecación.
- ✓ Quitar la sal que impide la hinchazón de las pieles, y facilitar la penetración de los productos químicos.

Figura 7.2. Piel de cuyes en remojo.



7.1.3. Descarnado

Soler (2005) manifiesta que la piel está constituida por epidermis, dermis y endodermis; la primera es eliminada en la depilación y apelmbrado. La tercera está constituida por fibras horizontales atravesadas por vasos sanguíneos; generalmente quedan en esta parte de la piel trozos de carne (músculos) o tejido adiposo (grasa).

Con la operación de descarnado, se eliminan estos componentes, para hacer frente a los procesos posteriores y para evitar el desarrollo de bacterias en el cuero. El descarnado se efectúa haciendo pasar la piel por una máquina que posee un cilindro neumático de garra y otro de cuchillas helicoidales afiladas. La piel circula en sentido contrario al cilindro de cuchillas; el cual está ajustado de forma tal que presiona la piel para cortar sólo el tejido conjuntivo subcutáneo (Romero, 2015).

Figura 7.3. Descarnadora de pieles.



Luego del descarnado, se procede a recortar el cuero en crupones, cabezas y faldas, según el destino requerido; procediendo luego a la división en partes según el espesor, y seleccionando los descarnes. Esta parte del proceso es de suma importancia, puesto que aquí se orienta al producto según los requerimientos del mercado.

Si pasamos de un nivel macroscópico a un nivel microscópico y aún molecular, sucede lo siguiente:

- ✓ Algunas cadenas de aminoácidos del colágeno son cortadas en uno o más lugares (peptización).

- ✓ Degradación de las fibras de elastina por la acción de enzimas elastolíticas;
- ✓ Degradación del mismo y de las sustancias químicas utilizadas, por lo que aquellas operaciones constituyen tramos intermedios en el proceso de curtido.

Figura 7.4. Proceso de envoltura, una vez aplicada la sustancia correspondiente, para facilitar el depilado.



7.1.4. Piquelado

En la fuente <http://www.euroleather.com> (2013) se reporta que la operación de piquelado consiste en someter la piel primeramente a un baño de agua con sal; lo cual posibilita el hidratamiento de la misma con el agregado posterior del ácido mineral.

Usualmente también constituye una costumbre el uso de piquelado bifurcado o tamponado, es decir, con un agregado previo al ácido de formiato de calcio o sodio, y el agregado de ácido fórmico antes del ácido mineral. Estos sistemas bifurcados posibilitan que las variaciones de pH del sistema sean mínimas; queda una amplia reserva de ácido en el baño, y se obtiene una rápida difusión de la sal curtiente hacia el interior de la piel, y por lo tanto, se evita una curtición superficial y una flor más fina en el cuero final.

La razón por la cual se piqueta una piel es para propiciar un ajuste del pH (Díaz, 2019). En la purga, se trabaja con un valor igual a ocho; para curtir se debe llegar de 2,8 a 3,5; estando sujeto lo anterior a la experiencia y práctica del curtidor; así como a las características del productos final que se desea obtener.

Se busca, al comienzo de la curtición, que la reacción aluminio-colágeno sea lenta; esto posibilita que la piel precurtida no se encoja ni modifique. Se intensifica la reacción para completarla en un tiempo razonable mediante la basificación, o sea, mediante el agregado de un alcalino (bicarbonato de sodio) o soda solvay.

Mediante el piquelado, se preparan las pieles para el curtido, evitando así un curtido inicial intenso que redundaría en perjuicio de la calidad del cuero final del proceso, para lo cual la piel debe ser ácida: debe de usarse un ácido previo a la curtición, lo cual evita a la vez el hinchamiento precisamente ácido (Rodríguez, 2015).

El grado de piquelado y el pH de los cueros varía según los lotes de cuero y el proceso de conservación y la antigüedad del piquelado. Por otra parte, de acuerdo con su origen, los cueros piquelados tendrán más o menos grasa. Generalmente, a los cueros muy grasos, también se les practica un desgrase durante el piquelado; mientras, que al resto se les puede desgrasar después de la curtición. No obstante, en ambos casos (desgrasados o no), los cueros piquelados deben volver a un estado de hidratación adecuado; requisito indispensable para continuar con el proceso de curtición. Se debe tener muy presente bajar la acidez de las pieles en proceso, pues después del piquelado deben presentar un pH igual 4 (adaptado para la curtición con extracto vegetal).

7.1.5. Precurtición

Hidalgo (2004) indica que, en la precurtición, se prepara el cuero para el curtido, fijando la estructura del mismo y ajustando el pH; esto permite que la curtición transcurra suavemente y sin astringencia, lo cual puede producir crispaciones de la flor o la sobrecarga de la misma con materiales curtientes. Mediante la curtición, se transforma la piel en cuero.

Durante el proceso de curtición se deben tener muy presentes aspectos tales como: la resistencia hidrotérmica, para lo cual se debe mantener la piel en agua en

ebullición, a una temperatura mayor que el colágeno crudo. El colágeno curtido en condiciones húmedas debe resistir el ataque de las enzimas; por otra parte, debe presentar una adecuada estabilidad química, que permita que los cueros no sufran deterioro bajo condiciones de uso o almacenamiento; y observar semejantes propiedades físicas de la estructura fibrosa de la piel natural. Altamirano (2006) infiere que se llega al concepto de curtición por la comprobación de las propiedades del producto resultante, es decir, que la curtición consiste en la estabilización de la proteína de la piel por tratamiento de un agente curtiente (Díaz, 2019, p. 9); luego de todas las condiciones de penetración y acceso a los lugares de reacción de la piel, derivadas de su tamaño molecular y capacidad difusora en medio acuoso y por reacción química irreversible. El colágeno produce reticulación, o sea, uniones transversales entre cadenas peptídicas vecinas, que dan lugar a un aumento de la temperatura de encogimiento, una mayor estabilidad de la digestión proteolítica en húmedo y un secado de la misma sin que presente un carácter córneo (Gualoto, 2016).

Artigas (2007) propone el curtido en fulón, de la siguiente manera:

- Primero tiene lugar la rehidratación al mismo tiempo que se procede a un despiquelado liviano.
- Se precurte con tanino sintético, seguido por la curtición mineral con sulfato de aluminio.
- Los productos son agregados directamente sin disolución previa.
- Luego se introducen los cueros en el fulón y se pone en movimiento por espacio de una hora.
- Se controla el pH en la superficie de los cueros, el que debe ser aproximadamente 4,0. De acuerdo con el grado de piquelado, pueden necesitarse cantidades mayores de hiposulfito de sodio.
- Seguidamente se agrega al mismo baño 1 % de curtiente sintético en polvo, pH 3,8-4,5, estable en medio salino.

Figura 7.5. Precurtición de pieles de cuyes.



7.2. Curtición de pieles de cuy

Bacarditt (2004) asevera que aquellos cueros y pieles que conservan su estructura natural fibrosa y que han sido tratados adecuadamente, resultan imputrescibles, incluso después de un tratamiento con agua o cuando se haya eliminado o no el pelo o la lana. Ciertas pieles tratadas o acabadas de forma análoga, pero sin que se les haya separado el pelo, se denominan “pieles para peletería”.

Es importante tener en cuenta que no se pueden definir como cueros curtidos aquellos productos en cuya fabricación, la estructura original de la piel se descompone en fibras, polvos u otros fragmentos por medio de procesos químicos o mecánicos, y luego se procede a la reconstitución de esos fragmentos en láminas u otras formas.

Veamos a continuación algunos procesos de curtidos:

- **Curtido a la grasa:** obtenido por incorporación a la piel de grasas blandas de origen animal, las cuales, al experimentar modificaciones químicas en contacto con las fibras, producen la fijación de materias grasas.
- **Curtido a la sílice:** pieles o cueros curtidos con compuestos silíceos, que se caracterizan por presentar un color blanco y la plenitud de la curtición. Normalmente tienen escasa resistencia a la tracción y al desgarrar.

- **Curtido al aceite:** obtenido mediante el tratamiento de aceites de pescado, de animales marinos, o sintéticos, sobre pieles adecuadamente preparadas. Estos aceites se someten después a oxidación u otros cambios químicos, de lo que resulta una combinación química de los derivados del aceite con la piel.
- **Curtido al aldehído:** curtidos obtenidos tratando descames de pieles ovinas o pieles ovinas desfloradas, con aldehídos.
- **Curtido al alumbre:** curtido obtenido mediante el uso de una mezcla, cuyo principal ingrediente activo es una sal de aluminio. El color natural del curtido es blanco.
- **Curtido al azufre:** curtido obtenido incorporando azufre y sus compuestos a la piel, por tratamiento ácido y tiosulfato de sodio.
- **Curtido al cromo:** piel o cuero curtido exclusivamente con sales de cromo, o con estas conjuntamente con pequeñas cantidades de otro curtiente; usado para coadyuvar al proceso de curtición al cromo y no en cantidad suficiente para alterar el carácter esencial de la curtición al cromo.
- **Curtido vegetal:** curtido obtenido exclusivamente con agentes curtientes vegetales; o bien, adicionándoles pequeñas cantidades de otros agentes curtientes; usados solamente para coadyuvar al proceso de curtición o para mejorar el curtido, pero no en cantidad suficiente para alterar el carácter esencial de la curtición vegetal.
- **Curtido combinado:** proceso en que la piel o cuero es curtido con dos o más agentes curtientes.
- **Curtido mineral:** proceso en que la piel o cuero ha sido curtido con sales minerales, tales como las de aluminio, hierro, cromo y zirconio.

7.2.1. Curtición con sulfato de aluminio

Algunas de las prestaciones del sulfato de aluminio son:

- ✓ Ha sido utilizado históricamente para el tratado de todo tipo de aguas (ya sea para consumo humano como para mejorar localidad de afluentes industriales o cloacales).

- ✓ En el encolado de papel.
- ✓ Como mordiente en tintorerías y otros usos.
- ✓ En la actualidad, se utiliza predominantemente en tratamiento de aguas.
- ✓ El sulfato de aluminio libre de hierro es requerido mayormente en la industria peletera como encolante en métodos ácidos.

Se comercializa en concentraciones de 16 o 17 % (expresado como Al_2O_3). Cuando se utiliza este producto durante el proceso de curtición se deben observar los siguientes aspectos:

- ✓ Posterior descurtición, mediante tratamientos al estilo piquel.
- ✓ Despiqueado.
- ✓ Lavados.

Estas operaciones pueden eliminar una parte importante del aluminio, obteniéndose pieles que inicialmente pueden no tener carácter definido o, si lo tienen, son muy parecidas a pieles precurtidas con sales de aluminio.

Entre los objetivos principales de realizar una precurtición al aluminio están:

- ✓ Obtener una mayor finura y firmeza de flor.
- ✓ Mayor compacidad de la piel.
- ✓ Disminución de la elasticidad y plasticidad de la piel.

Los productos empleados en este caso son las sales de aluminio de nula o poca basicidad, como el sulfato de aluminio, alumbre de roca y cloruros comerciales poco básicos. Mantener una baja basicidad es conveniente, con el fin de favorecer la máxima penetración posible a través de todo el corte de la piel, que es lo que se persigue con este proceso.

La fuente <http://www.gemini.com> (2013) expone lo siguiente:

- ✓ Terminado el proceso de precurtición, se descargan las pieles y se dejan en reposo.
- ✓ Se reposa la piel en piquel, o se realiza la curtición al cromo en baño nuevo (empleando sal, lo que permite una densidad mínima de 5°Be (las

pieles precurtidas con aluminio se hinchan fácilmente en contacto con el agua).

- ✓ Otra opción es no cambiar el baño y realizar la curtición adicionando sales de cromo, después de efectuada la precurtición.
- ✓ Aunque dicha precurtición es válida en principio para cualquier tipo de artículo, puede ser más útil en artículos y tipo de piel donde la finura, soltura de flor y compacidad sean muy importantes. Este sería el caso de pieles para empeine plena flor anilina. No es despreciable la utilidad que puede tener también cuando se trate de obtener artículos compactos.

Veamos a continuación qué nos dice la fuente: <http://www.cueronet.com> (2013).

- ✓ Señala que: “La precurtición del cuero al cromo con sales de aluminio no es muy empleada debido a la facilidad de hidrólisis que tienen estas sales (ya que provoca su eliminación involuntaria en los baños de otros tratamientos posteriores, lavados etc.)”.
- ✓ A continuación, puntualiza que: “Este hecho las hace poco eficaces en esta fase previa a la curtición al cromo, con riesgo de que se produzca una eliminación irregular con las consecuencias que esto puede llevar consigo, por ejemplo tinturas poco igualadas”.
- ✓ Finalmente, concluye: “Esta hidrólisis, que facilita la descortición, puede ser aprovechada para efectuar un tratamiento con sales de aluminio, Wet-White, que posibilita las operaciones mecánicas de dividido, rebajado y conservación”.

Para la fuente <http://www.definicion.org>. (2013): “La piel curtida con sales de aluminio, es de color blanco, opaco y de aspecto suave, a pesar de su buen tacto por simple lavado se transforma de nuevo en una piel sin curtir”. Puntualiza que: “Según sea el sistema de curtición se pueden alcanzar temperaturas de contrición que oscilen entre 65 - 85 °C”.

A pesar de sus características, se siguen fabricando pieles tratadas con sales de aluminio, concretamente en peletería fina de visones, chinchillas, etc.; ya que presenta la gran ventaja de ser una curtición incolora (no modifica el color del pelo de las pieles). Este tipo de curtición posibilita un adobo delgado y flexible que, en peletería, es muy importante. (Romero, 2015).

Interesante es lo que expone la fuente <http://www.indunormineral.com> (2013), en referencia a las sales de aluminio empleadas durante el proceso de curtido de pieles:

- ✓ Expone que estos productos se los puede encontrar fácilmente en el mercado; tales como: los cloruros de aluminio de elevada basicidad, los cuales poseen una elevada astringencia y que uno de sus méritos más importantes es su capacidad para dar una adecuada firmeza a la estructura fibrosa.
- ✓ Este producto es fuertemente catiónico y que aumenta la fijación, reduciendo la penetración, en los productos aniónicos.
- ✓ Aclara que. “Los compuestos de orden superior como los alumbres ya no se consideran como compuestos complejos, sino como sales dobles, que poseen una constante de estabilidad relativamente pequeña” [...] “Los alumbres y las otras sales de aluminio, al disolverlas en agua, proporcionan soluciones muy ácidas; ello es debido a la hidrólisis que forma sulfatos básicos y ácido sulfúrico”.
- ✓ La acidez de una solución de sulfato de aluminio preparada en frío aumenta al llevarla a ebullición, lo cual significa que, en caliente, la hidrólisis progresa. “Si la solución calentada se deja enfriar a la temperatura ambiente, su valor de pH disminuye alcanzando un valor que casi es igual al de la solución inicial”.
- ✓ Las conclusiones a las que llegaron fueron que: “Las soluciones de sulfato de aluminio, en presencia de sales neutras, no forman complejos sin carga independiente de la basicidad de la solución y de las concentraciones de sales neutras”.
- ✓ Finalmente expone que: “Los complejos catiónicos que contienen grupos sulfatos solo se forman en cantidades importantes en las soluciones de sulfato de aluminio cuya basicidad es del 20 % y que además contenga una concentración relativamente elevada de sales neutras”.

Para la fuente <http://www.definicion.org>. (2013): “La piel curtida con sales de aluminio, es de color blanco, opaco y de aspecto suave, a pesar de su buen tacto por simple lavado se transforma de nuevo en una piel sin curtir”. Puntualiza que: “Según sea el sistema de curtición se pueden alcanzar temperaturas de curtición se pueden alcanzar temperaturas de contrición que oscilen entre 65 - 85 °C”.

A pesar de sus características, se siguen fabricando pieles tratadas con sales de aluminio, concretamente en peletería fina de visones, chinchillas, etc.; ya que presenta la gran ventaja de ser una curtición incolora (no modifica el color del pelo de las pieles). Este tipo de curtición posibilita un adobo delgado y flexible que en peletería es muy importante. (Romero, 2015).

Interesante es lo que expone la fuente <http://www.indunormineral.com> (2013), en referencia a las sales de aluminio empleadas durante el proceso de curtido de piles:

- ✓ Expone que estos productos se les puede encontrar fácilmente en el mercado; tales como: los cloruros de aluminio de elevada basicidad; los cuales poseen una elevada astringencia y que uno de sus méritos más importantes es su capacidad para dar una adecuada firmeza a la estructura fibrosa;
- ✓ Que este producto es fuertemente catiónico y que aumenta la fijación, reduciendo la penetración, en los productos aniónicos;
- ✓ Aclara que. “Los compuestos de orden superior como los alumbres ya no se consideran como compuestos complejos, sino como sales dobles, que poseen una constante de estabilidad relativamente pequeña”... “Los alumbres y las otras sales de aluminio al disolverlas en agua proporcionan soluciones muy ácidas, ello es debido a la hidrólisis que forma sulfatos básicos y ácido sulfúrico”;
- ✓ La acides de una solución de sulfato de aluminio preparada en frío aumenta al llevarla a ebullición, lo cual significa que en caliente la hidrólisis progresa. “Si la solución calentada se deja enfriar a la temperatura ambiente su valor de pH disminuye alcanzando un valor que casi es igual al de la solución inicial”;
- ✓ Las conclusiones a las que llegaron fue que: “Las soluciones de sulfato de aluminio, en presencia de sales neutras, no forman complejos sin carga independiente de la basicidad de la solución y de las concentraciones de sales neutras”;
- ✓ Finalmente expone que: “Los complejos catiónicos que contienen grupos sulfatos sólo se forman en cantidades importantes en las soluciones de sulfato de aluminio cuya basicidad es del 20% y que además contenga una concentración relativamente elevada de sales neutras”.

7.2.2. Sales curtientes de aluminio

Herfeld (2004) realiza las siguientes consideraciones:

- ✓ “Que las cantidades corresponden aproximadamente a un 7 % de sulfato de aluminio y a un 4 % de sales comerciales”.
- ✓ Que posteriormente: “Se debe continuar con la curtición al o vaciar baño y efectuar la curtición al alumbre en baño aparte”.
- ✓ Aclara que este método de tratamiento es análogo al de la precurtición con sales de cromo (con la particularidad de que los baños deben ser más cortos, “para evitar la hidrólisis prematura que impedirá la penetración de las sales de aluminio en todo el corte de la piel”.
- ✓ Aclara que: “El método a seguir es bien simple, puesto que se trata de añadir los productos pre curtientes de aluminio al baño de piquel una vez este ha terminado o casi terminado y el pH es del orden de 3,0 a 3,5”.
- ✓ “Se prosigue la operación de piquel-precurtición hasta el atravesado total o casi total de la piel, por las sales de aluminio. Un posible esquema se basará en trabajar con pieles piqueladas”.
- ✓ Argumenta que: “Al tratar la piel con soluciones básicas de aluminio se comprueba que la cantidad de óxido de aluminio absorbido aumenta al incrementarse la basicidad del baño de curtición”. Puntualiza que, durante el proceso, la piel absorbe ácido sulfúrico en hidróxido de aluminio (sales básicas).
- ✓ Finalmente concluye que: “A pesar que observe una cantidad importante de los componentes de baño de curtición, al sacar la piel se obtiene un cuero duro y córneo, por consiguiente, es una curtición deficiente” (Romero, 2015).

De igual forma, Hill (1989), describe que:

- ✓ “Si tratamos la piel con soluciones básicas de sulfato de aluminio, pero en presencia de cloruro sódico, encontramos las pieles secas, opacas, suaves y con un tacto de cuero”.

- ✓ Este autor aclara algo importante en cuanto a las características del cuero en proceso: “Este cuero presenta una resistencia a la hidrólisis y su temperatura ha aumentado de 47-65 grados centígrados” (No obstante, se debe tener en cuenta que esta temperatura de contracción es muchísimo más baja que la del cuero curtido al cromo).
- ✓ Más adelante, puntualiza que “el cuero curtido con sulfato de aluminio no resiste al lavado con agua fría”.
- ✓ Y aclara que: “El factor basicidad que tiene un papel importante en la curtición al cromo, es solo una característica secundaria en la curtición con sulfato de aluminio”.
- ✓ Y concluye diciendo que: “En esta curtición es más importante la presencia y concentración con sales neutras que la basicidad de la solución curtiembre”.

Parámetros y características de la curtición al aluminio:

- El proceso de curtición se debe realizar en baños lo más cortos posibles y observando el contenido de sal neutra en el baño y las fuertes precipitaciones.
- Es importante tener en cuenta que la temperatura de encogimiento es menor que la de los cueros curtidos al cromo (aproximadamente 80-90 °C).
- Se produce una fuerte formación de hidrólisis en solución para lavados como sales de cromo.
- Añadidos en parte a la curtición al cromo, mejoran el grado de agotamiento de cromo en el baño restante.
- En la curtición al aluminio puro, conviene trabajar en baños relativamente cortos para lograr una proporcionada absorción y unión de los curtientes (Romero, 2015).

7.2.3. Productos para la curtición con aluminio

Libreros (2003) reporta que la tendencia mundial actual se orienta a la utilización de productos de origen natural como las pieles de cuy con pelo, las cuales presentan una amplia ventaja en duración y calidad ante los productos de origen sintético. Esto da al país la oportunidad de exportar nuevos e innovadores artículos como por ejemplo: tapetes, alfombras, forros de chaquetas, prendas de vestir, productos de peletería.

Si nos remitimos a Bacardit (2004), nos expone lo siguiente:

- ✓ Aparte de estos productos existen en el mercado cloruros de aluminio de elevada basicidad (se presentan en forma de soluciones límpidas).
- ✓ “Este producto tiene una elevada astringencia y uno de sus méritos más sobresalientes es su capacidad para dar firmeza a la estructura fibrosa”.
- ✓ “Este producto es fuertemente catiónico y aumenta la fijación y reduce la penetración, en los productos aniónicos”.
- ✓ Aclara que: “Los compuestos de orden superior como los alumbres ya no se consideran como compuestos complejos, sino como sales dobles, que poseen una constante de estabilidad relativamente pequeña”.
- ✓ Concluye puntualizando que: “Los alumbres y las otras sales de aluminio al disolverlas en agua proporcionan soluciones muy ácidas, ello es debido a la hidrólisis que forma sulfatos básicos y ácido sulfúrico [...]. La acidez de una solución de sulfato de aluminio preparada en frío al llevarla a ebullición aumenta, lo cual significa que en caliente la hidrólisis progresa” (Romero, 2015).

Hidalgo (2004) concluye afirmando que: “Las soluciones de sulfato de aluminio, en presencia de sales neutras, no forman complejos sin carga independiente de la basicidad de la solución y de las concentraciones de sales neutras”; y que “los complejos catiónicos que contienen grupos sulfatos solo se forman en cantidades importantes en las soluciones de sulfato de aluminio cuya basicidad es del 20 % y que además contenga una concentración relativamente elevada de sales neutras”.

7.2.4. Curtición de pieles lanares con sulfato de aluminio

Este tópico resulta muy interesante. Veamos que nos exponen algunos autores.

Thorstensen (2002), indica que:

- ✓ “Al tratar la piel con soluciones básicas de aluminio se comprueba que la cantidad de óxido de aluminio absorbido aumenta al incrementarse la basicidad del baño de curtición”.
- ✓ Y que: “La piel absorbe ácido sulfúrico en hidróxido de aluminio es decir sales básicas”... “A pesar que observe una cantidad importante de los componentes de baño de curtición, al sacar la piel se obtiene un cuero duro y córneo por consiguiente es una curtición deficiente”.
- ✓ Nos ilustra afirmando que: “Si tratamos la piel con soluciones básicas de sulfato de aluminio, pero en presencia de cloruro sódico, encontramos pieles secas, opacas, suaves y con un tacto de cuero”.
- ✓ Asegura que: “Este cuero presenta una resistencia a la hidrólisis y su temperatura ha aumentado de 47-65 grados centígrados”. Pero, hace la siguiente salvedad: “No obstante, debemos recordar que esta temperatura de contracción es muchísimo más baja que la del cuero curtido al cromo y que el cuero curtido con sulfato de aluminio no resiste al lavado con agua fría”.
- ✓ Concluye finalmente afirmando que: “El factor basicidad, que tiene un papel importante en la curtición al cromo, es solo una característica secundaria en la curtición con sulfato de aluminio [...]. En esta curtición es más importante la presencia y concentración con sales neutras que la basicidad de la solución curtiente” (Romero, 2015).

Vanvlimer (2006) afirma que:

- ✓ Este tipo de curtición “es la más empleada en pieles finas, ya que no altera el color de la lana o el pelo y permite obtener cueros blandos y esponjosos con capacidad de ceder *pretant*.”
- ✓ Nos informa que en este proceso: “Se utiliza normalmente alumbre potásico o amonio basificado con carbonato sódico, formiato y acetato sódico,

logrando temperaturas de contracción de 75-80 °C”. (lo que permite la tintura ácida a 65 °C, por la baja estabilidad de esta curtición a la temperatura y al lavado).

- ✓ Aclara que se debe tener presente, durante el proceso que: “Queda dificultado el engrase posterior en baño [...] por esta misma razón tal tipo de curtición acostumbra a engrasarse en el mismo baño”. Aclara que “normalmente, en el caso de pieles compactas y de calidad, donde quiere lograrse una suavidad máxima se lo consigue en el batán de martillos, con una grasa especial neutra poco hidrófila y sin baño”.
- ✓ Concluye de la manera siguiente: “Para compensar la falta de solidez al lavado de las pieles curtidas al aluminio es relativamente frecuente un tratamiento con formaldehído antes, durante o después de la curtición mineral”; y que “las relaciones de baño a la que obliga una piel tratada con lana frente a una piel encalada tiene menor influencia en la curtición al aluminio que en el caso de la curtición al cromo” (Romero, 2015).

7.2.5. Curtición con óxido de aluminio: Lutrex A

Desde la antigüedad, los griegos y romanos usaron el alumbre como astringente y como mordiente textil (el aluminio puro es un metal blanco-plateado, con muy buenas propiedades: ligero, no magnético, es el segundo metal en la escala de maleabilidad y el sexto en la de ductilidad, por lo que tiene muchas aplicaciones: utensilios de cocina, decoración y cientos de aplicaciones industriales donde se necesita resistencia, ligereza y facilidad de fabricación, como es el caso de cortientes de cueros especialmente de peletería). El Lutrex A es un curtiente de aluminio cuya fórmula es óxido de aluminio (Al_2O_3), 19 %, cuya basicidad es de 50 %.

7.2.6. Principales características y propiedades

En <http://www.gemini.com> (2013), se expone que el Lutrex A es un curtiente de aluminio con una constitución parecida a los curtientes al cromo, por su contenido de complejos principalmente catiónicos. Durante el proceso de curtición,

ejerce una acción suave y al mismo tiempo rellenante. Se emplea cuando se quieren lograr cueros al cromo con mayor afinidad a los colores aniónicos (ácidos directos); permitiendo realzar su brillo. Posee una fuerte acción aglutinante sobre las fibras del cuero. Recurtiendo cueros al cromo con Cuirextan B 50 y Lutrex A es posible lograr un esmerilado más uniforme y consistente; indispensable en la preparación de cueros agamuzados, nubuck o boxcalf esmerilado.

El Lutrex A es muy apropiado para los procesos de cueros esponjosos tipo ovejas o de flor suelta. Cuando es utilizado como recurtiente de cueros al cromo, mejora la lisura de flor.

7.2.7. Aplicaciones y recomendaciones

Según la fuente <http://www.definicion.org> (2013), el Lutrex A tiene múltiples aplicaciones:

- Curtido de todo tipo de cueros para peletería como los de cuy.
- Curtido y recurtido de lanares doble faz.
- Recurtido de cueros vacunos con flor lisa.
- Cueros nobuck y gamuzas.

7.3. CURTIDO DE LA PIEL CON PELO

Según <http://www.cueronet.com> (2013), los sistemas de curtido usados generalmente para las pieles son muy primitivos; consisten sencillamente en una preparación de la piel con sal y alumbre; no obteniéndose en realidad una piel curtida sino más bien una piel relativamente conservada y poco resistente a la acción mecánica y de ninguna resistencia al agua y el uso.

Pero, frente a los requerimientos modernos de obtener una piel curtida con una gran resistencia a las acciones mecánicas (aspectos físicos como: suavidad,

flexibilidad y sobre todo resistencia al agua), se emplea en la actualidad en la curtiduría de pieles con sales de aluminio; para lo cual entramos a detallar paso a paso las diferentes etapas del proceso y algunas consideraciones básicas para este trabajo como sigue a continuación:

Crianza: a manera de información es importante tener en cuenta determinados aspectos, tales como:

- **Procedencia de la piel:** en este contexto, se evalúa la influencia que poseen: la crianza, alimentación y el ambiente de donde provienen las pieles; pues constituyen garantías de la mejor calidad del producto final. El clima y la alimentación constituyen factores muy importantes, pues, indiscutiblemente, influyen en la textura, finura y brillo del pelo o lana (elementos determinantes en este arte). Sin lugar a dudas, la procedencia o lugar determinan la calidad de la piel (Coselsa, 2006).
- **La madurez de la piel:** es un aspecto muy importante, pues tener una adecuada madurez de la piel garantiza: firmeza y belleza del pelo; ya que, según sea la edad del animal, así serán las características propias de su pelo: en un animal joven, el pelo es de una finura y textura extraordinarias, pero no así su firmeza o fijación a la piel. En el caso de un animal más viejo, si bien presenta una mayor fijación, el pelo se torna más grueso.
- **Desuello, conservación y estructura:** para el artesano o en proceso industrial, es uno de los pasos más importantes: un mal desuello y una mala conservación de la piel se traduce en pérdida de calidad (básicamente estas consideraciones son válidas para cualquier tipo de piel). Extraer la piel de un cuerpo de estas características tan peculiares, demanda una labor muy cuidadosa. En este aspecto cabe aclarar que la piel que cubre la parte delantera de las costillas del animal, se torna arrugada (parecida a una bolsa en pieles medianas y pequeñas); dependiendo del grosor, se puede eliminar esta forma durante el tensado de la piel. Por otra parte, el cuello es largo y delgado (generalmente se corta en la raíz). Un tanto más arriba de los hombros, en forma de media luna, se obtiene un cuero más abierto y liso que permite un trabajo menos engorroso. Las extremidades son cortadas a la altura de las rodillas, eliminándose estas, pues tienen una estructura que se asemeja a un callo (Coselsa, 2006).

Figura 7.6. Retirado de la piel de cuyes.



Para la industria peletera se utilizan pieles de nonatos, lechadas y crías de no más de 2,5 a 3,2; en las cuales se puede observar un pelaje muy fino, muy liviano y vaporoso (de aproximadamente 4 a 7 cm de largo); presentando tonos naturales y brillo propios, como es el caso de los cuyes angora, o de tipo 3 (Coselsa, 2006).

Las consideraciones que se deben tener durante los procesos de transformación de piel en cuero es que las pieles deberán ser movidas dos o tres veces al día hasta su completa curtición. Al cambiar de posición, las partes dobladas se endezan, posibilitando que también en esas zonas penetre la solución curtiente (que en este caso es el sulfato de aluminio); ya que en los dobleces de la piel, la solución no penetra o le cuesta penetrar. Todo ello repercute en que la coloración que toma la piel es más clara en los dobleces con respecto a las partes que no estuvieron dobladas. Como el alumbre es incoloro, este hecho no se puede apreciar fácilmente.

7.3.1. Curtido de piel de cuy con pelo

Adzet (2005) explica que las pieles de muchos animales pueden curtirse y hacer de ellas adornos decorativos originales. En muchos casos, pueden venderse a buen precio en el mercado; y que aprender a curtir pieles es un entretenimiento interesante.

Un método sencillo de hacerlo es usando sal y alumbre; pudiéndose hacer con cualquier tipo de piel: conejo, cabra, cuy entre otros; conservando o no la piel, por lo que se afirma que la transformación de la piel del cuy en cuero es sin duda una excelente alternativa de negocio que puede desarrollarse paralelamente al aprovechamiento de su carne y desechos.

El cuero del cuy, de acuerdo a las investigaciones realizadas, presenta formidables cualidades físico-mecánicas. En los últimos años, en el sur de Lima, Perú, este se ha venido trabajando, lográndose productos de acabado muy fino, tales como: billeteras, porta lapiceros, carteras, agendas, tarjeteros, entre otros.

El proceso del curtido de la piel del cuy puede ser realizado manualmente hasta la etapa de *wetwhite* (curtido con sulfato de aluminio con un alto contenido de agua).

El espesor de la piel curtida es heterogénea, aumenta en dirección antero-posterior y disminuye de la espina dorsal hacia la falda. Es mayor en el crupón ($1,92 \pm 0,25$ mm), que en la falda ($0,92 \pm 0,21$ mm),

Figura 7.7. Piel de cuy fresca.



Hidalgo (2004) infiere que el área promedio del cuero acabado llega a $641 \pm 65 \text{ cm}^2$, fluctuando de 464 a 706 cm^2 . En cuanto a la resistencia a la tracción se observa que el cuero *wetwhite* húmedo adquiere un valor promedio de $116,1 \pm 37,49 \text{ kg/cm}^2$, con una fluctuación de 57,1 a $159,1 \text{ kg/cm}^2$. Cuando aumenta el espesor a más de 2,2 mm se incrementa la resistencia a la tracción, y disminuye cuando el espesor es menor. En la resistencia a la flexión se aprecia la excelente disposición del cuero de cuy para soportar 36 000 flexiones continuas durante dos horas sin haber sufrido daños en la superficie externa. La piel conservada es trasformada con la aplicación de curtientes, en este caso, sulfato de aluminio.

7.4. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES DE CUY COMPARANDO LA LÍNEA PELO LARGO VS PELO CORTO, CURTIDAS CON DIFERENTES NIVELES DE SULFATO DE ALUMINIO

7.4.1. Resistencia al desgarró

7.4.1.1. Por efecto de los niveles de sulfato de aluminio

En la evaluación de los resultados obtenidos de la resistencia al desgarró, al curtir la piel de cuy con diferentes niveles de sulfato de aluminio, no se registraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre tratamientos; pero, en la valoración numérica, se pudo observar la mejor respuesta (al curtir la piel con 9 % de sulfato de aluminio (T3)), con medias de 19,20 mm, seguida en forma descendente de los resultados reportados al aplicar en el cuero 7 % de sulfato de aluminio (T1), con medias de 18,91 mm; mientras que el desgarró menos eficiente se estableció en el lote de cueros curtidos con 8 % de sulfato de aluminio, con medias de 18,64 mm.

En referencia al proceso de curtido de pieles de animales menores, teniendo en cuenta las respuestas obtenidas (y tomando en consideración la valoración numérica), se puede afirmar que, para que el cuero presente una alta resistencia al desgarró, se debe curtir con mayores niveles de sulfato de aluminio (curtiente de remplazo del cromo).

Figura 7.8. Bombo utilizado para el proceso de curtación de pieles de cuyes.



El curtiente de sulfato de aluminio tiene una elevada basicidad, alta astringencia; y uno de sus atributos más sobresalientes es la capacidad de dar firmeza a la estructura fibrosa del colágeno, pero sin provocar el efecto acartonado que hace que el cuero no adquiera la forma del artículo al cual será destinado; y que, al ser éste un producto fuertemente catiónico, al entrar en contacto con otras sustancias, aumenta la fijación y se reduce la penetración de los productos aniónicos. Este fenómeno permite mejorar la resistencia del cuero al roce con otros cuerpos (Romero, 2015).

En la tabla 7.1 se muestran las propiedades mecánicas que presentan las pieles de cuy, comparando la línea pelo largo *vs* pelo corto, curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio.

Al curtir la piel de cuy con soluciones básicas de sulfato de aluminio, pero en presencia de cloruro sódico, las pieles se vuelven más suaves, con un tacto agradable; presentan una buena resistencia a la hidrólisis, ya que su temperatura ha aumentado de 47 a 65 grados centígrados, durante el proceso. No obstante, se debe hacer la salvedad de que esta temperatura de contracción es muchísimo más baja que la del cuero curtido al cromo, lo que favorece la calidad del cuero. El factor basicidad, que juega un papel importante en la curtición al cromo, se traduce aquí como una característica secundaria, cuando se emplea durante la curtición el

Tabla 7.1. Evaluación de las resistencias físicas de las pieles de cuy comparando la línea pelo largo vs pelo corto, curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio.

NIVELES DE SULFATO DE VARIABLES ALUMINIO			EExp	Prob.	Sign.	
	T1 (7%)	T2 (8%)				T3 (9%)
Resistencia al desgarró (mm)	18,91 a	18,64 a	19,20 a	2,28	0,99	ns
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	223,43 a	211,69 a	254,12 a	21,92	0,39	ns
Porcentaje de elongación (%)	59,13 c	87,86 a	67,47 b	4,9	0,002	**
Observaciones: EExp: error experimental. Prob. probabilidad. Sign: significancia.						

sulfato de aluminio. En este tipo de curtición, es más importante la presencia y la concentración con sales neutras, que la propia basicidad de la solución curtiente. Para la curtición con sulfato de aluminio lo que se debe controlar primordialmente es que no exista la hidrólisis de las sales, ya que puede afectar la calidad de las pieles; por lo cual, se debe proceder con mucho cuidado durante el proceso de curtido, para llegar a obtener pieles de buena calidad (Romero, 2015).

Además, al comparar los resultados de resistencia al desgarró de los cueros de cuy curtidos al alumbre, con las exigencias de calidad de la Asociación Española en la Industria del Cuero (que infiere un mínimo de 7,5 mm, antes de producirse el primer daño, en la superficie de la piel), se aprecia que, en los tres tratamientos, se supera esta normativa de calidad, pero la diferencia es más amplia al aplicar mayores niveles de sulfato de aluminio.

7.4.1.2. Por efecto de las diferentes líneas de pelo

En la evaluación de los resultados obtenidos de la resistencia al desgarró de las pieles de cuy, curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio por efecto de las diferentes líneas de pelo (pelo largo vs pelo corto), se pudo apreciar que se presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$), entre ensayos; por lo que la separación de medias, según Duncan, infiere como la mejor respuesta obtenida al

curtir las pieles con pelo largo con medias de 21,78 mm; y desgarró más bajo, al curtir las pieles de pelo corto con medias de 16,05 mm.

Todo lo cual indica que, si el objetivo de la producción de pieles es obtener una mayor resistencia al desgarró, se deberán curtir las pieles (de animales con pelo largo) al alumbre.

Esto se puede confirmar con lo que nos indica Chávez (2000), quien menciona que las fuerzas externas aplicadas al cuero “se reparten por el entramado fibroso a las zonas adyacentes y provoca que la reacción entre el colágeno y el producto curtierte mineral (sulfato de aluminio) influya directamente sobre la reactividad de los grupos funcionales del colágeno”, lo que provoca que se modifique la capacidad de reacción de la sustancia piel y se eleve la capacidad del cuero de soportar las fuerzas externas ejercidas sobre ella.

Debemos aclarar que, en la práctica, la probeta se comporta como si sufriera simultáneamente tracciones en todas las direcciones. Por ello el ensayo del desgarró es el más representativo de las condiciones normales de uso del cuero, en las que este se encuentra sometido a esfuerzos múltiples.

El cuy de pelo largo, no tiene mucha carne, pues la energía del alimento que consume va destinada al crecimiento de pelo; lo que provoca que las fibras no sean tan gruesas; permitiendo esto que, durante el proceso, el sulfato de aluminio penetre con mayor facilidad; traduciéndose en una mayor compacidad del tejido interfibrilar. Al terminar el curtido, el curtierte ha traspasado de manera óptima, dándole al cuero una mayor dureza frente a las fuerzas externas que se presenten, como es en la prueba al desgarró.

Si se pretende hacer artículos como zapatos y guantes de pieles de cuy curtidas con sulfato de aluminio, lo óptimo sería escoger las razas de cuy con pelo largo, por lo dicho anteriormente, ya que, como se conoce, estos artículos requieren siempre que sean confeccionados con cueros de alta dureza, pues deben resistir las pruebas a los cuales los artículos finales son sometidos, y para que el índice de comercialización sea más alto.

7.4.2. Resistencia a la tensión

7.4.2.1. Por efecto de los niveles de sulfato de aluminio

En la evaluación de la prueba física de resistencia a la tensión de los cueros de cuy curtidos con diferentes niveles de sulfato de aluminio, no se presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre medias, pero en las respuestas numéricas se pudo evidenciar la mejor tensión al curtir el cuero con 9 % de sulfato de aluminio (T3), ya que las medias fueron de 254,12 N/cm²; a continuación, se ubicaron los resultados registrados en el cuero curtido con 7 % de sulfato de aluminio (T1), con medias de 223,43 N/cm²; por lo cual, la respuesta más baja se obtuvo al curtir el cuero con 8 % (T2), ya que las medias fueron de 211,69 N/cm²; por tanto, se puede llegar a la conclusión que, al tratar las pieles con mayores niveles de curtiembre sulfato de aluminio, se obtendrán cueros con mejores respuestas a la prueba de resistencia a la tensión. Se infiere, además, que se ha producido un menor daño en la flor.

Herfeld (2004) informa que la piel curtida con sales de aluminio presenta un color blanco, y de aspecto suave, y que la gran ventaja de este tipo de curtición es que es incolora, por lo que no modifica el color del pelo de las pieles. Además, proporciona un curtido delgado y flexible que, en peletería, es muy importante.

No debemos olvidar que se denomina curtido al proceso por el cual se transforma la piel en un material que se conserva a través del tiempo y posee características de flexibilidad, resistencia y belleza que le da gran valor comercial y estético. Las sustancias curtientes (sulfato de aluminio), tienen la propiedad de que sus soluciones, al ser absorbidas en todo el tejido interfibrilar en forma uniforme, transforman a estas en cueros, proporcionando buenas prestaciones de resistencia física, especialmente a la tensión, donde se mide la intensidad del daño que se produce en la superficie del cuero, al aplicar esfuerzos.

Al comparar los resultados obtenidos en la presente investigación, con las exigencias de calidad del cuero para peletería de la Asociación Española de la Industria del Cuero, que, en su Norma Técnica, IUP 8 (2001), infiere un límite mínimo permitido para la tensión de 125 N/cm², se puede observar que al curtir las pieles de cuy en los niveles estudiados (7,8 y 9 %), se supera esta exigencia de calidad, siendo más eficiente con mayores niveles de curtiembre mineral. En la tabla 7.2, se pueden

Tabla 7.2. Evaluación de la resistencia física de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio, por efecto de los diferentes tipos de pelo (pelo largo vs pelo corto).

VARIABLE	POR EFECTO DEL TIPO DE PELO		Prob.	Sign.
	Pelo Largo PL	Pelo corto PC		
Resistencia al desgarro (mm)	21,78 a	16,05 b	1,86	0,04 *
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	259,60 a	199,89 b	17,89	0,0298 *
Porcentaje de elongación (%)	65,24 a	77,72 b	4,01	0,0406 *

observar los resultados de la evaluación de la resistencia física de las pieles de cuy curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio, por efecto de los diferentes tipos de pelo.

7.4.2.2. Por efecto de las diferentes líneas de pelo

En la valoración de la resistencia a la tensión de las pieles curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio, por efecto de las distintas líneas de pelo (pelo largo vs pelo corto), se registraron diferencias significativas ($P > 0,01$); por lo que la separación de medias, según Duncan, evidencia la respuesta más alta al curtir las pieles de cuy de pelo largo, con medias de 259,60 N/cm²; y la respuesta más baja al curtir las pieles de cuy de pelo corto con medias de 199,89 N/cm²; es decir, que las pieles que mejor soportan las tensiones multidireccionales son las de pelo largo; ya que las fibras de esta especie son más gruesas.

La fuente <http://www.Perucuy.com> (2010) nos ilustra algo importante, cuando nos recuerda que por peletería entendemos todos los tratamientos que se dan a la piel que una vez acabada mantendrá la lana y/o pelo; este último es el caso del cuy. Estas pieles van destinadas básicamente a prendas de confección o sus accesorios, aunque también se pueden utilizar para calzado y decoración.

Lo más apreciado en este tipo de pieles es el color natural del pelo del animal, que tan solo es sometido a ligeras modificaciones mediante procesos específicos, y a la curtición de la frisa con productos como el alumbre, con lo que no se altera el

color y se obtienen cueros blandos esponjosos, pero al mismo tiempo muy resistentes, ya que la estabilidad del colágeno (piel), está dada por la formación de enlaces transversales, en que participa de forma efectiva la sal de aluminio (agente curtiente mineral), dando lugar a una reticulación de la estructura fibrilar, que provoca una disminución de la capacidad de hinchamiento del colágeno; además, de un aumento de la temperatura de contracción (TC) que es aquella en la que se inicia la gelatinización del colágeno. Durante este último proceso, acontece una rotura de la estructura molecular ordenada (rotura principalmente de los puentes de hidrógeno dispuestos entre grupos peptídicos de las tres cadenas) que forman la molécula de colágeno; de todo ello se deduce que a mayores niveles de curtiente mineral, se precisa de la aplicación de una mayor fuerza para que se produzca la rotura.

7.4.2.3. Por efecto de la interacción niveles de sulfato de aluminio por tipo de pelo

En la estimación estadística de la resistencia a la tensión de las pieles de cuy, por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de sulfato de aluminio y las líneas de pelo (pelo corto vs pelo largo), no se presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre medias; sin embargo, se aprecian diferencias de carácter numérico. La mejor respuesta se alcanzó, con medias de $269,51 \text{ N/cm}^2$, al aplicar (en los cueros de pelo largo), 9 % de sulfato de aluminio. Los resultados obtenidos, al curtir los cueros de pelo largo con 7 % de sulfato de aluminio, fueron de $257,84 \text{ N/cm}^2$. Cuando se curtieron las pieles de pelo largo con 8 % de sulfato de aluminio, las medias fueron de $251,45 \text{ N/cm}^2$; pero, al trabajar el cuero de pelo corto con 9 % de sulfato de aluminio, estas fueron de $238,72 \text{ N/cm}^2$.

En ensayos posteriores, las respuestas al curtir los cueros de pelo corto con 7 % de sulfato de aluminio las medias fueron de $189,03 \text{ N/cm}^2$; mientras tanto que, la tensión más baja se obtuvo al curtir (los cueros pelo corto) con 8 % de sulfato de aluminio, cuyas medias fueron de $171,93 \text{ N/cm}^2$. Se puede apreciar que, numéricamente, la mejor resistencia a la tensión se obtiene en pieles de cuy de pelo largo, y especialmente al ser curtidas con mayores niveles de sulfato de aluminio, es decir 9 %.

El cuy de tipo pelo largo no es común, ya que ha sufrido variación genética. Esta variedad ha venido siendo reproducida en algunos sectores de nuestro país; su obtención no es muy fácil, ya que son animales poco resistentes y de difícil adapta-

ción a las condiciones meteorológicas y medioambientales. En la antigüedad, esta especie menor casi era únicamente dirigida a la producción de carne para el consumo humano; pero como se evidenció que su pelaje es muy hermoso y delicado, en la actualidad, se buscan formas para la mejor curtición de estas pieles.

El cuy de pelo largo está poco difundido pero bastante solicitado por la belleza que muestra su delicada piel; si bien no es buen productor de carne, en muchas ocasiones se le mantiene como mascota, por el contrario, para utilizar su hermosa piel; en este contexto, durante el proceso de curtición, lo que se busca es preservar precisamente estas excepcionales características. En tal dirección, una de las alternativas que se ha conseguido durante el desarrollo del trabajo experimental ha sido la utilización del sulfato de aluminio, el cual proporciona un efecto muy suave. Este agente solo ataca al entretejido fibrilar, abriendo las fibras, y de esta forma, el curtiende penetra más, produciendo un mejor relleno; además, no endurece la piel y mucho menos desmejora la adherencia del pelo.

7.5. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS PIELS DE CUY PARA PELETERÍA MEDIA CURTIDA CON DIFERENTES NIVELES (15 %; 17,5 % Y 20 %) DE TANINO VEGETAL QUEBRACHO ATS"

7.5.1. Comportamiento del porcentaje de elongación

7.5.1.1. Por efecto de los niveles de sulfato de aluminio

El análisis de varianza de los resultados obtenidos del porcentaje de elongación de las pieles de cuy, curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio, presentó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre medias; por lo que la separación de medias según Duncan evidenció la mejor respuesta al curtir las pieles con 8 % de sulfato de aluminio (T2), con medias de 87,86 %, y que esta desciende al trabajar la piel con un 9 % (T3), con medias de 67,47 %; mientras que la respuesta más baja se registró al preparar el cuero con 7 % de sulfato de aluminio (T1), cuyas medias fueron de 59,13 mm.

De acuerdo a los resultados antes mencionados, se infiere que los cueros con mejores respuesta al porcentaje de elongación se obtienen curtiendo con mayores niveles de curtiente sulfato de aluminio (9 %); que se usa en remplazo del cromo para curtir (de una manera óptima) las especies menores.

Estos resultados no discrepan con lo que nos indica Libreros (2003), quien manifiesta que la tendencia mundial actual se orienta a la utilización de productos de origen natural como las pieles de cuy con pelo, las cuales presentan una amplia ventaja en duración y calidad ante los productos de origen sintético. Esta coyuntura favorable, le proporciona al país la oportunidad de exportar nuevos e innovadores artículos, tales como tapetes, alfombras, forros de chaquetas, prendas de vestir, productos de peletería, entre otros; los cuales pueden ser conocidos y apreciados en el mercado mundial y así generar fuentes de ingresos seguros y más fiables, ya que suministran empleo permanente a un determinado número de personas vinculadas a esta actividad, tanto curtidores como artesanos confeccionistas.

Lo anterior impulsa a la industria del curtido, y específicamente del sector peletero, a buscar nuevos procedimientos para llevar a cabo el proceso de curtición, como es el caso con el empleo de las sales de aluminio; las cuales, al mismo tiempo, dotan de naturalidad a la piel y poseen la ventaja de representar menores costos de producción. Es decir, se logra gran belleza y menor costo y efecto contaminante. Además, se cumplen los requerimientos de resistencia física, al presentar elevado porcentaje de elongación; lo que asegura que no se deformen los cueros al aplicar fuerzas externas, y sobre todo que superen las exigencias de calidad de la Asociación Española del Cuero. La norma técnica IUP 6 (2002) establece límites que van de 40 % a 8 % para pieles peleteras; registrándose por lo tanto que, al curtir con los tres niveles, se cumpla con esta exigencia; pero que es más amplia al utilizar mayores niveles de curtiente mineral.

7.5.1.2. Por efecto de las diferentes líneas de pelo

En la evaluación de los valores medios de la prueba física de porcentaje de elongación de las pieles de cuy curtidas con sulfato de aluminio a diferentes niveles, por efecto de las líneas de pelo (pelo corto vs pelo largo), se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,01$) entre medias; registrándose, en la separación de medias, según Duncan, la mejor respuesta al curtir las pieles de pelo corto con

medias de 77,72 mm; mientras que las respuestas más bajas se obtuvieron al tratar las pieles de cuy de pelo largo con medias de 65,24 mm.

Lo anterior, es corroborado por la fuente web <http://www.barrameda.com> (2013), donde se indica que, debido a las exigencias actuales de las diversas pruebas a las que son sometidos los cueros, es fundamental conseguir que estos logren cumplir todos estos requerimientos para que alcancen un amplio margen de comercialización.

La piel de cuy de descarte desmerece la calidad de la carne debido a la dureza que posee; se ha determinado que el 16,41 % de su peso lo conforma la piel. En relación a otras especies, este porcentaje es alto, por lo que debe mejorarse la técnica del desuello para que la piel no arrastre ni grasa ni carne; se ha probado la opción con este tipo de pieles para preparar pergamino, cueros y peletería.

La opción de peletería es escasa, sin embargo, es necesario considerarla, porque la piel de cuy tiene excelentes cualidades físico mecánicas. Si se direcciona su piel hacia el sector peletero, se obtendrán mayores réditos económicos, ya que una piel con pelo corto bien adherido, y con alto porcentaje de elongación o arqueado será la alternativa más viable para la confección de artículos de peletería que, en nuestro país, por la influencia extranjera, llegaría a tener un costo elevado.

7.5.1.3. Por efecto de la interacción niveles de sulfato de aluminio por tipo de pelo

En la valoración de los resultados obtenidos del porcentaje de elongación de las pieles de cuy curtidas por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de sulfato de aluminio y las líneas de pelo (pelo largo *vs*, pelo corto), se registraron diferencias altamente significativas ($P > 0,01$) entre medias, por lo que la separación de medias, según Duncan, registra la mejor respuesta al curtir los cueros de pelo corto con 8 % de sulfato de aluminio, ya que las medias fueron de 110,37 %.

A continuación, se ubicó el registro obtenido en los cueros de pelo largo curtidos con 9 % de sulfato de aluminio, ya que las medias fueron de 73,96 %; seguidamente, se ubicaron los registros del cuero curtido con 8 % de sulfato de aluminio (en pieles con pelo largo), ya que las medias fueron de 65,34 %; ubicándose posteriormente los resultados de elongación al curtir el cuero de pelo corto con 7 % de sulfato de

aluminio (con medias de 61,83 %); finalmente, la curtición de las pieles de cuy de pelo corto con 9 % de sulfato de aluminio, arrojó un valor de las medias de 60,98 %.

Otra de las investigaciones importantes desarrollada fue la curtación de pieles de cuy para peletería media, utilizando tres niveles de tanino vegetal quebracho ATS, de autoría de Caguana, Hidalgo y Díaz-H (2011).

7.6. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS PIELES DE CUY PARA PELETERÍA MEDIA CURTIDA CON DIFERENTES NIVELES, (15; 17,5 Y 20 %) DE TANINO VEGETAL QUEBRACHO ATS"

7.6.1. Resistencia a la tensión

En la evaluación de la resistencia a la tensión de los cueros de cuy destinados a la peletería media, se observaron diferencias altamente significativas ($P < 0,0001$), por efecto de los diferentes niveles de tanino vegetal quebracho ATS. Se registró la mayor tensión, en las pieles curtidas con el 20 % de quebracho ATS (T3), con medias de 146,44 N/cm²; y que desciende a, 139,00 N/cm² en las pieles curtidas con 17,5 % de quebracho ATS, (T2); en tanto que, los valores menos eficientes fueron reportados en las pieles curtidas con los niveles más bajos de quebracho ATS; es decir, 15 % (T1), con medias de 133,22 N/cm².

A tenor con lo anterior, se puede inferir que la aplicación de mayores niveles de quebracho refuerza el tejido interfibrilar del colágeno para evitar la rotura. Al respecto, Bacardit (2004), plantea que, la piel que es transformada en cuero se conserva a través del tiempo y posee características de flexibilidad, resistencia y belleza que le da gran valor comercial y estético. Las sustancias curtientes tienen la propiedad de que sus soluciones, al ser absorbidas por las pieles, transforman a estas en cueros. Casi todas las plantas contienen sustancias curtientes, pero solo se usan aquellas especies que permiten un alto rendimiento y buena calidad de extracto.

Los extractos más importantes en la industria del cuero son aquellos que provienen de la corteza, hojas, tallos, frutos y madera de diferentes especies; entre ellas

Tabla 7.3. Evaluación de las características físicas de las pieles de cuy para peletería media, curtidas con diferentes niveles (15 %, 17,5 % y 20 %) de tanino vegetal: quebracho ATS.

VARIABLES	T1 15 %	T2 17,50 %	T3 20 %	CV	Sx	Prob.	Sign.
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	133,22 c	139,00 b	146,44 a	1,51	139,56	0,74	0,0001 **
Porcentaje de elongación (%)	63,19 a	61,63 b	56,19 c	5,12	60,33	1,09	0,001 **
Lastometría (mm)	7,39 c	7,67 b	8,41 a	3,82	7,82	0,11	0,001 **
Observaciones: CV: coeficiente de variación. Sx: desviación estándar. Prob: probabilidad. Sign: significancia. **: promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente, según Duncan P<0,05							

Fuente: Caguana (2011).

la más importante es el quebracho debido a su alto poder rellenante. Los extractos semisolubles se emplean principalmente en la curtición de badanas y peletería, ya que refuerzan el entretejido fibrilar y elevan la resistencia a la tensión del cuero.

En la tabla 7.3, se muestra la evaluación realizada a las características físicas de las pieles de cuy para peletería media, curtidas con diferentes niveles (15; 17,5 y 20 %) de tanino vegetal: quebracho ATS.

Al comparar los resultados obtenidos en la presente investigación, con las exigencias de calidad del cuero para peletería de la Asociación Española de Normalización del Cuero en su Norma Técnica IUP 21 (2001), que infiere un límite mínimo permitido para la tensión de 125 N/cm², podemos ver que, al curtir las pieles de cuy con quebracho en los tres niveles estudiados (15; 17,5 y 20 %), se supera esta exigencia de calidad.

Balla (2011) llevó a cabo procesos de curtición de pieles de cuy con diferentes niveles de alumbre, y registró las mayores respuestas en las pieles curtidas con el 9 % de alumbre (T3), con 91,31 N/cm², que son inferiores a los de la presente inves-

tigación; lo cual puede deberse a que al realizar un curtido mineral se disminuye el enlace fibrilar, lo que conlleva también a una disminución de la resistencia a la tensión; en cambio, con un curtido vegetal existe una menor reacción consecuentemente a la elevación del entrelazamiento fibrilar, mejorando la resistencia a la tensión de la piel de cuy.

En el análisis de varianza de la resistencia a la tensión de la piel de cuy, por efecto de los ensayos, no se registraron diferencias estadísticas ($p < 0,89$) entre medias; únicamente se reportó cierta superioridad numérica en las pieles del segundo ensayo con $139,63 \text{ N/cm}^2$, y que desciende a $129,48 \text{ N/cm}^2$; permitiéndose afirmar que la calidad física de resistencia a la tensión es similar en los dos ensayos, y que puede deberse a que la investigación se realizó en un ambiente controlado, de acuerdo al protocolo del director; además, la calidad, tanto de la materia prima como de los productos químicos, tuvieron la misma procedencia, y por último, los ensayos fueron consecutivos; lo que permitió que la piel presentara una muy buena resistencia a la tensión; aspecto muy importante a tener en cuenta en la confección del artículo final, ya sean billeteras, bolsos o artesanías en general, donde la piel debe soportar múltiples fuerzas, que pueden provocar ruptura del entretejido fibrilar si es que, en el momento de la curtición, la sustancia curtiente (quebracho, por ejemplo) no se ha introducido entre ellas para reforzarlas.

7.6.2. Porcentaje de elongación

Los valores medios obtenidos del porcentaje de elongación de la piel de cuy, por efecto del nivel de curtiente vegetal (quebracho ATS) aplicado, registraron en el análisis de varianza diferencias altamente significativas (0,001); por lo que al realizar la separación de medias, según Duncan, se registró el valor de elongación más elevado en las pieles del tratamiento T1 con medias de 63,19 %; y, que desciende a medida que se elevan los niveles de quebracho ATS; reportando medias de 61,63 y 56,19 %, que son las menos eficientes. Por lo que, al analizar los reportes, se puede afirmar que, a mayores niveles de curtiente vegetal, se desmejora la elongación de la piel de cuy, lo que puede deberse a lo señalado por Hidalgo (2004), cuando indica que los extractos de quebracho pueden ser usados en combinación con todo tipo de productos curtientes vegetales (taninos sintéticos y productos resínicos), debido a sus características: ausencia de azúcares y presencia de complejos derivados del bisulfito de sodio.

Los licores del quebracho son muy resistentes a la acción bacteriológica y a la hidrólisis; durante el curtido y recurtido de cueros, el uso de 2-3 % de extractos (ATO, ATG, ATS, ATD) otorgará a los cueros características físicas similares al del cuero al cromo; es decir, una resistencia a la tensión y elongación muy elevadas, pero con mayor suavidad de grano y mejor “quiebre”.

Al cotejar los resultados de la presente investigación, que registran una media de 60,33 %, con los reportes de Guaminga (2011), quien llevó a cabo los proceso de curtición de pieles de cuy con diferentes taninos vegetales (quebracho por ejemplo), y logró una elongación de 97,78 %, se puede observar que los precedentes son inferiores; lo cual puede deberse a que la piel fue curtida para la confección de artículos de diferentes prestaciones, donde probablemente se necesite de una menor elongación; lo que justifica haber utilizado un menor porcentaje de quebracho, en referencia al mencionado por el citado autor.

Sin embargo, cabe recalcar que las pieles de la presente investigación en los tres diferentes niveles de quebracho cumplen con las exigencias de calidad de la Asociación Española de Normalización del Cuero, en su norma técnica IUP 6 (2001), que infiere como mínimo permitido 50 %.

El efecto de los ensayos sobre el porcentaje de elongación de las pieles de cuy que se reporta, no registra diferencias estadísticas entre medias, pero numéricamente se puede identificar una ligera superioridad numérica en las pieles del primer ensayo, con medias de 60,63 %. Los resultados más bajos fueron reportados en las pieles del segundo ensayo con 60,04 %; deduciéndose que en el primer ensayo las pieles reportaron una mejor calidad, ya que las condiciones de trabajo fueron similares; pero, sin embargo, las diferencias registradas, al no ser significativas, denotan que la calidad del material producido puede soportar fácilmente el cambio de la forma plana a la espacial, que es tan necesaria al momento de la confección del artículo al cual está destinado, pues al registrar una elongación muy baja se producirá el rompimiento de la piel a la mínima aplicación de fuerzas externas.

7.6.3. Lastometría

En la valoración de la lastometría de las pieles de cuy sometidas a ensayos, después de la curtición, se puede observar que registraron diferencias altamente

significativas ($P < 0,001$) por efecto de los niveles de quebracho ATS aplicado en la fórmula de curtido; reportándose una media general de 7,82 mm y un coeficiente de variación de 3,82 %, el cual es un indicativo de homogeneidad en la dispersión de las unidades experimentales.

Al realizar la separación de medias según Duncan, se registraron las mejores respuestas con la aplicación del tratamiento T3 con medias de 8,41 mm; seguida en forma descendente, por las pieles del tratamiento T2 con medias de 7,67 mm; en tanto que, los valores más bajos fueron reportados en las pieles del tratamiento T1 con 7,39 mm. Afirmaciones que permiten deducir que, al utilizar el 20 % de quebracho ATS, se eleva la lastometría de las pieles de cuy, lo que puede deberse a lo manifestado en la fuente <http://www.cuersonet.com> (2011), que indica que los extractos curtientes en general tienen un porcentaje más o menos elevado de sustancias insolubles en agua (que se pueden encontrar en forma de suspensión o precipitado), los cuales pueden proceder de la misma materia vegetal, formadas en su proceso de extracción o durante la fabricación del cuero. Cuando provienen de la materia vegetal extraída, son taninos de un grado de polimerización elevado y no pueden mantenerse en suspensión por el efecto peptizante de los otros componentes del extracto, como es el quebracho.

El componente fundamental de los extractos curtientes es el tanino, que es capaz de transformar las pieles en cuero. Los taninos son compuestos polifenólicos de gran complejidad que pueden tener composiciones y estructuras muy diferentes, dependiendo de su procedencia. Estos, mejoran la lastometría de las pieles; es decir, elevan las características mecánicas de la estructura fibrosa del cuero que es sometido a esfuerzos normalizados, utilizando muestras representativas de los mismos, y estudiando las deformaciones resultantes, que llegan comúnmente a la rotura de la probeta ensayada.

En la tabla 7.4, se muestra la evaluación de las características físicas de las pieles de cuy, para peletería media curtida con diferentes niveles (15; 17,5 y 20 %) de tanino vegetal: quebracho ATS durante los ensayos.

Al cotejar las respuestas de la investigación con las exigencias de calidad de la Asociación Española de Normalización del Cuero en su Norma Técnica, IUP 9 (2002), que establecen un límite mínimo permitido para la elongación de 7 mm, podemos ver que, al curtir las pieles de cuy con quebracho en los tres niveles estudiados (15; 17,5 y 20 %), se supera esta exigencia de calidad; además, al relacionar

Tabla 7.4. Evaluación de las características físicas de las pieles de cuy, para peletería media curtida con diferentes niveles (15 %, 17,5 % y 20 %) de tanino vegetal quebracho ATS.

VARIABLES	Ensayo 1	Ensayo 2	Sx	Prob	Sign
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	139,48 a	139,63 a	139,56	0,74	0,89 ns
Porcentaje de elongación (%)	60,63 a	60,04 a	60,33	0,52	0,52 ns
Lastometría (mm)	7,81 a	7,83 a	7,82	0,11	0,77 ns
Observaciones: Sx: desviación estándar. Prob: probabilidad. Sign: significancia. **: promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente, según Duncan P<0,05.					

Fuente: Caguana (2011).

estos reportes con la investigación de Guaminga (2011), quien al curtir pieles de cuy con quebracho registró una lastometría de 8,98 mm, se puede constatar que estos son superiores; lo cual puede deberse a que el mencionado autor utiliza mayores niveles de quebracho como curtiente vegetal de las pieles de cuy.

En el estudio del efecto de los ensayos sobre la característica física de lastometría no se registraron diferencias estadísticas entre medias; sin embargo, numéricamente se determinó una ligera superioridad en las pieles del segundo ensayo con medias de 7,83 mm, y que desciende a 7,81 mm en las pieles del primer ensayo; deduciéndose que las condiciones, tanto de trabajo como de procedencia de la materia prima y calidad de los productos, no influyeron sobre las resistencia física de la piel de cuy, ya que en los dos ensayos fueron superadas las exigencias de calidad de la Asociación Española del Cuero (2001).

7.7. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELS DE CUY PARA PELETERÍA MEDIA CURTIDA CON DIFERENTES NIVELES, (15; 17,5 Y 20 %) DE TANINO VEGETAL QUEBRACHO ATS”

7.7.1. Finura de pelo

Los valores medios obtenidos de las puntuaciones de finura de pelo de las pieles de cuy, durante los ensayos, reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0,001$) entre las medias, por efecto de los diferentes niveles de quebracho ATS. Se observó como la mejor opción cuando se trabajó con el tratamiento T1 (15 %), cuyas medias fueron de 4,38 puntos; lo que representa una calificación muy buena, de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo (2010); seguidas por las pieles de cuy del tratamiento T2 (17,5 %), con apreciaciones de 3,88 puntos, y calificación de buena; en tanto que, al trabajar con el tratamiento T3 (20 %), las evaluaciones fueron las más bajas de la investigación, ya que descendieron a 2,88 puntos. Por lo tanto, la mayor finura del pelo de cuy se da al trabajar con el 15 % de quebracho ATS (T1); lo que puede deberse, según la fuente <http://www.definicion.curtido.org>

Figura 7.9. Piel de cuy para peletería.



(2005), a que las sustancias insolubles que poseen taninos favorecen el curtido.

Si se utiliza un 100 % de sustancia tánica, se produciría una sobre curtición superficial (a pesar de que estos fueran condicionados al pH ideal de los taninos, alrededor de 4,5 - 5) que impediría el pasaje de los taninos para el interior de la piel. Todas estas sustancias, no taninos, son las que favorecen la penetración del tanino y evitan la sobre curtición y el descenso en las calificaciones sensoriales, ya que permiten la clarificación de la solución curtiente vegetal; aclaran el color del cuero curtido con extractos vegetales; producen suavidad, blandura al tacto; producen un efecto de curtido suave y abierto; facilitan el esmerilado y proporcionan mayor flexibilidad, lastometría y finura del pelo al cuero y piel de peletería.

En la tabla 7.5, se registra la evaluación de las calificaciones sensoriales de las pieles de cuy, para peletería media tratadas con diferentes niveles (15; 17,5 y 20 %) de tanino vegetal: quebracho ATS.

En el análisis del efecto de los ensayos sobre la calificación sensorial de finura de pelo no se registraron diferencias estadísticas entre medias ($P < 0,01$); sin

Tabla 7. 5. Evaluación de las calificaciones sensoriales de las pieles de cuy, para peletería media curtida con diferentes niveles (15; 17,5 y 20 %) de tanino vegetal: quebracho ATS.

VARIABLES	PORCENTAJE DE QUEBRACHO ATS			CV	-	Criterio K -W	Prob.	Sign
	T1 15 %	T2 17,5 %	T3 20 %					
Finura de pelo (puntos)	4,38 a	3,88 b	2,88 c	5,75	3,71	20,88	0,001	**
Blandura (puntos).	4,56 a	3,38 b	2,44 c	8,25	3,46	29,74	0,001	**
Llenura (puntos).	2,56 c	3,81 b	4,75 a	7,89	3,71	29,74	0,001	**
Observaciones:								
CV: coeficiente de variación.								
Criterio K – W: criterio Kruskall Wallis, Chi cuadrada 2 gl = 10,59								
Prob.: probabilidad.								
Sign: significancia.								
**: promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Duncan $P < 0,05$.								

Fuente: Caguana, Hidalgo y Díaz-H (2011).

embargo, numéricamente se reporta cierta superioridad en las pieles del primer ensayo, con medias de 3,75 puntos y observando una calificación muy buena, según la escala propuesta por Hidalgo (2011); y que desciende a 3,67 puntos en las pieles de cuy de segundo ensayo con 3,67 puntos; verificándose un comportamiento similar en cuanto a las características físicas; es decir, que en cada uno de los ensayos se mantiene la calidad del material producido,

7.7.2. Blandura

En la evaluación sensorial de blandura de las pieles de cuy se reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0,001$) entre medias, por efecto de los diferentes niveles de curtiente quebracho ATS aplicados; reportándose las mejores calificaciones en las pieles del tratamiento T1 (15 %), con 4,56 puntos y calificación excelente, de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo (2010). Se debe puntualizar que estas descendieron a 3,38 puntos y calificación buena en el tratamiento T2 (17,5 %); mientras que la calificación más baja fue reportada en las pieles del tratamiento T3 (20 %) con 2,44 puntos y condición baja; es decir, pieles bastante duras y con poca caída.

Lo anterior permite afirmar que la aplicación de bajos niveles de curtiente vegetal (p. ej., un 15 %), influye positivamente sobre la blandura y caída de las pieles, lo que puede deberse a lo manifestado por Jones (2002). Este autor indica que los curtientes vegetales empleados son principalmente cortezas de quebracho, castaño, roble o mimosa y cortezas de pino, los cuales contienen polifenoles (pirocatequina, resorcina, pirogalol y 1, 3, 5-trioxibenzol), en forma condensada como descendientes ácidos carbónicos, o en una agrupación de anillos piránicos.

Los tipos fundamentales son el tanino gálico, catequina, brasilina y hematoxilina, que suelen proporcionar, en muchas ocasiones, cueros de colores muy claros, e incluso de color blanco, con buena suavidad y caída; evaluado a través de escalas objetivas: basadas en instrumentos de medición o por métodos subjetivos: donde impera la percepción, el juicio humano (análisis sensorial), como es el caso de la presente investigación. No debe olvidarse que las características sensoriales especiales son de la preferencia del consumidor.

En el análisis del efecto de los ensayos sobre la blandura de las pieles de cuy (curtidas con diferentes niveles de quebracho ATS), no se registraron diferencias estadísticas entre medias ($P < 0,42$); únicamente se reportó superioridad numérica en las pieles del segundo ensayo con 3,54 puntos y de condición buena; la cual desciende a 3,38 puntos en las pieles del primer ensayo; conservando su condición de buena, según la escala propuesta por Hidalgo (2010).

Las respuestas reportadas para blandura, al no existir diferencias estadísticas entre medias, se constituyen como indicadores de la estandarización en los procesos de producción para la transformación de la piel en cuero, y mucho más cuando está destinado a peletería, que es un trabajo muy delicado, ya que se debe conservar el pelo y dotar a la flor de una suavidad inmejorable; comprobándose que esta consigue con la aplicación de una curtición vegetal y específicamente con quebracho.

Al comparar los resultados de la presente investigación, que reporta una media de 4,56 puntos, con las respuestas de Guaminga (2011), quien al curtir pieles de cuy con quebracho reporta una media de 4,19 puntos, se puede inferir que estas son superiores. Lo que puede deberse a que el mencionado autor utiliza niveles más altos de 15 % de quebracho que endurecen el cuero.

En la tabla 7.6, se reporta la evaluación de las calificaciones sensoriales de las pieles de cuy, para peletería media curtida con diferentes niveles (15 %, 17,5 % y 20 %) de tanino vegetal: quebracho ATS.

Tabla 7.6. Evaluación de las calificaciones sensoriales de las pieles de cuy, para peletería media curtida con diferentes niveles (15; 17,5 y 20 %) de tanino vegetal: quebracho ATS.

VARIABLES	Ensayo 1	Ensayo 2	-	Sx	Prob.	Sign.
Finura de pelo (puntos)	3,75 a	3,67 a	3,71	0,25	0,69	ns
Blandura (puntos)	3,38 a	3,54 a	3,46	0,25	0,42	ns
Llenura (puntos)	3,67 a	3,75 a	3,71	0,25	0,69	ns
Observaciones: Sx: desviación estándar. Prob.: probabilidad. Sign.: significancia. Ns: promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Duncan $P < 0,05$.						

Fuente: Caguana, Hidalgo y Díaz-H (2011).

7.7.3. Llenura

Al valorar la calificación sensorial de llenura de las pieles de cuy se determinó la existencia de diferencias altamente significativas ($P < 0,001$), por efecto de los niveles de curtiente vegetal; registrándose un coeficiente de variación de 7,89 % y una media general de 3,71 puntos; La mayor calificación se presentó en las pieles curtidas con los niveles más altos de curtiente vegetal; es decir, 20 % (T1) con 4,75 puntos, y calificación excelente, según la prueba y escala sensorial planteada por Hidalgo (2010); esta descendió a 2,56 y 3,81 puntos cuando se aplicó 15 y 17,5 % de quebracho ATS (T1 y T2); obteniéndose una calificación de mala y buena respectivamente,

El mejor comportamiento de la llenura se alcanzó con un 20 % de quebracho, lo que puede deberse a lo manifestado por Hidalgo (2004), que indica que: “Todos los diversos materiales naturales permiten percepciones táctiles diferentes y, dependiendo de su naturaleza, lo harán en diversas categorías: rugosidad, dureza, humedad, peso, llenura y suavidad”, y que “existirán materiales que cuentan como una cualidad intrínseca con una temperatura fría (como los metales, el vidrio y las piedras), y otras, por el contrario”, a una temperatura cálida, como es el caso de la madera y el cuero, que los hacen especialmente aptos para determinadas aplicaciones.

Es muy importante e indispensable que la llenura permita que la prenda confeccionada brinde comodidad al usuario. Esto se consigue con altos niveles de curtiente vegetal (quebracho ATS); cuya característica principal es la de tener una baja astringencia y baja combinación con los grupos carboxílicos del colágeno; lo que permite producir un cuero lleno sin afectar la belleza natural del pelo del cuy, pero que puede ser fácilmente moldeable tanto en la elaboración como en el uso.

Al comparar los resultados obtenidos de la llenura de la piel de cuy curtida con el 20 % de quebracho ATS (que es igual a 4,75 puntos), con los reportados por Guaminga (2011) (al curtir la piel de cuy con quebracho ATO), se observa una media de 4,19; por lo cual, se puede afirmar que en la presente investigación la calificación fue mayor; esto se debió a que los grupos carboxílicos del colágeno de las pieles no se combinan con el quebracho ATS, enriqueciendo el entretejido fibrilar de la misma; además, los procedimientos fueron realizados con el más estricto protocolo, o simplemente a que los niveles de quebracho fueron los más óptimos en la curtición de pieles de cuy.

De los resultados obtenidos, se puede constatar una tendencia lineal positiva altamente significativa, en la que la ecuación para la llenura es $= 3,95 + 0,44x$; la cual define una tendencia a elevarse la llenura a un equivalente de 0,44 puntos por cada unidad porcentual de aumento en el nivel de quebracho ATS, aplicado a la fórmula de curtido de la piel de cuy.

El coeficiente de determinación nos indica un valor porcentual de 61 %, en tanto que el 39 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación, como es caso de la riqueza fibrilar de la materia prima, determinada por la edad, sistema de crianza, raza del animal de donde proviene la piel.

CAPITULO VIII

OTRAS INDUSTRIAS AFINES

Rivera, Gavilanes y Merino (2012) en la evaluación de distintos cuajos naturales y procesados (bovinos, ovinos y cuy) para la realización de queso fresco, señalan que, en la Planta de Lácteos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se evaluaron diferentes cuajos naturales y procesados de especies zootécnicas (bovinos, ovinos y cuy), para ser comparados con el tratamiento testigo (cuajo químico), en la elaboración de queso fresco; utilizándose 56 unidades experimentales de 20 litros de leche cada una.

Los resultados experimentales fueron sometidos a un análisis de varianza y separación de medias, mediante la prueba de Tukey; determinándose las mejores respuestas productivas cuando se utilizó el cuajo macerado de bovino, con una conversión de 5,44 L/kg de queso.

En lo bromatológico, con el cuajo químico y macerado de cuy, se obtuvo mayor proteína (18,98 y 18,31 %, respectivamente), pero con el macerado de bovino existe mayor materia orgánica (96,89 %) y calcio (501,25 mg).

Los quesos presentaron coliformes totales entre 81,75 y 100,5 UFC/g, que están por debajo de las recomendadas dadas por el INEN; además, existió ausencia de coliformes fecales, siendo aptos para el consumo humano.

Al emplearse el cuajo macerado de ovino, le transfieren mejores características de textura, color y apariencia; recibiendo una valoración total de excelente (18,50/20 puntos).

El análisis económico determinó los menores costos de producción (3,22 USD/kg) y la mayor rentabilidad económica (B/C de 1,24), al utilizarse el cuajo macerado de bovino, a diferencia del cuajo macerado de cuy, que presentó los costos más altos (3,65 USD/kg) y la menor rentabilidad del estudio (B/C de 1,09);

por lo que se recomienda emplear el cuajo macerado de bovino para elevar los índices productivos y económicos.

Centeno, Zurita y Duchi (2014), al estudiar el efecto del *Plukenetia volubilis linneo* (sacha inchi), en la calidad de la carne ahumada *Cavia porcellus* (cuy), señalan que, en la planta de cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se evaluaron tres niveles de *Plukenetia volubilis linneo* (sacha inchi) (0,05; 0,10 y 0,15%), en la elaboración y la calidad del cuy ahumado con tres repeticiones en dos ensayos consecutivos.

Las unidades experimentales se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar, en arreglo bifactorial. Los resultados registraron inferencia ($P < 0,05$) en el valor nutritivo del producto en lo que se refiere al pH (5,95), contenido de proteína (23,63 %) y grasa (7,65 %); mientras que, para acidez (0,05 %), pérdida por goteo (2,18%) y contenido de agua (49,23 %), no existieron diferencias estadísticas; observándose los mejores resultados con 0,15 % de sachá inchi (T3); en tanto que, los resultados más bajos se registraron en el grupo control.

Los análisis microbiológicos reportaron los conteos más bajos de coliformes totales (123,50 UFC/g), y fecales (3 UFC/g), en la carne del tratamiento T3.

De acuerdo a las características organolépticas, la carne de cuy reportó una muy buena aceptación en el producto del tratamiento T3, ya que el color fue de 4,58 puntos; el olor de 4,45 puntos; sabor 4,55 puntos y textura 4,60 puntos sobre 5 de referencia; puntuaciones que corresponden a una valuación de excelente

La relación beneficio costo más alta fue al utilizar 0,15 % (T3) de sachá inchi, con 1,36. Por ello se recomienda utilizar, en la elaboración de carne de cuy ahumada, porcentajes altos de sachá inchi, por cuanto las características físico-químicas, microbiológicas y organolépticas reportaron la mayor preferencia del panel de degustadores.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, A., Díaz, H., Trujillo, J. (2010). Evaluación de tres concentrados comerciales en la etapa de crecimiento-engorde de cuyes. Tesis de grado, FCP-ESPOCH, Riobamba, Ecuador.
2. Acosta, C. (2002). *Manual agropecuario*. Edit. Universitaria, pp.454-470.
3. Adzet, J. (2005). *Química Técnica de Tenerife*. España. Romanya-Valls. pp.1-103, 189-206.
4. Altamirano, A. (2006). La importancia del cuy: un estudio preliminar. UN-MSM.
5. Álvarez, J., Hidalgo, L., Díaz, H. (2014). Comparación del comportamiento de las pieles de cuy línea pelo largo vs pelo corto, curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio. Tesis de Grado. FCP – ESPOCH, Riobamba, Ecuador.
6. Arcos, E. (2004). Utilización de la *saccharina* en la alimentación de cuyes durante las etapas de gestación, lactancia y crecimiento, engorde. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
7. Argentina.gob.ar. (2020). *Setaria sphacelata*. Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de Plagas/*Setaria sphacelata*. Recuperado de: <http://www.sinavimmo.gov.ar/cultivo/setaria-sphacelata>
8. Artigas, M. (2007). *Manual de curtiembre. Avances en la curtición de pieles*. (2.ª ed). Latinoamericana. pp.12-96.
9. Auquilla, D., Díaz, H., Almeida., M. (2014). Bloques nutricionales elaborados en base a T.Arroz, R.Maíz y T.Cebada en cuyes en las etapas de gestación-lactancia y crecimiento-engorde. Tesis de grado, FCP – ESPOCH, Riobamba, Ecuador.

10. Ávalos, C., Ortiz, M., Usca, J., Almeida, M. (2010). Utilización de la caña de azúcar fresca y picada (20, 40, 60 y 80 %) más alfalfa en crecimiento y engorde de cuyes. Tesis de grado, FCP – ESPOCH, Riobamba, Ecuador. Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1181/1/17T0984.pdf>
11. Bacarditt, A. (2004). *Procesos de curtidos*. (2.^a ed.). CETI. pp.3, 5, 45, 49, 80.
12. Balla, J. (2011). Comparación del sistema de curtición tradicional *versus* un sistema de curtición ecológica en pieles caprinas. Tesis de grado. Facultad de Ciencia Pecuarias. ESPOCH. Riobamba, Ecuador. Recuperado de: http://bibliotecas.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=44410&shelfbrowse_itemnumber=63213
13. Barrera, B., Díaz, H., Usca, J. (2010). Evaluación de las características productivas y reproductivas de cuyes negros manejados en jaulas *versus* pozas. Tesis de Grado, FCP–ESPOCH, Riobamba, Ecuador.
14. Benítez, G. (2001). Utilización del forraje verde hidropónico de cebada en la alimentación de cuyes en las etapas de gestación - lactancia. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
15. Benalcázar, L. e Hidalgo, N. (2019). Adaptación de dos semillas de maíz forrajero (*Zea mays L.*) en el Centro Experimental Académico Salache “Ceasa” para su posterior suplementación en cuyes de engorde. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6365/6/PC-000750.pdf>
16. Bonilla, J., Díaz, H., Usca, J. (2010). Utilización de la *Cabuya agave americana* como suplemento alimenticio para cuyes en las etapas de crecimiento-engorde y gestación-lactancia. Tesis de grado, FCP – ESPOCH, Riobamba, Ecuador.
17. Bonilla, S., Usca, J., Díaz, H. (2014). Utilización de diferentes niveles de maíz de desecho con tusa molida más melaza en la alimentación de cuyes. Tesis de Grado, FCP – ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
18. Borchet, A. (1995). *Parasitología Veterinaria*. Miguel C. del Campillo.
19. Botanical-online. (2020). Malva. Recuperado de: <https://www.botanical-online.com/medicinalsmalvacastella.htm>.

20. Caballero, A. (1992). Valor nutricional de la panca de maíz: consumo voluntario y digestibilidad en el cuy (*Cavia porcellus*). Tesis de grado, UNA La Molina, Lima, Perú.
21. Cabay, L. (2001). Uso de las pepas de zapallo en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento y engorde. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica. ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
22. Caguana, M., Hidalgo, L., Díaz, H. (2011). Curtación de pieles de cuy para peletería media utilizando tres niveles de tanino vegetal quebracho ATS. Tesis de Grado, FCP-ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
23. Caicedo, Q., Rodríguez, B., Valle, R. (2013). Una reseña sobre el uso de tubérculos de papa china (*Colocasia esculenta*) conservados en forma de ensilaje para alimentar cerdos. Secretaría Nacional de Educación Superior Ciencia Tecnología e Innovación Ecuador. Universidad de Granma. Recuperado de: <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Una%20resena%20sobre%20el%20uso%20de%20tuberculos%20de%20papa%20china%20Colocasia%20esculenta%20conservados%20en%20forma%20de%20ensilaje%20para%20alimentar%20cerdos.pdf>
24. Cajas, A., Camacho, C., Díaz, H. (2008). Efecto de la utilización del chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) como antiparasitario gastrointestinal en cuyes bajo diferentes tiempos de maceración y cocción. Tesis de grado, FCP-ESPOCH, Riobamba, Ecuador.
25. Cajamarca, D. (2006). Utilización de la harina de lombriz en la alimentación de cuyes mejorados en la etapa de crecimiento-engorde. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
26. CARE Perú. (2010). Guía de producción de cuyes. Proyecto de Cadenas Productivas “Allí Allpa”, CARE Perú. Edit. Corporación Globalmark.
27. Cargua, F., Díaz, H., Usca, J. (2014). Utilización de tres niveles de harina de Papa China Colacasea esculenta como alimento energético en las etapas de gestación – lactancia y crecimiento-engorde en cuyes. (Tesis de Grado: Cargua, F.), FCP-ESPOCH, Riobamba Ecuador.
28. Caro, W., Araya, E., Núñez, H, y Barahona, A. (2008). Sexo, edad y rendimiento en canal, y evaluación de las características de la carne ahumada de

- conejo. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile.
29. Carrión, J. (2012). Crianza intensiva de cuy en bloque en madriguera de madera modelo pirámide. Conferencia Plurinacional e Intercultural de Soberanía Alimentaria. Recuperado de: <http://www.soberaniaalimentaria.gob.ec>.
 30. Casa, C., Usca, J., Trujillo, V., Capelo, W. (2008). Efecto de la utilización del forraje verde hidropónico de avena, cebada, maíz y trigo en la alimentación de cuyes. Tesis de Grado. FCP – ESPOCH, Riobamba, Ecuador.
 31. Castillo, C., Díaz, H., Silva, L. (2010). Determinación y evaluación de los niveles más adecuados de aminoácidos esenciales en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y engorde. Tesis de Grado, FCP–ESPOCH, Riobamba, Ecuador.
 32. Castro B. y Chirinos, P. (1994). Avances en nutrición y alimentación de Cuyes. *Crianza de Cuyes, Guía Didáctica*, pp.136-146. Universidad Nacional del Centro.
 33. Castro, J. (2002). *Nutrición y alimentación de cuyes*. (1ra Ed.)Universidad Nacional del Centro del Perú.
 34. Centeno, N., Zurita, M., Duchi, N. (2014). Efecto del *Plukenetia volubilis linneo* (sacha inchi), en la calidad de carne ahumada *Cavia porcellus* (cuy). Tesis de grado, FCP–ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
 35. Chauca, L. (2000). *Producción de cuyes* (*Cavia porcellus*). Instituto Nacional de Investigación Agraria La Molina, Perú. Estudio FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Recuperado de: <http://www.fao.org>.
 36. Chauca, L. y Zaldivar, M. (2000). *Crianza de cuyes*. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Dirección General de Transferencia de Tecnología, Departamento de Comunicaciones. Folleto No. 6-94. Recuperado de: <http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/100144.pdf>
 37. Cisneros, C., Díaz, H., Fiallos, L. (2009). Utilización de cáscara de maracuyá más un promotor de crecimiento natural (Hibotek) en la alimentación de cuyes en las etapas de gestación-lactancia y crecimiento-engorde. Tesis de grado, FCP–ESPOCH, Riobamba, Ecuador.

38. ConceptoDefinición. (2020). Cromosoma. Recuperado de: <https://concepto-definicion.de/cromosoma/>
39. Coselsa. (2006). Curtido de pieles con pelo. Trabajo teórico-práctico de. Curtido de pieles de alpaca. pp.1-5 Lima, 24 Enero 2006. Recuperado de: http://coselsa.com/Curtido_de_Pieles_de_Alpaca.pdf
40. Criollo, M. (2000). Utilización del subproducto de maíz en la alimentación de cuyes mejorados. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba, Ecuador
41. Descripción zoológica del cuy (sf). [fecha de consulta: 07 de Julio del 2018]. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/171227813/DESCRIPCION-ZOOLOGICA-DEL-CUY>
42. Díaz, M. (2019). Enzimas vegetales para una producción de cuero eco-compatible. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de La Plata. Recuperado de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/76839>
43. Ecotintes. (sf). Chilca. Recuperado de: <http://www.ecotintes.com/content/es/chilca>
44. Erazo, C., Díaz, H., Jiménez. (2009). Utilización de ensilaje de maralfalfa de diferentes edades de corte (30, 45 y 60 días) en la alimentación de cuyes. Tesis de grado, FCP – ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
45. Figueroa, F. (2008). Realidad y problemática del sector pecuario. Programa San Marcos, Cajamarca. Línea técnica pecuaria. Recuperado de: <http://www.perucuy.com>.
46. Garcés, S. (2003). Efecto del uso de la cuyinaza más melaza en el balanceado en la alimentación de cuyes. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
47. Guajan, S., Díaz, H., Usca, J., Trujillo, J. (2009). Evaluación de diferentes raciones alimenticias en cuyes en las etapas de gestación - lactancia y crecimiento-engorde en el cantón Cotacachi. (Tesis de Grado: Guajan, S.), FCP-ESPOCH, Riobamba Ecuador.
48. Gualoto M. (2016). Implementación de un fulón de curtición de cueros para el estudio del proceso de curtido de pieles de especies menores para el laboratorio

- de ingeniería agroindustrial de la UNACH. Tesis de grado. Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Chimborazo.
49. Guamán R., M. (2015). Evaluación de dos raciones tradicionales para la alimentación de cuyas mejoradas desde el destete hasta el inicio de la vida reproductiva mediante la utilización de madrigueras en forma piramidal. Tesis de Grado. FCP–ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
 50. Guaminga, L. (2011). Utilización de tres taninos vegetales con diferentes niveles en la curtición de pieles de cuy. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH, Riobamba, Ecuador. Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1098/1/17T01018.pdf>
 51. Grefa, D., Díaz, H., Oleas, V. (2012). Evaluación de los tamaños de camada al nacimiento y su influencia en los parámetros productivos en cuyes. Tesis de Grado, FCP – ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
 52. Heidrix, CH. (1999). *Diagnóstico parasitológico veterinario*. Harcourt Brace.
 53. Herfeld, H. (2004). *Investigación en la mecanización racionalización y automatización de la industria del cuero*. (2.ª ed.). Chemits.
 54. Hervas, S. (2011). *Crianza de cuyes. Alternativa ecológica*. Disponible en <http://ecosiembra.blogspot.com/2011/>
 55. Hidalgo, L. (2004). Texto básico de curtición de pieles. (2.ª ed.). ESPOCH. pp.15-58.
 56. Hidalgo, L. (2010). *Escala de calificación sensorial para las pieles de cuy curtidadas con diferentes niveles de sulfato de cromo*.
 57. Hill, R. (1989). *Licores residuales de curtición*. (1.ª Ed). Igualada. (pp 18 ,42).
 58. Huamán, M., Bach. Killerby, M. y Chauca L. (2019). Manual de Bioseguridad y Sanidad en Cuyes. (2019). Proyecto 046_PI. “Determinación de las causas de mortalidad, control de enfermedades y medidas de prevención en cuyes”. INIA: Instituto Nacional de Innovación Agraria. Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario – DDTA Subdirección de Productos Agrarios – SDPA. Programa Nacional De Cuyes. Ministerio de la Agricultura y Riego. Perú. Recuperado de: https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/936/1/Huam%C3%A1n-Manual_de_Bioseguridad_y_Sanidad_en_cuyes.pdf

59. Huaraz. (julio de 2008). Proyecto: “Desarrollo de Capacidades para el fortalecimiento de las Cadenas Productivas de Cuyes y Truchas en el Distrito de Ragash, Provincia de Sihuas” Centro de Estudios para el Desarrollo y la Participación. Manual Práctico de Crianza de Cuyes. Recuperado de: <https://docplayer.es/4525376-Manual-practico-de-crianza-de-cuyes.html>
60. INIAP. (19189). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Recuperado de: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2545>
61. Imba, E. y Tallana, L. (2011). Aceptabilidad del bagazo de caña, R.Maíz y T.Cebada en bloques nutricionales como reemplazo del maíz en cobayos de engorde (*Cavia porcellus*), en la granja la Pradera-Chaltura. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica del Norte.
62. Inkanatural. (enero de 2021). Agave: propiedades y usos tradicionales. Recuperado de: <https://www.inkanatural.com/es/arti.asp?ref=agave>
63. Jones, C. (2002). *Manual de curtición vegetal*. (1.ª ed). LEMIN.
64. Lacerca, M. (2003). *Curtición de cueros y pieles*. (1.ª ed). Albatros.
65. Lee, R. (1974). *Latin American Tables of Feed Composition*. Department of Animal Science. University of Florida.
66. Libreros, J. (2003). *Manual de tecnología del cuero*. (1.ª ed). EUETII.
67. Londo, V., Usca, J., Díaz, H., y Trujillo, V. (2014). Utilización de diferentes niveles de zeolitas en el balanceado, para la alimentación de cuyes durante las etapas de crecimiento-engorde. Tesis de grado, FCP-ESPOCH, Riobamba, Ecuador.
68. López, E. (2002). *Hongos comestibles. Orellanas: deliciosa medicina*. Visión Chamaluca.
69. López, M., R. (2016). Evaluación de tres sistemas de alimentación sobre el rendimiento productivo en cuyes de la línea inti, andina y Perú”. Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23318/1/Tesis%2052%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20409.pdf>

70. Lucas, E. (2007). El cuy, su cría y explotación. Realidad y manejo del cuy. Recuperado de: <http://www.perucuy.com>.
71. Luvi Ch. U. (sf). Instituto Superior Tecnológico Público de Huancane. Especialidad: Producción Agropecuaria. Sanidad de Cuyes. Recuperado de: <https://fr.slideshare.net/luviu/enfermedades-de-los-cuyes-sanidad>
72. Manríquez H. (sf). La digestibilidad como criterio de evaluación de alimentos - su aplicación en peces y en la conservación del medio ambiente. Fundación Chile. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/ab482s/AB482S08.htm>
73. Mayacela, L. y Vásquez, A. (2004). Evaluación de la población de parásitos internos den cuyes en varias comunidades rurales. Tesis de grado. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Central del Ecuador. Sn. Quito, Ecuador.
74. Miranda, M., Díaz, B., Díaz, H. (2013). Evaluación del sustrato post - producción de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* en la alimentación de cuyes. Tesis de grado, FCP-ESPOCH, Riobamba, Ecuador. Recuperado de: <http://www.portalagrario.gob.pe> (2009).
75. Mullo, L. (2009). Aplicación del promotor natural de crecimiento (Sel-plex) en la alimentación de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*) en la etapa de crecimiento-engorde y gestación-lactancia. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
76. Ocaña, S., Díaz, H., Trujillo, J. (2011). Utilización de NuPro (nucleótidos, proteínas e inositol), en dietas para cuyes en la etapa de crecimiento-engorde y gestación-lactancia. Tesis de grado, FCP-ESPOCH, Riobamba Ecuador.
77. Parra J., Navia, A. y Buendía, D. (2017). Promotores del Crecimiento de los Animales. Universidad de la Amazonia. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/andreanaviavalderrama/promotores-de-crecimiento-en-animales-73388856>.
78. Pasto, A. (2006). Efecto de utilización del tamo de trigo más melaza como suplemento alimenticio para cuyes. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
79. Pozo, M. (1983). *La alfalfa su cultivo y aprovechamiento*. Mundi-Prensa.

80. Proaño, R. (2010). Utilización de un complejo enzimático natural (Allzyme SSF) en la alimentación de cuyes en las etapas de gestación-lactancia y crecimiento-engorde. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
81. Quinatoa S. (2012). Evaluación de Diferentes Niveles de Harina de Retama más Melaza en la Elaboración de Bloques Nutricionales para la Alimentación de Cuyes. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1722/1/17T0810.pdf>
82. Quinatoa, S., Usca, J., Díaz, H., Trujillo, J. (2007). Evaluación de diferentes niveles de harina de retama más melaza en la elaboración de bloques nutricionales para la alimentación de cuyes. Tesis de grado, FCP-ESPOCH, Riobamba, Ecuador.
83. Quiroz, H. (1986). *Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos*. 1.^a ed. Edit. Limusa.
84. Revollo, K. (2009). Proyecto de mejoramiento genético y manejo del cuy, Bolivia. Archivo de Internet 37b.pdf.
85. Rivera, V., Gavilanes, E., Merino, E. (2012). Evaluación de distintos cuajos naturales y procesados (bovinos, ovinos y cuy) para la realización de queso fresco. Tesis de grado, FCP-ESPOCH, Riobamba, Ecuador.
86. Rodríguez, E. (2008). Manual práctico de crianza de cuyes. Proyecto: “Desarrollo de capacidades para el fortalecimiento de las cadenas productivas de cuyes y truchas en el distrito de Ragash, provincia de Sihuas”. Huarz, Perú. Recuperado de: <http://www.cedepperu.org>
87. Rodríguez, A. (2015). Obtención para cuero de calzado femenino utilizando tres niveles de taninos sintéticos en combinación con cromo en pieles caprinas. Tesis de grado. FCP-ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
88. Romero, D. (2015). Obtención de cuero gamulán con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio. Tesis de grado. FCP-ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
89. Rumancela, A. (1999). Evaluación de pollinaza en la alimentación de cuyes mejorados en la fase de crecimiento engorde, gestación y lactancia. Tesis de grado. EIZ-FCP-ESPOCH. Riobamba-Ecuador.

90. Sánchez, A.; Sánchez, S., Godoy, S.; Díaz, R. y Vega, N. (2009). Gramíneas tropicales en el engorde de cuyes mejorados sexados (*Cavia porcellus Linnaeus*) en la zona de la Maná. *Revista Ciencia y Tecnología* 2 (1), 25-28. Recuperado de: <http://dial-net.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4053241>
91. Sayay, M. (2010). Utilización de dos variedades de maíz en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento-engorde. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
92. Fibra cruda. (27 de Mayo de 2019). Obtenido de Fibra cruda y extracto etéreo:<http://es.scribd.com/doc/8462551/Fibra-Cruda-y-Extracto-etereo#scribdScribd>
93. Significados. (Enero 2021). Significado de Etiología. Qué es la Etiología. Recuperado de: <https://www.significados.com/etiologia/>
94. Sinaluisa, A., Díaz, H., Trujillo, J. (2013). Implementación de un sistema de crianza de cuyes no tradicional, utilizando madrigueras en forma piramidal con diferente densidad poblacional en la etapa de crecimiento engorde. Tesis de grado, FCP-ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
95. Sinchiguano, M. (2008). Producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes. Tesis de grado. ESPOCH. Riobamba-Ecuador. Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1707/1/17T0822.pdf>
96. Soler, J. (2008). *Procesos de curtido I*. (1.ª ed.). CETI.
97. Supe, C. (2008). Utilización de plantas desparasitantes tradicionales: paico, ajenojo, ruda y marco en el control de parásitos gastrointestinales en cuyes. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
98. Thorstensen, E. (2002). *El cuero y sus propiedades en la industria*. (3.ª ed). Interamericana.
99. Valqui, D. y Valqui, R. (2011). Crianza de cuyes en pirámides. Recuperado de: <http://www.reinadelaselva.com.pe/?p=3330>
100. Vanvlimern, P. (2006). *Nuevos desarrollos de la ribera para simplificar el manejo de las aguas residuales*. Chemistis.

101. Vásconez, J. (2004). Determinación del valor nutritivo del forraje verde hidropónico de trigo y su efecto en la alimentación de cuyes durante las etapas de gestación, lactancia y crecimiento, engorde. Tesis de grado. ESPOCH. Riobamba-Ecuador.
102. Vásquez J. (sf). Alfalfa: características, hábitat, reproducción, propiedades. Lifeder.com. <https://www.lifeder.com/alfalfa/>
103. Villa, S., Díaz, H., Usca, J. (2014). Niveles de afrecho de maíz en dietas para cuyes en las etapas de crecimiento-engorde y gestación-lactancia. Tesis de Grado. FCP-ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
104. Wikipedia. (2021). *Cavia porcellus*. (Última actualización: 07.01.2021). Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Cavia_porcellus
105. Zaldívar, A. E. (2006). Enfermedades infecciosas y no infecciosas en los animales de granja. Océano.
106. Zarate, A. (2006). Utilización de cuatro tipos de alimentación y su efecto en crecimiento y engorde de cuyes machos mejorados. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica ESPOCH. Riobamba, Ecuador.

ANEXO 1:

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y DEFINICIONES

TÉRMINO	=	DENOMINACIÓN
A	=	Alfalfa.
A + C	=	Alfalfa + Cebada.
A + M	=	Alfalfa + Maíz.
A + T	=	Alfalfa + Trigo.
A100C0	=	Alfalfa 100 % y 0 % caña picada.
A20C80	=	Alfalfa 20 % y 80 % caña picada.
A40C60	=	Alfalfa 40 % y 60 % caña picada.
A60C40	=	Alfalfa 60 % y 40 % caña picada.
A80C20	=	Alfalfa 80 % y 20 % caña picada.
Alcaloide	=	Sustancia nitrogenada que se encuentra en ciertos vegetales; constituye un estimulante natural.
Alfalfa	=	Planta herbácea perenne de hasta 80 cm, tallos erectos, cubiertos de una vellosidad blanquecina, con pequeñas flores púrpura que crecen en racimo.
Alumbre	=	Mineral compuesto por aluminio y potasio.
Aminoácidos	=	Compuestos orgánicos que se combinan para formar las proteínas: molécula orgánica que posee en extremos contrapuestos: un grupo amino (-NH ₂) y un grupo carboxilo (-COOH).
Análisis coproparasitario	=	Estudio parasitológico de las materias fecales; se usa para el diagnóstico de enteroparasitosis.
Anorexia	=	Trastorno de la alimentación caracterizado por el peso corporal anormalmente bajo.
Antihelmínticos	=	Fármacos que actúan contra los nematodos (gusanos redondos) y trematodos (fasciola hepática).
Ascariosis	=	Infección causada por <i>Ascaris lumbricoides</i> : una lombriz intestinal.
Ascitis	=	Acumulación de líquido en el abdomen: dentro de la cavidad peritoneal.

Astringencia	=	Proceso de desecación y contracción que producen algunas sustancias (p.ej. sulfato de aluminio) en los tejidos orgánicos.
ATD	=	Licor del quebracho muy resistente a la acción bacteriológica y a la hidrólisis.
ATG	=	Licor del quebracho muy resistente a la acción bacteriológica y a la hidrólisis (extraído del quebracho molido y atomizado; produce un cuero amarillo).
ATO	=	Licor del quebracho muy resistente a la acción bacteriológica y a la hidrólisis (extraído del quebracho molido y atomizado; produce un cuero rojizo).
Atrofia	=	Falta de desarrollo de una parte del cuerpo. Disminución del volumen o tamaño de un órgano o de un tejido orgánico debido a causas fisiológicas o patológicas.
ATS	=	Licor del quebracho muy resistente a la acción bacteriológica y a la hidrólisis (quebracho sulfurado; produce un cuero rosado).
Balanceado A	=	Compuesto comercial.
Balanceado B	=	Compuesto comercial.
Balanceado C	=	Compuesto comercial.
Cabuya	=	Agave lechuguilla: agave, pita, maguey, mezcal y fique, pertenece a la familia <i>Agavaceae</i> ; es una planta con hojas agrupadas en forma de rosetas.
Calcha de maíz	=	Caña y hojas secas del maíz.
Chocho	=	<i>Lupinus mutabilis</i> : leguminosa con alto contenido proteico, de origen americano; es cultivada en los Andes.
Coccidiosis	=	Enfermedad anal, producida por <i>coccidios</i> del género <i>Eimeria</i> o <i>Isospor</i> . Ataca tanto al hombre como a los animales.
Colágeno	=	La proteína más abundante en el cuerpo: componente principal de los tejidos conectivos que conforman varias partes del cuerpo (incluyendo ligamentos, tendones, piel y músculos).
Coprofagia	=	Ingestión voluntaria de heces.
Criterio K-W	=	Criterio Kruskall Wallis.
Cromosoma	=	Fragmentos largos en formas de hebra presentes en la cromatina
Crupones	=	Parte del cuero que queda después de separar el cuello y las faldas.
Curtición	=	Curtido: proceso de curtir; convertir la piel putrescible en cuero; se lleva a cabo a través del tratamiento del colágeno de la piel mediante el uso de agentes curtientes minerales o vegetales, transformándola en cuero.

Curtiembre (Curtiduría o Tenería)	=	Lugar donde se lleva a cabo el proceso de conversión de las pieles de los animales en cuero.
Cuy (nombre científico)	=	<i>Cavia porcellus</i> .
Cuy: nombres vulgares	=	Nombramiento en diferentes regiones: Cuyi , Jaka, Cuyi, Cuye, Cuyo, Cuis, Curi, Acure, Curío, Curie, Cury, Cuín, Curiel, Güimo, Cobayo, Cobaya, Conejillo de Indias, Chanchito de Indias.
CV	=	Coefficiente de variación.
Descarnado	=	Proceso mecánico para la eliminación de la grasa natural, y del tejido conjuntivo durante el proceso curtido.
Desencalado	=	Proceso de lavado para la remoción de la cal y el sulfuro; evita posibles interferencias en las etapas posteriores del curtido.
Desengrase	=	Proceso durante el curtido que produce una descarga líquida que contiene materia orgánica, solventes (kerosene, monoclorobenceno) y agentes tensoactivos.
Distocia	=	Trabajo de parto difícil, caracterizado por un avance lento, anormal del trabajo de parto.
Edematosa	=	Concerniente o perteneciente al edema: hinchazón o tumefacción producida por la acumulación de fluido en el tejido intercelular o intersticia.
EE	=	Extracto etéreo.
EExp	=	Error experimental.
Elastina	=	Proteína extracelular de la matriz que dota de elasticidad a los tejidos, como la piel.
ELN	=	Extracto libre de nitrógeno.
Elongación	=	Alargamiento.
Endoparásitos	=	Parásito que vive alojado en el interior de su huésped.
Enterobacterias	=	Familia de bacilos gramnegativos, grande y diversa; flora bacteriana normal de los mamíferos incluido el hombre.
Enzimas	=	Moléculas orgánicas que propician una acción catalítica en las reacciones químicas.
Exoparásitos	=	Parásito que vive en el exterior de su huésped.
<i>Fasciola hepática</i> (duela del hígado)	=	Parásito hematófago: platelminto trematodo (duela) de la subclase <i>Digenea</i> ; se caracteriza por su forma lanceolada; sus formas inmaduras durante su migración producen una destrucción masiva del parénquima hemático.
FC	=	Fibra cruda.

FCP	=	Facultad de Ciencias Pecuarias.
FHA	=	Forraje verde hidropónico de avena.
FHC	=	Forraje verde hidropónico de cebada.
FHM	=	Forraje verde hidropónico de maíz.
FHT	=	Forraje verde hidropónico de trigo.
Fitoquímico	=	Compuestos químicos producidos por las plantas.
Forraje	=	Hierba verde o seca que se le suministra al ganado para su alimentación.
Frisa	=	Tela ordinaria de lana.
Fulón	=	Recipiente cilíndrico para el curtido de pieles; se construyen de maderas duras de alta calidad: iroko, sapelli, tiama, tali, u otras maderas con elevadas especificaciones técnicas equivalentes.
Gallinaza	=	Mezcla de las excretas, residuos de alimento, plumas, huevos rotos y el material absorbente.
Gastroenteritis	=	Inflamación de las mucosas del estómago y del intestino debidas a una infección, la cual, se produce simultáneamente.
Gazapo	=	Cría del cuy.
Hibotek	=	Promotor de crecimiento natural.
Hidrotérmica	=	Relaciona el agua y el calor, y sus efectos: está contextualizada en los máquinas y aparatos, procedimientos, tratamientos, etc., que usan los efectos del agua y el calor combinados en la consecución de un determinado objetivo.
HPG	=	Huevos por gramo de heces.
Intersticial	=	Que se encuentra en los intersticios de un tejido animal o vegetal.
Larva rabditiform	=	Mide entre 200-300 μm de longitud y 16-20 μm de diámetro; se caracteriza por poseer una cavidad bucal corta y un primordio genital prominente en la porción media.
Lastometría	=	Capacidad que presenta el cuero para resistir esfuerzos multidireccionales, que aparecen durante la confección de artículos, así como durante el uso diario del mismo; se mide la distensión y fuerza de la piel.
Maceración	=	Acción de macerar o macerarse: dejar sumergida una sustancia sólida en un líquido durante un determinado tiempo para extraerle las partes solubles.
Malva	=	Planta perenne de la familia de las <i>Malváceas</i> de hasta 1,5 m de altura.
Maracuyá	=	Planta trepadora del género <i>Pasiflora</i> , nativa de las regiones subtropicales de América.

Maralfalfa	=	Gramínea perenne, de tallos largos, delgados, sin vellos superficiales; alcanza hasta 2 m de alto.
Melaza	=	Miel final, miel de caña de azúcar, miel negra; se define como aquel residuo que queda durante el proceso de cristalización final del azúcar.
Micra (micrón)	=	Medida de longitud (símbolo: μ): es la millonésima parte de un metro.
MO	=	Materia orgánica.
MS	=	Materia seca.
Mucosa	=	Membrana del organismo que elabora una sustancia densa y pegajosa, con la finalidad de proteger un órgano o una parte del cuerpo.
Necropsia	=	Autopsia: estudio que se le realiza a un cadáver con la finalidad de investigar y determinar las causas de su muerte.
Necrótica	=	De la necrosis o relacionado con ella.
Nonato	=	Animal que no ha nacido naturalmente, sino que ha sido extraído del vientre materno mediante una operación quirúrgica.
Ns	=	Promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Duncan $P < 0,05$.
Nucleótido	=	Compuesto químico orgánico fundamental de los ácidos nucleicos; está compuesto por una base nitrogenada, un azúcar y una molécula de ácido fosfórico.
NuPro	=	Compuesto de origen vegetal, rico en nucleótidos, proteínas e inositol.
OPG	=	Ooquistes por gramo de heces.
Papa china	=	Tubérculo de una planta llamada <i>Colocasia esculenta</i> original de la polinesia. Conocida como: malanga, taro, ocumo chino (en dependencia al lugar donde se encuentre); pertenece a la familia <i>Aráceae</i> .
Parasitosis	=	Enfermedad infecciosa causada por protozoos, vermes (trematodos, nematodos, cestodos) o artrópodos.
<i>Paraspidodera uncinata</i>	=	Nematodo que se aloja en el tracto intestinal, e infesta al ciego y colon del animal.
Partogenogénesis	=	Reproducción basada en el desarrollo de células sexuales femeninas (óvulos) no fecundados; presente con cierta frecuencia en platelminfos, y otros parásitos.
Passalurus	=	Pequeño nematodo oxiúrido que se aloja en el tracto intestinal, e infesta al ciego y colon del animal.
PC	=	Proteína cruda.
PCN	=	Promotor de crecimiento natural

Pelambre	=	Proceso durante el curtido que disuelve el pelo utilizando cal y sulfuro de sodio; produce además, el desdoblamiento de fibras a fibrillas, que prepara la piel para su curtición.
Peptización	=	Proceso en el que un precipitado cristalino (al entrar en contacto con el disolvente frío), retorna a su primitiva forma coloidal.
Período prepatente	=	Período entre la infección con un parásito y la producción de huevos por parte de la hembra. Este equivale al período de incubación de las infecciones microbianas, pero biológicamente diferente, porque el parásito va pasando por etapas de desarrollo en el huésped.
Peso a la canal	=	Peso frío de la canal del cuy sacrificado, entera o dividida longitudinalmente, una vez desollado, desangrado y eviscerado.
Piquelado	=	Preparación química de la piel para el proceso de curtido; se utilizan el ácido fórmico y sulfúrico; permiten la difusión del curtiente hacia el interior de la piel sin que exista fijación en las capas externas del colágeno.
Pollinaza	=	Mezcla de excretas, plumas, residuos de alimento y cama.
Precurtición	=	Preparación previa de la piel para el curtido, fijando la estructura del mismo y ajustando el pH.
Prob.	=	Probabilidad.
Profilaxis	=	Conjunto de medidas conducentes a la protección o preservación de las enfermedades; es el tratamiento preventivo de la enfermedad.
Proteína	=	Macromoléculas formadas por cadenas lineales de aminoácidos.
Proteolisis	=	Degradación de proteínas: mediante enzimas (peptidasas), o por medio de degradación intracelular.
Prurito	=	Picazón, picor que se siente en una parte del cuerpo o en todo él.
Quebracho	=	Árbol de cuya cáscara se extrae tanino para la curtición de pieles.
R.Maíz	=	Rastrojo de maíz.
Rastrojo	=	Conjunto de restos de tallos y hojas que quedan en el terreno tras cortar un cultivo.
Remojo	=	Proceso para rehidratar la piel y eliminar las materias extrañas: estiércol, sangre, barro, microorganismos, productos de conservación, etc., durante la curtición.
Reticulación	=	Reacción química que permite la unión entre las cadenas de polímeros. El curtimiento con cromo, produce un cuero con una reticulación muy estable al agua en ebullición.
Ribera	=	Conjunto de operaciones durante el curtido: mecánicas, procesos químicos, fisicoquímicos y enzimáticos, que tienen como fin eliminar de la piel los componentes no adecuados (pelos) para la obtención de cuero.

Semoviente	=	Que es capaz de moverse por sí solo.
Setaria	=	Gramínea perenne originaria de África tropical, que crece formando densas matas de macollos, y puede alcanzar de 60 cm a 180 cm de altura. Hojas con vaina pelosa o glabra.
Sign.	=	Significancia.
Sintomatología	=	Conjunto de síntomas característicos de una determinada enfermedad, que se presentan en un enfermo.
Sx	=	Desviación estándar.
T.Arroz:	=	Tamo de arroz.
T.Cebada:	=	Tamo de cebada.
T1	=	Tratamiento con cáscara de maracuyá al 5 % + Hibotek
T2	=	Tratamiento con cáscara de maracuyá al 10 % + Hibotek
T3	=	Tratamiento con cáscara de maracuyá al 15 % + Hibotek.
Taxonómica	=	Ciencia que trata de los principios, métodos y fines de la clasificación: clasificación de los seres vivos, enmarcándolos en categorías como: orden, familia o género.
TCO	=	Alimento fresco suministrado sin procesar.
TO	=	Tratamiento sin cáscara de maracuyá. Trichuris
<i>Trichuris muris</i>	=	Nematodo que se aloja en el tracto intestinal; son pequeños, delgados y se distinguen por poseer un esófago largo.
Tusa	=	Lo que queda de la mazorca de maíz (parte central) después que se han extraído los granos.
Zapallo	=	Hortaliza rica en fibra; presenta bajo contenido de sodio e hidratos de carbono; es hipocalórica, alta en potasio y rica en vitaminas; posee un elevado porcentaje de agua.

La obra posee ocho capítulos, los cuales recogen: Capítulo I: El cuy. Generalidades. El cuy en Ecuador. Tabúes; Capítulo II: La alimentación del cuy (*Cavia porcellus*). Tipos de alimentos. Comportamiento nutricional; Capítulo III: Construcciones: madrigueras tipo piramidal. Comportamiento productivo en la etapa de crecimiento; Capítulo IV: Distribución geográfica. Tipos. Crianza. Reproducción. Comportamiento productivo; Capítulo V: Enfermedades. Etiología. Vías de transmisión. Enfermedades en órganos y aparatos; Capítulo VI: Sanidad. Enfermedades parasitarias; Capítulo VII: Industria de la piel de cuy. Procesos para el curtido y Capítulo VIII: Otras industrias.

Por su evidente valor didáctico y de resultados de investigación, este libro constituye una interesante fuente de información para alumnos y profesores; así como para todos aquellos interesados en esta singular temática. Les ofrece a todos una lectura agradable e interesante; obligando al lector a la reflexión; y, tomando como punto de partida los resultados expuestos, le incentiva a la búsqueda de nuevas soluciones, que permitan mejorar aún más lo obtenido en estas investigaciones; y que la producción y el consumo de esta preciada y nutritiva carne se convierta en una práctica generalizada en Ecuador, a la vez que, las delicadas pieles, potencien un posible rubro de exportación.

Hermenegildo Díaz Berrones. Ingeniero zootecnista de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, magíster en Producción Animal mención Reproducción y Mejoramiento Ganadero de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Experiencia Profesional: consultor en el área pecuaria del Ministerio de Bienestar Social 1992-1994. Docente de Especies Menores y Apicultura de la Carrera de Ingeniería Zootécnica de la Facultad de Ciencias Pecuarias desde 1995 hasta la actualidad, Director de la Carrera de Ingeniería Zootécnica 2014 - 2015, subdecano de la Facultad de Ciencias Pecuarias desde 2019 hasta la actualidad.

José Vicente Trujillo Villacís. Ingeniero zootecnista de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, maestro en Ciencias de Producción Animal: área Mayor Reproducción y Genética Animal por la Universidad Autónoma de Chihuahua-México. Experiencia profesional: docente de la Carrera de Ingeniería Zootécnica de la Facultad de Ciencias Pecuarias desde 1995 hasta la actualidad; coordinador posgrado de la Facultad de Ciencias Pecuarias 2000; director de la Escuela de Ingeniería Zootécnica 2007; vicedecano de la Facultad de Ciencias Pecuarias 2008 - 2010; 2015 -2016; coordinador del Programa de Maestría en Producción Animal 2017; decano de la Facultad de Ciencias Pecuarias desde el año 2019.

Luis Eduardo Hidalgo Almeida. Ingeniero zootecnista. magíster en Administración Ambiental, magíster en Dirección Técnica de Curtidos de la Universidad Politécnica de Cataluña. doctor Ph.D. en Ingeniería Industrial de la Universidad Mayor de San Marcos. Docente de la Carrera de Ingeniería Zootecnia de la Facultad de Ciencias Pecuarias desde el año de 1993 hasta la actualidad. Decano de la Facultad de Ciencias Pecuarias desde 2014 hasta 2018. Director de Posgrado desde el 2019 hasta la presente fecha. Gerente de Producción de la Tenería Alemana SA, desde 1995 hasta 2000. Consultor técnico desde 2000 hasta el 2010.

ISBN: 978-9942-40-426-8

