

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA**

**EFFECTO DE LA ALIMENTACIÓN MIXTA EN CUYES  
(*Cavia porcellus*) CON PASTO SABOYA (*Panicum maximum*) Y  
BALANCEADO COMERCIAL EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO –  
ENGORDE, DESPOSTE E INDUSTRIALIZACIÓN DE SU CARNE**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA  
AGROINDUSTRIAL**

**MERCEDES MARIBEL NUÑEZ VIDAL**  
**maribel.n.vidal@hotmail.com**

**DIRECTORA: ING. JENNY CUMANDÁ RUALES NÁJERA, PhD.**  
**jenny.ruales@epn.edu.ec**

**Quito, Abril 2017**

© Escuela Politécnica Nacional (2017)  
Reservados todos los derechos de reproducción

## **DECLARACIÓN**

Yo, Mercedes Maribel Nuñez Vidal, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Mercedes Maribel Nuñez Vidal

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Mercedes Maribel Nuñez Vidal, bajo mi supervisión.

---

Ing. Jenny Cumandá Ruales Nájera, Ph. D.

**DIRECTOR DE PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTO**

A todas las personas quienes hicieron posible la culminación de este trabajo.

A mi familia, principalmente a mis padres Nelson y Mercedes, por darme traerme al mundo; a mis hermanos Nelson, Alfonso y Jonathan por brindarme su amor.

A la familia Caicedo - Tixe, por permitirme formar parte de su hogar. Muchas gracias por el apoyo, protección, cariño y comprensión constantes.

A mis profesores, principalmente a Jenny Ruales, Marco Sinche y Susana Fuertes por guiarme durante la realización de este proyecto.

A mis amigos de la Escuela Politécnica Nacional por su amistad y apoyo, principalmente a Alexandra, Gabriela, Gonzalo, José Luis, Natalia, Raúl, Ruth y Raysa. Gracias por su amistad y por todos los momentos compartidos.

A mis amigos quienes cambiaron mi vida por completo, Edwin Caicedo, Jorge Landázuri, Daniela Quijije y Camilo Estrella, por ser los diamantes de mi vida, gracias por sus enseñanzas.

## **DEDICATORIA**

A mis abuelitos, quienes son la base de mi familia  
Napoleón Nuñez León y Dolores Ibarra  
Alfonso Vidal y Rosa Torres.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
<b>RESUMEN</b>	<b>xi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xiii</b>
<b>1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>1</b>
1.1 Producción de cuyes	1
1.1.1 Generalidades	1
1.1.2 Etapas de crianza y engorde	4
1.1.3 Protección animal	5
1.1.3.1. Adaptación de cuyes al trópico	5
1.1.3.2. Instalaciones	6
1.1.3.3. Enfermedades	8
1.1.4 Alimentación	12
1.1.4.1. Alimentación del cuy	12
1.1.4.2. Sistemas de alimentación	13
1.1.5 Nutrición	14
1.1.5.1. Nutrición del cuy	14
1.1.5.2. Requerimientos nutricionales	15
1.1.6 Pasto saboya	16
1.1.6.1. Generalidades	16
1.1.6.2. Horario y edad de corte	16
1.1.7 Faenamiento	17
1.1.7.1. Proceso previo al faenamiento	17
1.1.7.2. Etapas del proceso de faenamiento	18
1.2 Productos cárnicos curados	21
1.2.1 La carne	21
1.2.1.1. La canal	21
1.2.1.2. Estructura y fisiología muscular	23
1.2.1.3. Transformación del músculo en carne	23
1.2.1.4. Composición del músculo	26
1.2.1.5. La carne de cuy	27
1.2.2 Curados	28
1.2.2.1. Técnicas de curado	28
1.2.2.2. Desarrollo de color y sabor característicos	29
1.2.2.3. Efecto de los ingredientes de las mezclas de sales de curado	30
1.2.2.4. Aceites esenciales como conservantes de cárnicos	31
1.2.2.5. Empaques para cárnicos	32

<b>2.</b>	<b>PARTE EXPERIMENTAL</b>	<b>34</b>
2.1	Evaluación de la influencia de la alimentación mixta en cuyes ( <i>Cavia porcellus</i> ) con balanceado comercial y pasto saboya ( <i>Panicum maximum</i> ) en 3 niveles (20 %, 40 % y 60 %) y 0 % de pasto para su comparación durante la etapa de crecimiento-engorde.	36
2.1.1	Diseño experimental	36
2.1.2	Adquisición de los animales	37
2.1.3	Construcción del galpón y jaulas	37
2.1.4	Adecuación del galpón	37
2.1.5	Recepción y adaptación de los animales	38
2.1.6	Materias primas	39
2.1.7	Manejo	40
	2.1.7.1. Alimentación y nutrición	40
	2.1.7.2. Sanitización	40
	2.1.7.3. Control del ambiente	40
2.1.8	Evaluación de las variables de respuesta	41
	2.1.8.1. Peso de cuyes	41
	2.1.8.2. Consumo de alimento	41
	2.1.8.3. Curva del incremento de peso	41
	2.1.8.4. Índice de conversión alimenticia	42
2.2	Estudio del efecto del tiempo sobre la maduración de la carne a temperaturas de refrigeración (4 °C) y ambiente (18 °C).	42
2.2.1	Obtención de canales	42
2.2.2	Determinación del pH de la carne	43
2.3	Determinación del valor nutricional y sensorial de la carne de cuy curada y empacada.	43
2.3.1	Obtención de carne de cuy curada	43
2.3.2	Determinación del valor nutricional de la carne de cuy curada	44
2.3.3	Determinación de la calidad sensorial de la carne de cuy curada	44
2.4	Diseño de una planta para la obtención de la carne de cuy curada y empacada.	45
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>46</b>
3.1.	Evaluación de la influencia de la alimentación mixta en cuyes con balanceado comercial y pasto saboya en 3 niveles (20 %, 40 % y 60 %) y 0 % de pasto para su comparación durante la etapa de crecimiento-engorde.	46
3.1.1.	Diseño experimental	45
3.1.2.	Adquisición de los animales	46
3.1.3.	Temperaturas en el interior del galpón	47
3.1.4.	Evaluación de las variables de respuesta	48
	3.1.4.1. Peso de cuyes	49
	3.1.4.2. Consumo de alimento	53



3.1.4.3. Conversión alimenticia	56
3.2. Estudio del efecto del tiempo sobre la maduración de la carne a temperaturas de refrigeración (4 °C) y ambiente (18 °C).	60
3.2.1 Obtención de canales	60
3.2.2 Determinación del pH de la carne	65
3.3. Determinación del valor nutricional y sensorial de la carne de cuy curada y empacada.	68
3.3.1. Obtención de carne de cuy curada	68
3.3.2. Determinación del valor nutricional de la carne de cuy curada	69
3.3.3. Determinación de la calidad sensorial de la carne de cuy curada	79
3.4. Diseño de una planta para la obtención de la carne de cuy curada y empacada.	89
3.4.1. Definición del producto	90
3.4.2. Capacidad y localización de la planta	90
3.4.2.1. Macrolocalización	91
3.4.2.2. Microlocalización	93
3.4.3. Materia prima e insumos	93
3.4.4. Diseño del proceso tecnológico	94
3.4.4.1. Diagrama básico (BFD)	94
3.4.4.2. Diagrama básico (PFD)	95
3.4.4.3. Diagrama básico (P&ID)	95
3.4.4.4. Layout de la planta de producción	95
3.4.4.5. Diseño de la planta en 3D	95
3.4.5. Diseño higiénico	101
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>104</b>
4.1 Conclusiones	104
4.2 Recomendaciones	105
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>106</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>113</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

		PÁGINA
<b>Tabla 1.1.</b>	Requerimientos nutricionales del cuy	16
<b>Tabla 2.1.</b>	Tratamientos y nomenclatura para identificación de jaulas	38
<b>Tabla 3.1.</b>	Parámetros del diseño experimental	48
<b>Tabla 3.2.</b>	Análisis de varianza para el factor incremento de peso semanal	49
<b>Tabla 3.3.</b>	Prueba de Tukey para el nivel de sustitución de pasto con respecto al incremento de peso	51
<b>Tabla 3.4.</b>	Pendientes de las curvas de incremento de peso semanal de los cuyes	53
<b>Tabla 3.5.</b>	Análisis de varianza para el factor consumo de alimento	54
<b>Tabla 3.6.</b>	Prueba de Tukey para el genotipo con respecto al consumo de alimento	55
<b>Tabla 3.7.</b>	Análisis de varianza para el factor conversión alimenticia	57
<b>Tabla 3.8.</b>	Prueba de Tukey para el nivel de sustitución de pasto con respecto a la conversión alimenticia	58
<b>Tabla 3.9.</b>	Prueba de Tukey para el genotipo con respecto a la conversión alimenticia	58
<b>Tabla 3.10.</b>	Peso promedio de los cuyes a las 12 semanas de edad	61
<b>Tabla 3.11.</b>	pH medido en los músculos de canales almacenadas en refrigeración (3,3 °C)	67
<b>Tabla 3.12.</b>	pH de los músculos de medias canales almacenadas al ambiente (13,9 °C)	67
<b>Tabla 3.13.</b>	Composición de la solución de curado	69
<b>Tabla 3.14.</b>	Diseño experimental para la composición nutricional de la carne de cuy curada	70
<b>Tabla 3.15.</b>	Análisis de varianza para el contenido de humedad	71
<b>Tabla 3.16.</b>	Prueba de Tukey para el nivel de sustitución de pasto con respecto a la variable humedad	72
<b>Tabla 3.17.</b>	Análisis de varianza para el contenido de cenizas	73

<b>Tabla 3.18.</b>	Prueba de Tukey para el nivel de sustitución de pasto con respecto al porcentaje de cenizas	75
<b>Tabla 3.19.</b>	Análisis de varianza para el factor extracto etéreo	76
<b>Tabla 3.20.</b>	Prueba de Tukey para el nivel de sustitución de pasto con el contenido de extracto etéreo	77
<b>Tabla 3.21.</b>	Prueba de Tukey para el genotipo con respecto a la variable contenido de extracto etéreo	78
<b>Tabla 3.22.</b>	Análisis de varianza para el factor contenido de proteína	79
<b>Tabla 3.23.</b>	Diseño estandarizado de cuadros latinos incompletos con 7 tratamientos y 3 repeticiones	81
<b>Tabla 3.24.</b>	Diseño experimental para el análisis sensorial de la carne de cuy	82
<b>Tabla 3.25.</b>	Análisis de varianza para el atributo olor característico	82
<b>Tabla 3.26.</b>	Análisis de varianza para el atributo presencia de olores extraños	83
<b>Tabla 3.27.</b>	Análisis de varianza para el atributo sabor característico	85
<b>Tabla 3.28.</b>	Análisis de varianza para el atributo textura	86
<b>Tabla 3.29.</b>	Análisis de varianza para el atributo jugosidad	87
<b>Tabla 3.30.</b>	Análisis de varianza para el atributo presencia de sabores extraños	88
<b>Tabla 3.31.</b>	Ponderación de factores de relevancia para la ubicación de la planta	92
<b>Tabla 3.32.</b>	Características del lugar donde se construirá la planta	93
<b>Tabla AVIII.1.</b>	Ficha técnica de la balanza	123
<b>Tabla AVIII.2.</b>	Ficha técnica del aturdidor de cuyes	124
<b>Tabla AVIII.3.</b>	Ficha técnica de la marmita	125
<b>Tabla AVIII.4.</b>	Ficha técnica de la marinadora de vacío	126
<b>Tabla AVIII.5.</b>	Ficha técnica de la empacadora al vacío de doble campana	127
<b>Tabla AVIII.6.</b>	Ficha técnica de la cámara de congelación	128

## ÍNDICE DE FIGURAS

		PÁGINA
<b>Figura 1.1.</b>	Diferencias físicas entre cuy criollo y cuy mejorado	4
<b>Figura 1.2.</b>	Estructura de los techos para galpones en el trópico.	7
<b>Figura 1.3.</b>	Diseño y dimensiones del techo y cielo raso para un galpón en el trópico	7
<b>Figura 1.4.</b>	Sistema digestivo del cuy	15
<b>Figura 1.5.</b>	Metabolización de la glucosa o glucógeno mediante glicólisis bajo condiciones anaeróbicas	25
<b>Figura 3.1.</b>	Gradiente utilizado durante la adaptación de los cuyes al nuevo alimento	47
<b>Figura 3.2.</b>	Selección y clasificación cuyes de 2 semanas de edad. a) Ubicación de cuyes clasificados en gaveta; b) Cuyes criollos (superior) y cuyes mejorados (inferior)	47
<b>Figura 3.3.</b>	Galpón para crianza de cuyes. a) Vista interna del galpón y jaulas; b) Galpón cubierto con malla y lona para galpones	48
<b>Figura 3.4.</b>	Pesaje de cuyes vivos. a) Pesaje de Gaveta vacía; b) Pesaje de un cuy	49
<b>Figura 3.5.</b>	Medias de incremento de peso semanal vs. Nivel de sustitución de Saboya	51
<b>Figura 3.6.</b>	Interacción del incremento de peso vs. Nivel de sustitución de Saboya	52
<b>Figura 3.7.</b>	Curvas de incremento de peso semanal acumulado por tratamiento	53
<b>Figura 3.8.</b>	Medias de consumo de alimento vs. Genotipo de cuyes	56
<b>Figura 3.9.</b>	Interacción entre el consumo de alimento vs. Nivel de sustitución de Saboya	56
<b>Figura 3.10.</b>	Medias de conversión alimenticia vs. Nivel de sustitución de Saboya	59
<b>Figura 3.11.</b>	Interacción entre conversión alimenticia vs. Nivel de sustitución de Saboya	60
<b>Figura 3.12.</b>	Aturdidor de cuyes	62
<b>Figura 3.13.</b>	Embudo inmovilizador de cuyes	62

<b>Figura 3.14.</b>	Almacenamiento de medias canales durante el estudio. a) Almacenamiento a temperatura de refrigeración; b) Almacenamiento a temperatura ambiente	65
<b>Figura 3.15.</b>	Preparación de la muestra y lectura del pH de la carne. a) Pesaje de la parte muscular; b) Emulsificación de la carne; c) Medición de pH	66
<b>Figura 3.16.</b>	Curvas de pH en carne de cuy almacenada a temperaturas de refrigeración (3,3 °C) y ambiente (13,9 °C)	68
<b>Figura 3.17.</b>	Curado de los cuartos de carne de cuy. a) Ingredientes utilizados en el curado; b) Cuarto de cuy curado y empacado al vacío	69
<b>Figura 3.18.</b>	Preparación de la muestra de carne de cuy picada para el análisis proximal. a) Extracción de la parte muscular; b) Carne de cuy triturada	70
<b>Figura 3.19.</b>	Medias de humedad vs. Nivel de sustitución de Saboya	73
<b>Figura 3.20.</b>	Medias de contenido de cenizas vs. Nivel de sustitución de Saboya	75
<b>Figura 3.21.</b>	Medias de contenido de extracto etéreo vs. Nivel de sustitución de Saboya	77
<b>Figura 3.22.</b>	Medias de contenido de extracto etéreo vs. Genotipo de cuyes	78
<b>Figura 3.23.</b>	Preparación de Muestras. a) Almacenamiento de muestras en la estufa; b) Rotulación de platos para entrega de muestras	80
<b>Figura 3.24.</b>	Análisis sensorial de carne de cuy. a) Preparación de una cabina; b) Evaluación de las muestras	81
<b>Figura 3.25.</b>	Medias de Olor característico para los tratamientos de estudio	83
<b>Figura 3.26.</b>	Medias de olores extraños vs. Los tratamientos de estudio	84
<b>Figura 3.27.</b>	Medias del sabor característico vs. Los tratamientos de estudio	85
<b>Figura 3.28.</b>	Medias de textura vs. Los tratamientos de estudio	86
<b>Figura 3.29.</b>	Medias de jugosidad de la carne vs. Los tratamientos de estudio	89
<b>Figura 3.30.</b>	Medias de presencia de sabores extraños vs. Los tratamientos de estudio	92
<b>Figura 3.31.</b>	Macro-localización de la planta	92
<b>Figura 3.32.</b>	Micro-localización de la planta	93

<b>Figura 3.33.</b>	Diagrama BFD para la producción de carne de cuy curada y empacada al vacío	96
<b>Figura 3.34.</b>	Diagrama PFD para la producción de carne de cuy curada y empacada al vacío	97
<b>Figura 3.35.</b>	Diagrama P&ID para la producción de carne de cuy curada y empacada al vacío	98
<b>Figura 3.36.</b>	Layout de la planta de producción de carne de cuy curada y empacada al vacío	99
<b>Figura 3.37.</b>	Diseño de la planta de producción de carne de cuy curada y empacada al vacío en 3D	100
<b>Figura AI.1.</b>	Factura por compra de cuyes destetados	114
<b>Figura AIII.1.</b>	Distribución del experimento	116
<b>Figura AIV.1.</b>	Registro semanal de peso	117
<b>Figura AV.1.</b>	Registro diario de consumo de alimento	118
<b>Figura AVI.1.</b>	Registro diario de control de temperaturas	119

**ÍNDICE DE ANEXOS**

	<b>PÁGINA</b>
<b>ANEXO I</b>	
Comprobante de compra de cuyes para investigación	114
<b>ANEXO II</b>	
Especificación de la estructura y descripción de materiales de construcción de galpón	115
<b>ANEXO III</b>	
Diseño gráfico del galpón y distribución de las jaulas y tratamientos	116
<b>ANEXO IV</b>	
Formato de registro de pesos semanales por tratamiento	117
<b>ANEXO V</b>	
Formato de registro de consumo diario de alimento por tratamiento	118
<b>ANEXO VI</b>	
Formato de registro diario de temperaturas para el estudio de maduración de la carne	119
<b>ANEXO VII</b>	
Prueba para la evaluación sensorial de carne de cuy	120
<b>ANEXO VIII</b>	
Equipos y hojas técnicas de equipos	123

## NOMENCLATURA

BFD	Diagrama básico de bloques (convencional y esquemático).
CA	Conversión alimenticia.
DFD	Carnes duras, firmes y secas.
DBCA	Diseño de bloques completos al azar.
EM	Energía metabolizable.
P&ID	Diagrama de flujo de los equipos
PFD	Diagrama de flujo de los pasos del proceso tecnológico.
PSE	Carnes pálidas, suaves y exudativas.



## RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo estudiar el efecto de la alimentación mixta con pasto Saboya al 20, 40 y 60 %, complementado con balanceado comercial en dos genotipos de cuyes (criollos y mejorados) de 15 días de edad durante la etapa de crecimiento-engorde. Se utilizó como testigo para los dos genotipos una dieta basada en balanceado comercial. Se evaluaron como respuesta en vivo el incremento de peso, el consumo de alimento y se calculó la conversión alimenticia.

Durante 10 semanas los cuyes fueron pesados semanalmente y el alimento diariamente. En el genotipo mejorado se obtuvieron los mayores incrementos de peso, siendo el mejor valor (1,09 kg) con la dieta de 60 % Saboya + 40 % balanceado. El consumo de alimento fue mayor con las dietas altas en pasto, con 60 % Saboya + 40 % balanceado, se suministraron 5,74 y 5,62 kg a los cuyes criollos y mejorados, respectivamente. Sin embargo, la conversión alimenticia más eficiente (3,96) se presentó en los cuyes mejorados sometidos a una dieta baja en pasto, con 20 % Saboya + 80 % balanceado.

A las 12 semanas de edad, los cuyes se faenaron y se determinaron las curvas de maduración de la carne a dos temperaturas. El pH de la carne almacenada a 13,9 °C, se estabilizó en 5,9 a las 4 h. Paralelamente, en la carne que se almacenó a 3,3 °C, su pH se estabilizó en 6,0 a las 8 h. Por lo tanto, cuando la maduración se realizó a 13,9 °C, se redujo el tiempo en 100 % con respecto al almacenamiento a 3,3 °C.

Finalmente, la carne se sometió a un proceso de curado y aromatizado para analizar la calidad nutricional (proteína, extracto etéreo, cenizas y humedad) y sensorial (olor, textura, jugosidad y sabor). El porcentaje de proteína (20,36 %) permaneció constante, los mayores valores de humedad (76,33 %) se presentaron en cuyes criollos y la mayor cantidad de cenizas (1,78 %) y grasa (2,44 %) se presentó en los cuyes mejorados, respectivamente. Los mejores resultados de olor, textura, jugosidad y sabor se obtuvieron en los cuyes criollos;

sin embargo, en los cuyes mejorados se obtuvo menor presencia de olores y sabores extraños. Los cuyes mejorados, alimentados con 60 % pasto Saboya fueron seleccionados como el mejor tratamiento.

## INTRODUCCIÓN

La crianza de cuyes se realiza desde hace 2 500 a 3 600 años y ha sido la principal fuente de proteína de los habitantes de los Andes, desde Venezuela hasta el norte de Argentina y Chile. En Ecuador, la crianza de cuyes se ha extendido a todas las regiones debido a la migración, por lo que ha sido necesario adaptar a los animales a las nuevas zonas de producción. En el 2007 se registró una producción anual de 13 millones de cabezas con una tasa de crecimiento anual de 14,29 %, lo que evidencia que el consumo de esta carne está en crecimiento. La demanda internacional de carne de cuy también ha incrementado, principalmente en países asiáticos (Japón y Corea) y Norte América (Estados Unidos), con un requerimiento de 30 000 animales faenados por semana, razón por la cual, es importante mejorar los procesos para industrializar la carne (FAO, 1997, pp. 1-2; INEC, 2012; Rodríguez, 2011, p. 2).

La carne de cuy es muy apetecida por su sabor y por su composición nutricional. Comparada con las carnes de gran abasto, los porcentajes de agua y proteína son los más altos, 70,6 % y 20,3 %, respectivamente; el porcentaje de grasa es el más bajo (carne magra), con 7,8 % y el porcentaje de cenizas es relativamente alto con 0,8 % (Argote, 2007, p. 107).

La adaptación de los cuyes al trópico se ha convertido en un reto para los productores, quienes deben controlar los factores climáticos. En el trópico, estas condiciones se encuentren en el rango de sus condiciones óptimas y se controlan mediante la infraestructura y el diseño del galpón. Las condiciones óptimas para los cuyes son, temperatura entre 18 °C – 24 °C, humedad relativa de 50 %, altitud desde los 0 msnm hasta los 4 500 msnm (FAO, 1997, p. 31; GAD SANTO DOMINGO, 2014, p. 3).

El pasto Saboya posee una composición nutricional similar a los requerimientos del cuy, por lo se considera como un fuente de alimentación para combinarla con el balanceado comercial e incrementar los índices productivos de cuyes en la

zona tropical del Ecuador y mejorar la aceptación de su carne por parte del consumidor (Segura, 2007, p. 27).

El estudio de los dos genotipos de cuyes (criollo y mejorado) tiene importancia porque son las de mayor difusión comercialmente. El criollo posee alta resistencia a enfermedades, mientras que el mejorado tiene mayor conformación muscular y alta conversión alimenticia (INIAP, 2006, pp. 10-12; FAO, 1997, p. 7).

# **1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## **1.1 PRODUCCIÓN DE CUYES**

### **1.1.1 GENERALIDADES**

La cunicultura posee una importancia ancestral, sobre todo para los habitantes de las zonas de los Andes, porque ésta fue su principal fuente de proteína. El inicio de la domesticación de cuyes, de acuerdo a estudios realizados en Perú, fue hace unos 2 500 a 3 600 años. Estos animales se encuentran a lo largo de la cordillera de los Andes desde Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia hasta el norte de Argentina y Chile (FAO, 1997, pp. 1-2).

En Ecuador, actualmente la crianza de cuyes se ha incrementado y extendido hacia las regiones de la Costa y Oriente debido a la migración. La tasa de crecimiento anual de la población del roedor es de 14 %, aproximadamente. En el 2010 se registró una población de 5 millones de cabezas, de las cuales el 95 % se encuentran en la región Sierra, 1,5 % en la región Costa y el 3,5 % en el resto del país (INEC, 2012).

El cuy es un mamífero, productor de carne altamente nutritiva, que se alimenta principalmente de forraje. Su ciclo de reproducción es relativamente corto (entre 55 y 70 días, dependiendo de la alimentación) y tiene la facilidad de adaptarse a diversos ecosistemas. Es utilizado con fines alimenticios, medicinales y culturales, como mascota, como animal de trabajo, exhibición y juzgamiento. En Ecuador la importancia del cuy está relacionada tradicionalmente con los aspectos económicos, sociales y culturales (Segura, 2007, p. 47; INIAP, 2006, p. 8).

#### **1.1.1.1. Descripción Taxonómica**

Las diversas especies de cuy se encuentran clasificadas de la siguiente manera

(Orr, 1966, citado por FAO, 1997, p. 1):

- Orden : Rodentia
- Suborden : Hystricomorpha
- Familia : Caviidae
- Género : Cavia
- Especie : *Cavia aperea aperea* Erxleben  
*Cavia aperea aperea* Lichtenstein  
*Cavia cutleri* King  
*Cavia porcellus* Linnaeus  
*Cavia cobaya*

#### 1.1.1.2. Sistemas de producción

Las unidades productivas de cuyes se manejan en diferentes niveles y dependen principalmente de la tecnología y del propósito. A continuación se describen los principales niveles producción de cuyes (FAO, 1997, p. 6).

- **Producción familiar:** Este sistema se caracteriza principalmente por el uso de recursos provenientes del núcleo familiar. La producción resultante está dirigida al autoconsumo y los excedentes se comercializan. La mano de obra es realizada por las mujeres y niños escolares. La infraestructura para la crianza se realiza en el interior del hogar o en pequeñas instalaciones construidas mediante el aprovechamiento de materiales propios de la finca. Los cuyes son alimentados con malezas y los residuos de cocina y de cosechas. No se mantienen registros ni clasificación por sexo o edad. Cuando el tamaño de la explotación es superior a 26 animales, se considera una crianza extensiva (Zaldívar y Chauca, 1990, pp. 101-112).
- **Producción familiar y comercial:** En este sistema los recursos requeridos provienen en parte del núcleo familiar organizado. La producción está destinada a la comercialización para obtener ingresos y la mano de obra es abarcada por todos los miembros de la familia. Para su infraestructura se invierten recursos

económicos. Su alimentación se basa en forrajes cultivados exclusivamente para cuyes y subproductos de otros cultivos de la finca. El tamaño de la explotación tiene como factor limitante la cantidad de alimento y se tiene un promedio de 100 a 500 cabezas. En este sistema se emplean mejores técnicas de crianza, de clasificación de animales y mantenimiento de registros. Es considerada una crianza semi-intensiva a fin de mantener una microempresa. En Ecuador este tipo de producción lleva alrededor de 30 años (Zaldívar y Chauca, 1990, pp. 101-112).

- **Producción comercial:** El sistema comercial es tecnificado. La producción está destinada a la comercialización a fin de incrementar las ganancias y mejorar los procesos de igual forma que una empresa. Se requiere de mano de obra especializada. La infraestructura debe tener un diseño apropiado y planificado para la crianza de cuyes. La alimentación se basa en cultivos exclusivos para cuyes y balanceados. El tamaño de la explotación dependerá de la planificación de sus ventas, generalmente superior a 500 cabezas. Continuamente se realizan cruces con el fin de mejorar sus líneas mediante registros. Se considera una crianza intensiva (Medrano, 2004, p. 26; Zaldívar y Chauca, 1990, pp. 101-112).

#### 1.1.1.3. Genotipos

Ancestralmente, los cuyes fueron criados sin el manejo de registros, por ese motivo los cuyes son clasificados como mejorados cuando han tenido mejoras genéticas y criollos cuando son nativos. A continuación se describen los dos genotipos (FAO, 1997, p. 52).

- **Cuy criollo:** Se los conoce como nativos, se encuentran distribuidos en áreas rurales y bajo sistemas de crianza familiar. Poseen características competitivas como rusticidad y adaptabilidad, no exigen calidad de alimento, presentan crianza tardía y la mayor parte de su población posee colores claros. Entre sus desventajas se tienen, que son animales pequeños, con poca conformación muscular, poseen cabeza alargada y angulosa, la existencia de consanguineidad debido a una selección negativa en la reproducción. Cuando se tecnifica su crianza

se mejora su productividad. En el sistema de crianza familiar se realizan cruizas con líneas precoces para aprovechar sus características positivas (FAO, 1997, pp. 52-53).

- **Cuy mejorado:** Desde 1966 se inician estudios con la finalidad de mejorar el cuy criollo. En este genotipo las principales líneas desarrolladas son Perú, Inti y Andina. La línea Perú se caracteriza por su precocidad a la edad de comercialización, presentando los promedios de peso más elevados. En su mayoría son de color rojo, su conversión alimenticia puede alcanzar los 3,8 y se puede llegar a tener en promedio 2,3 gazapos vivos por parto. La línea Andina es el resultado de mejorar las características de prolificidad, puede llegar a tener en promedio 3,2 gazapos por parto en menor tiempo, debido a la mayor presentación de celos post-parto. Su coloración generalmente es blanca. La línea Inti posee los atributos de precocidad y prolificidad, se caracteriza por su coloración amarillenta a blanca. En la Figura 1.1 se muestran las diferencias físicas entre los cuyes criollo y mejorado (FAO, 1997, p. 53).



**Figura 1.1.** Diferencias físicas entre cuy criollo y cuy mejorado (Raymondi, 2007, p. 9)

### 1.1.2 ETAPAS DE CRIANZA Y ENGORDE

Dentro de la producción de cuyes se abarcan varias etapas, selección de reproductores, empadre, gestación, parto, lactancia, destete, crianza y engorde.



Las etapas de crianza y engorde, involucradas en este estudio, se describen a continuación (FAO, 1997, p. 29).

#### **1.1.2.1. Recría 1 o crianza**

Esta etapa inicia desde la tercera semana hasta el final de la cuarta semana. Durante este periodo se presentan grandes incrementos de peso y requieren altas cantidades de proteína. Su peso al nacimiento se triplica en esta etapa, con incrementos de 15 g al día y una mortalidad aproximada de 2 % (FAO, 1997, pp. 29-30; GAD SANTO DOMINGO, 2014, p. 13).

#### **1.1.2.2. Recría 2 o engorde**

Esta etapa está comprendida desde la semana 5 hasta el final de la semana 10. Los requerimientos de energía son altos y los de proteína, bajos. La densidad animal recomendada es de 5 animales por m<sup>2</sup>. No se recomienda la prolongación de la etapa, porque se produce un engrosamiento de la canal. Los factores determinantes en esta etapa son la nutrición y las condiciones ambientales (FAO, 1997, p. 30; Nogales et al., 2013, p. 24).

### **1.1.3 PROTECCIÓN ANIMAL**

#### **1.1.3.1. Adaptación de cuyes al trópico**

La adaptación de los cuyes es el resultado de la tolerancia a factores climáticos que se encuentren en el rango de sus condiciones óptimas. El control de estos factores se realiza mediante la infraestructura y el diseño del galpón. Las condiciones óptimas para los cuyes son una temperatura entre 18 °C y 24 °C, una humedad relativa de 50 % y una altitud desde los 0 msnm hasta los 4 500 msnm.

En consecuencia, el diseño de la infraestructura es clave para la adaptación de los cuyes (FAO, 1997, p. 31; GAD SANTO DOMINGO, 2014, p. 3).

El fenómeno de la migración se debe a que las personas de la zona andina se trasladaron hacia la Amazonía y Costa y su deseo por consumir este tipo de carne hizo que la producción de cuyes se traslade a estas nuevas regiones. Debido al cambio en las condiciones climáticas, las personas han tenido que adquirir y desarrollar conocimientos sobre el manejo de los cuyes sometidos a las nuevas condiciones ambientales (FAO, 1997, p. 31).

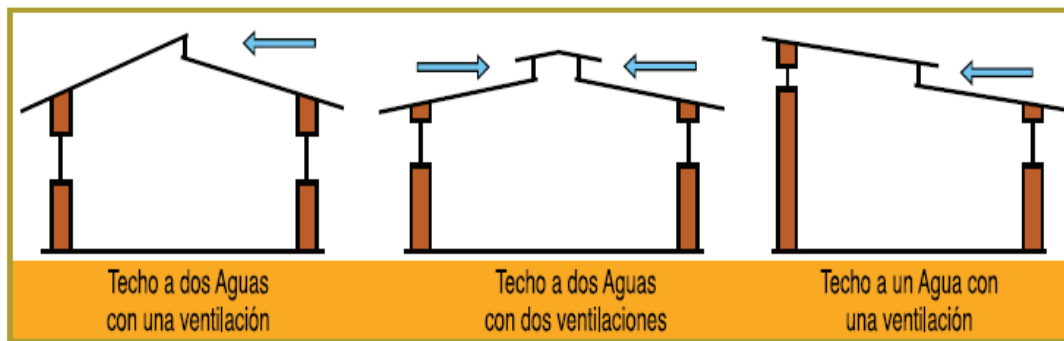
### 1.1.3.2. Instalaciones

Las condiciones óptimas para la producción de los cuyes son el eje referencial para iniciar con el diseño de las instalaciones. A continuación se detallan los requerimientos que deberán tomarse en cuenta en la unidad productiva (Nogales et al., 2013, p. 9).

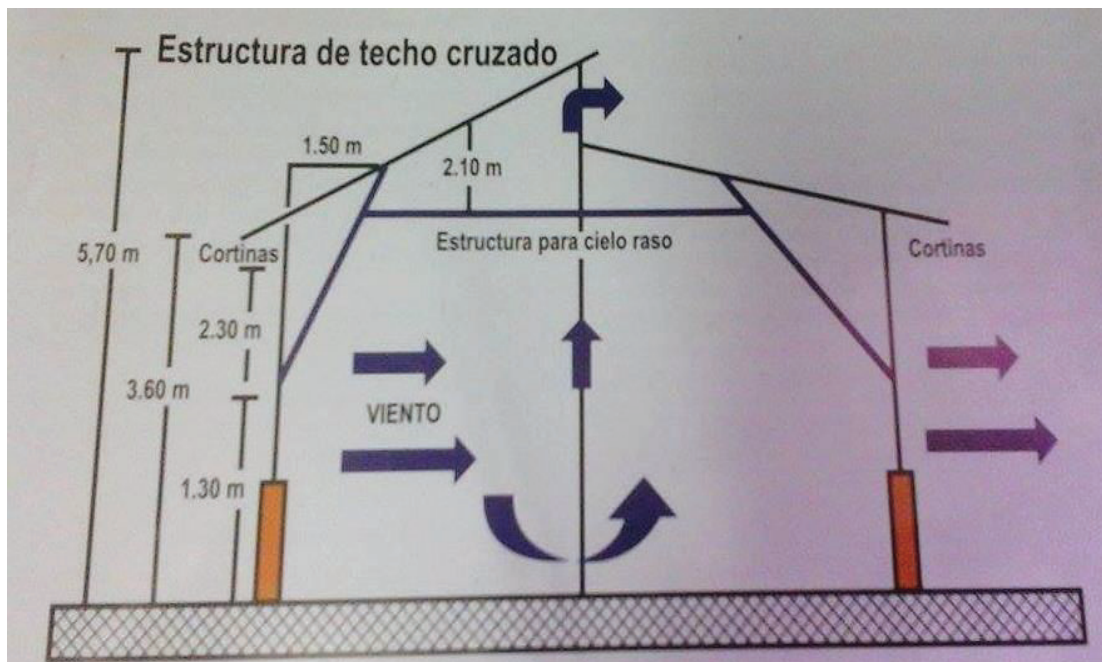
- **Ubicación de la unidad productiva:** La explotación debe estar alejada de las zonas urbanas, en lugares donde los riesgos sanitarios, biológicos o naturales sean mínimos. Además, se debe contar con vías de acceso y disponer de servicios básicos. La orientación del galpón deberá realizarse de acuerdo con el lugar. Para la zona Andina, de norte a sur y para el trópico de este a oeste (GAD SANTO DOMINGO, 2014, p. 3; Nogales et al., 2013, p. 9).
- **Infraestructura:** Su diseño debe permitir el control de la temperatura, humedad y corrientes de aire, facilitar el proceso de sanitización y bioseguridad de la explotación cavícola. La unidad productiva debe estar subdividida en cada una de las etapas productivas. Los pisos de galpones y espacios para almacenamiento deben tener inclinación adecuada para facilitar el drenaje. Las paredes y techo deben contribuir con la ventilación para regular la temperatura e iluminación. Los materiales utilizados no deben perjudicar a los animales o el ambiente. Las dimensiones deben ser adecuadas para mantener la armonía dentro y fuera del

galpón. Las instalaciones deben estar protegidas contra plagas o seres ajenos (Nogales et al., 2013, pp. 9-10).

En climas tropicales, para mejorar la ventilación y regular la temperatura, se recomienda el techo cruzado y la altura. En la Figura 1.2 se muestra un esquema con los tipos de techo recomendados, mientras que en la Figura 1.3 se especifican el diseño y dimensiones del techo y cielo raso (MAGAP, 2014, p. 4).



**Figura 1.2.** Estructura de los techos para galpones en el trópico (MAGAP, 2014, p. 4)



**Figura 1.3.** Diseño y dimensiones del techo y cielo raso para un galpón en el trópico (GAD SANTO DOMINGO, 2014, p. 4)

- **Instalaciones, equipos y utensilios:** Las instalaciones representan el lugar para el confinamiento de los cuyes, de manera que deberá tomarse en cuenta la densidad de animales en las jaulas de acuerdo con las dimensiones y la etapa productiva. Para la etapa de crecimiento y engorde la densidad recomendada es de 5 o 6 animales por m<sup>2</sup>. Los pisos deberán ser antideslizantes para facilitar la limpieza. Conforme al tipo de crianza, en pozas o jaulas, se debe considerar que los materiales utilizados sean adecuados, de forma que los animales no se lastimen ni se contaminen (Nogales et al., 2013, pp. 10-11).

### 1.1.3.3. Enfermedades

Debido a factores ambientales, sanitarios y nutricionales los cuyes pueden estar expuestos a diversos padecimientos. Uno de los limitantes en la producción de cuyes es el desconocimiento de las enfermedades y sus tratamientos que resultan en incrementos de mortalidad y/o disminución de la productividad. A continuación se detallan las enfermedades infecciosas, parasitarias y carenciales (Guerra, 2009, pp. 15-23; INIAP, 2006, p. 95).

- **Salmonelosis:** Esta enfermedad es común y peligrosa para los cuyes. Los microorganismos del género *Salmonella*, presentes en las excretas de otros animales provocan este padecimiento. Los cuyes se contagian principalmente por alimentos contaminados consumidos por vía oral, pero se cree que otra forma de adquirir esta enfermedad es por vía intrauterina y mediante la lactancia. Con esta enfermedad los animales presentan síntomas visuales de decaimiento, falta de apetito, cansancio, diarrea, parálisis del tracto inferior, la gestación se interrumpe con abortos, se evidencia pérdida de peso y abdomen abultado. Mediante una disección del abdomen, se verifican en el hígado zonas necróticas y purulentas, el vaso agrandado e intestinos llenos con presencia de sangre (Guerra, 2009, pp. 15-16; INIAP, 2006, p. 96).

Se recomienda mantener en cuarentena y bajo observación a los animales previa inserción en los grupos de producción, proteger contra aves silvestres o roedores

los ingresos al galpón y bodegas. Manejar los alimentos adecuadamente para que no se contaminen, evitar el stress por cualquier razón, los cambios en la alimentación deben realizarse paulatinamente. Adicionalmente, se deberá mantener un pediluvio adecuado, desinfectar el galpón e incinerar los animales muertos y sobrevivientes. La enfermedad se puede tratar con antibióticos de Cloranfenicol, Cortetraciclina, Estreptomcina y Nitrofurazona y administrarlos de acuerdo con la prescripción (INIAP, 2006, p. 96).

- **Neumonía:** Es una enfermedad respiratoria causada por el microorganismo *Diplococcus pneumoniae*. Se desarrolla cuando existen variaciones repentinas en las temperaturas, humedad y corrientes de aire en el ambiente donde se mantiene a los cuyes (Guerra, 2009, p. 17).

Esta enfermedad presenta síntomas visuales de secreción nasal, dificultad para respirar y pérdida de apetito. Mediante una disección del tórax se puede observar la existencia de fluidos viscosos con mal olor. La enfermedad se debe tratar con Tetraciclina administrada conforme con la posología del medicamento (INIAP, 2006, p. 97).

- **Bronconeumonía:** Es una enfermedad que ataca principalmente al sistema respiratorio, es causada por el microorganismo *Bordetella bronchiseptica*. La enfermedad se desarrolla por agentes irritantes. Físicamente se reconocen como síntomas, la anorexia, los fluidos nasales de color y cansancio extremo. En una disección del tórax se puede constatar fluidos entre marrón y rojo dentro de la cavidad torácica. Se puede tratar la enfermedad con Cloranfenicol y Tetraciclina, administradas conforme con las indicaciones (INIAP, 2006, p. 97).
- **Pseudotuberculosis:** Esta enfermedad ataca principalmente al hígado y pulmones, es causada por el microorganismo *Yersinia pseudotuberculosis*, que se transmite a la sangre. Puede causar la muerte instantánea o a su vez dentro de pocas semanas. Como tratamiento, se recomienda la administración de Penicilina y Dehidroestreptomcina, Cloranfenicol, Tetraciclina y Eritromicina (INIAP, 2006, p. 98).

- **Linfadenitis:** Esta enfermedad es causada por los microorganismos *Streptococcus pyogenes* del grupo C y *Streptobacillus*. Su principal sintomatología es el abultamiento de los linfonódulos del cuello. A simple vista se pueden apreciar abscesos en el cuello; puede afectar al sistema respiratorio y al área auricular. Cuando la enfermedad está muy avanzada, puede presentarse neumonía. Para el tratamiento se recomienda el uso de Penicilina con Dehidroestreptomicina juntas de acuerdo con las indicaciones prescritas (Guerra, 2009, p. 18; INIAP, 2006, p. 98).
- **Sarna o Micosis:** Es una infestación causada por el hongo *Trichophyton metagrophytes*. Su vía de transmisión es por animales, superficies o materiales contaminados. Los síntomas que se pueden apreciar son caída del pelaje en algunas áreas del cuerpo, principalmente entre los ojos y nariz, picazón, descamación y heridas en la parte afectada. Para tratar esta infestación se utiliza externamente sulfato de cobre al 5 % o Ivermectina internamente. Para prevenirla, son importantes las labores de limpieza y desinfección del galpón y las jaulas; cumplir con la densidad animal adecuada en cada jaula y revisar constantemente los animales en cuarentena (Guerra, 2009, p. 20; INIAP, 2006, pp. 98-99).
- **Ectoparásitos:** Los principales parásitos que afectan a los cuyes del trópico son, piojos, pulgas, garrapatas y ácaros. Cada uno de estos parásitos posee una diversidad de especies y se encuentran alojados a lo largo del cuerpo y algunos se esconden entre las hendiduras de su cuerpo durante el día para evitar su detección. Se alimentan principalmente de sangre, linfa, células vivas y muertas de la piel (Guerra, 2009, p. 19; INIAP, 2006, p. 100).

La mayoría de los ectoparásitos son macroscópicos, pero también pueden ser microscópicos. Para detectar su existencia se debe verificar la existencia de la sintomatología. Los síntomas son picazón continua e intranquilidad; existencia de área sin pelaje en la cabeza, cuello y lomo; pelaje desordenado y sucio; pérdida de peso o anemia; piel lesionada y con prurito. La productividad de la

explotación disminuye rápidamente sin tratamiento hasta causar su muerte de los cuyes. Se pueden tratar mediante el uso de aceites esenciales de ajo, hierbabuena o ruda; insecticidas clorados, fosforados o piretroides administrados por aspersión, inmersión o por contacto. Para evitar la infestación es importante limpiar y desinfectar las jaulas y galpones (INIAP, 2006, pp. 101-106).

- **Coccidiosis:** Esta parasitosis es producida el protozoo *Eimeria caviae*, que ataca principalmente a los cuyes destetados alojándose en su intestino grueso. La infestación con este parásito se produce por la administración de forraje verde contaminado. Los síntomas apreciables de esta infestación se reflejan en su pérdida de peso, diarrea, mucosas con sangre hasta provocar la muerte de los cuyes. Se debe tener cuidado en la observación de los síntomas para no confundirse con la salmonella. La enfermedad se previene al incinerar los animales muertos y los sobrevivientes, evitar el contacto de animales ajenos con el pasto, mantener una carga animal adecuada, limpiar y desinfectar la unidad productiva y evitar el incremento de la humedad. El tratamiento para esta enfermedad se realiza a base de Sulfaquinoxalina (Guerra, 2009, p. 22; INIAP, 2006, p. 99).
- **Fasciola Hepática:** Esta enfermedad se conoce comúnmente como alicuya. Ataca a los cuyes alojándose en su hígado cuando es adulto y en su juventud se encuentra en el torrente sanguíneo. La fuente de transmisión de este parásito es por administración de forraje contaminado, por lo cual se debe evitar el contacto de animales ajenos a los cultivos del alimento. Visualmente la infestación se detecta cuando los animales pierden peso rápidamente, pierden el apetito, su pelo se eriza y mueren rápidamente. Al realizar una disección de la parte abdominal, se puede observar un gusano en forma de hoja en el interior del hígado. Este órgano se presenta sanguinolento y agrandado (Guerra, 2009, p. 21; INIAP, 2006, p. 100).
- **Nemátodos:** Los principales nemátodos que atacan a los cuyes son *paraspidodera*, *trichuris* y *passalurus*. Su infestación puede ser por una especie o por una mezcla de las mismas. Afectan principalmente la nutrición y fisiología

porque se alojan en los intestinos. Visualmente se pueden observar los síntomas de reducción en su peso y diarrea con prurito. Al realizar una disección en el abdomen se puede observar que los intestinos, el estómago y el ciego se encuentran agrandados y ulcerados. La prevención se efectúa con la limpieza y desinfección de todas las áreas del galpón, mientras que, para el control de los parásitos, se realiza con althelminticos de amplio espectro (INIAP, 2006, p. 100).

#### **1.1.4 ALIMENTACIÓN**

La alimentación animal es el proceso por el cual se suministra alimentos a los animales con el fin de proporcionar una óptima nutrición. A su vez, los alimentos están conformados por nutrientes. Para la alimentación existen dos parámetros de medición, la conversión y la eficiencia alimenticia (Mora, 2007, p. 13).

La conversión alimenticia (CA), es el valor resultante de la división entre el peso en kg de alimento consumido sobre el incremento de peso de los animales en kg dentro del mismo periodo de tiempo. Por el contrario, la eficiencia alimenticia (EA) es el valor resultante de la división entre el incremento de peso en kg de los animales sobre el peso en kg de alimento consumidos en un mismo periodo de tiempo. A menor valor de CA, la conversión alimenticia será mejor, mientras que a mayor valor de EA la eficiencia alimenticia es mejor (Mora, 2007, p. 14).

##### **1.1.4.1. Alimentación del cuy**

Previo a la alimentación del cuy, es importante mencionar que es un animal herbívoro que posee un solo estómago. La composición de la ración depende principalmente de su etapa productiva. Para las etapas de crecimiento y engorde se recomienda una ración de 3 000 kcal de energía metabolizable (EM) / kg de peso (FAO, 1997, p. 43; Hidalgo, 2002, p. 32).



#### 1.1.4.2. Sistemas de alimentación

De acuerdo con el tipo de material utilizado para alimentar a los cuyes, el factor económico, la disponibilidad de materia prima y las necesidades económicas, se tienen los sistemas descritos a continuación.

- **Alimentación a base de forraje:** Los cuyes sometidos a este régimen son alimentados a base de forrajes verdes. Entre ellos se mencionan las gramíneas, ricas en proteínas y las leguminosas, fuente de energía. Los cuyes pueden alimentarse con un solo tipo de forraje, pero no existe satisfacción completa de los requerimientos nutricionales, por ello es importante el suministro de una mezcla forrajera proveniente de gramíneas y leguminosas. Este sistema es utilizado en crianza familiar (FAO, 1997, p. 47).

En el trópico, los cuyes se alimentan principalmente con follaje de maíz, Saboya, maralfalfa, caña, maní forrajero, entre otras. Para aprovechar la calidad nutricional de los forrajes es importante el ciclo y el horario de corte. En las etapas de crecimiento y engorde, un cuy consume entre 50 y 200 g diarios (GAD SANTO DOMINGO, 2014, p. 10).

- **Alimentación mixta:** La base de este sistema de alimentación es el forraje suplementado con balanceados o concentrados para proveer a los cuyes un mejor balance de nutrientes. Con una buena mezcla se pueden alcanzar valores de CA entre 3,1 y 6,0. La ganancia de peso en este sistema es superior con respecto al suministro exclusivo de forraje. Otra opción en este sistema son los germinados o cultivos hidropónicos, fuente de nutrientes de alta calidad, con valores de CA entre 4,0 y 5,1. El sistema es controlado fácilmente en crianza familiar y comercial (FAO, 1997, p. 48).
- **Alimentación con balanceado:** En este sistema los cuyes son alimentados con mezclas de concentrados o alimentos balanceados. La ración y composición dependen de la etapa de desarrollo. Los cuyes consumen entre 40 y 60 g de alimento diarios. Este régimen deberá complementarse siempre con vitamina C.

Para evitar pérdidas de alimento, éste debe estar peletizado. El uso de balanceados manejados correctamente asegura que el suministro de nutrientes sea óptimo. El consumo de agua a voluntad es importante para facilitar el transporte de nutrientes (FAO, 1997, p. 50; GAD SANTO DOMINGO, 2014, p. 11).

### **1.1.5 NUTRICIÓN**

La nutrición es una ciencia que explica la transformación físico-química de los alimentos durante los proceso de digestión, absorción y utilización de los nutrientes. La nutrición animal evalúa los requerimientos de la flora bacteriana del aparato digestivo y los requerimientos nutricionales de los animales (Hidalgo, 2002, pp. 13-14).

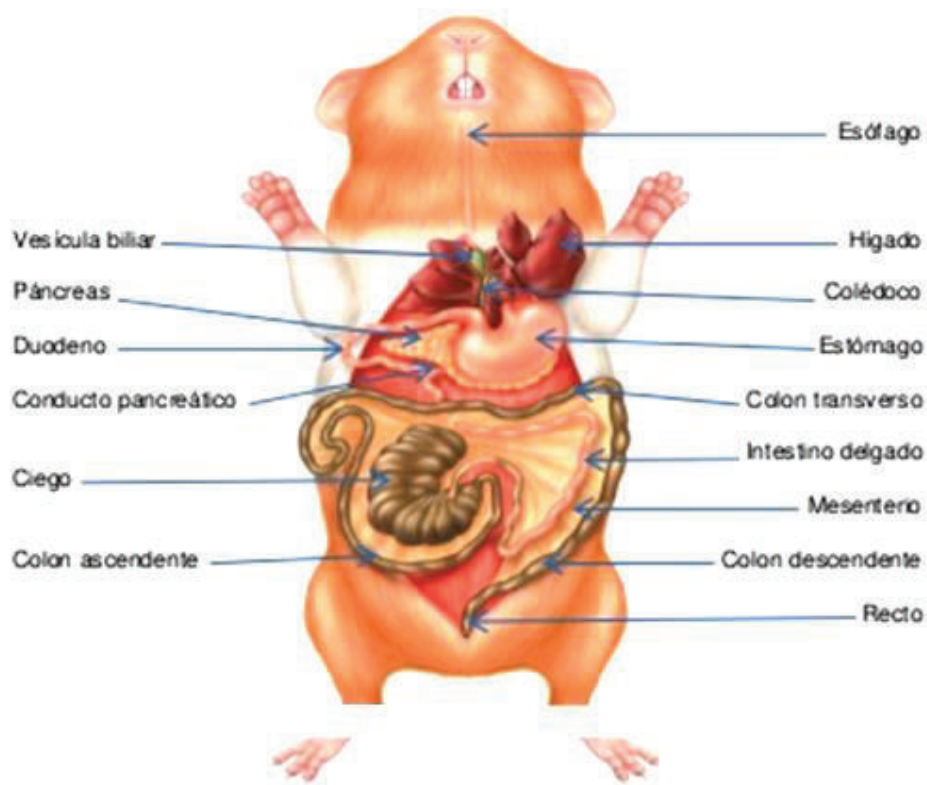
#### **1.1.5.1. Nutrición del cuy**

A nivel fisiológico, los cuyes son animales que poseen un solo estómago en el que se lleva a cabo la digestión enzimática y un ciego donde se realiza la digestión bacteriana. En la Figura 1.4 se puede observar un esquema gráfico del sistema digestivo del cuy (INIAP, 2006, p. 57).

Fisiológicamente, los cuyes ingieren la ración alimenticia a través de la boca, donde es triturado principalmente por los molares posteriores. El bolo alimenticio continúa por el esófago hasta llegar al estómago, lugar donde se realiza la digestión con enzimas provenientes de los jugos gástricos. Continuado su recorrido por los intestinos, la absorción de los nutrientes a excepción de los ácidos grasos de cadena corta se realiza en el estómago y el intestino delgado. Finalmente, llega al ciego en 2 h aproximadamente (INIAP, 2006, p. 57).

El flujo intestinal pasa por el ciego y el colón, donde se asimilan los ácidos grasos de cadena corta y vitaminas del complejo B. Las raciones con altos contenidos de celulosa permanecen por tiempo prolongado en los intestinos, para favorecer la

asimilación de nutrientes. En el ciego, se favorece la digestión post gástrica debido a la flora bacteriana. El 66 % de la digestión total se realiza en el ciego y el colón y tarda alrededor de 48 h. Los cuyes pueden practicar la cecotrofia (consumo de sus propias heces) para incrementar los requerimientos nutricionales (INIAP, 2006, p. 58).



**Figura 1.4.** Sistema digestivo del cuy  
(Aspinall, 2013, p. 84).

#### 1.1.5.2. Requerimientos nutricionales

El suministro de los requerimientos nutricionales adecuados para los cuyes es la base para la manejar una explotación cavícola adecuadamente, con el fin de aprovechar al máximo las ventajas de su genotipo. Los requerimientos están en función de la etapa productiva. Además de los nutrientes detallados en la Tabla 1.1, es indispensable el suministro de agua, vitaminas y otros minerales (FAO, 1997, p. 38; Trujillo, 1994, p. 86).

**Tabla 1.1.** Requerimientos nutricionales del cuy

<b>NUTRIENTES</b>	<b>CRECIMIENTO Y ENGORDE</b>
Energía digestible	3 000 kcal/kg
Proteína	18 %
Grasa	3,5 %
Fibra	3,0 %
Calcio	0,8 – 1,0 %
Fósforo	0,4 – 0,7 %
Magnesio	0,1 – 0,3 %
Potasio	0,5 – 1,4
Vitamina C	200 mg

(FAO, 1997, p. 38; Trujillo, 1994, p. 86)

## **1.1.6 PASTO SABOYA**

### **1.1.6.1. Generalidades**

El pasto Saboya, conocido también como guinea, es una gramínea de tallo y hojas verticales, originaria de África, que se ha adaptado de forma excelente en el trópico del Ecuador. Crece desde los 0 hasta los 1 100 msnm, por su rusticidad tolera sequías y pisoteo, se adapta fácilmente a cualquier tipo de manejo y posee buena propagación y persistencia. Este forraje es rico en nutrientes, para el sistema de corte; su composición es de 13 % de proteína, 14 % de cenizas, 4 % de grasa, 27 % de fibra y 1,61 % de calcio (Segura, 2007, pp. 29-35).

### **1.1.6.2. Horario y edad de corte**

Los factores determinantes para el aprovechamiento de los nutrientes son el ciclo de cultivo y el horario de corte del pasto Saboya. Para los cuyes, el ciclo de cultivo recomendado es de 45 días y el horario de corte a las 10h00. De esta manera se aprovecha el mayor contenido de proteína, humedad y cenizas. La fibra, bajo estas condiciones, se presenta en el menor porcentaje, pero para los cuyes aún es alto y la cantidad de proteína está dentro del rango recomendado (Astudillo, 2014, pp. 29-48).

### 1.1.7 FAENAMIENTO

El faenamiento es el proceso secuencial que inicia desde el sacrificio de un animal hasta el almacenamiento de las canales en las cámaras refrigerantes o la entrega de las mismas para el consumo o industrialización (Velásquez et al., 2009, p. 5).

El centro de faenamiento de animales es conocido comúnmente como camal o matadero y es el lugar donde el personal involucrado realiza el faenamiento y despiece de animales de abasto, mediante el cumplimiento de la normativa expedida en cada región. Las áreas de los camales están separadas de acuerdo con el nivel de riesgo por contaminación en áreas blancas y grises. Las áreas grises o sucias son los lugares donde el riesgo por contaminación de los animales a las canales es latente. Contrario a esto, las áreas blancas son lugares donde no existe el riesgo de contaminación antes mencionado (MAGAP, 2013, pp. 4-5).

De acuerdo con una encuesta realizada a las personas del sector cavícola, se determinó que no se conoce de la existencia de centros de faenamiento técnico o camales para cuyes. La demanda de carne de cuy por parte de la población de las grandes ciudades del país ha incrementado, por lo cual se ha visto en la necesidad de comercializarlo como un animal de abasto. El faenamiento de cuyes en el Ecuador se basa en técnicas empíricas, transmitidas de generación a generación (Pantoja, 2014, pp. 45, 147 y 183).

#### 1.1.7.1. Proceso previo al faenamiento

El faenamiento tiene por objetivo mantener animales tranquilos, asegurar la calidad de los cuyes, facilitar el desposte y fomentar la cultura del respeto a los animales. A continuación se detallan cada una de las etapas (INEN, 1985, p. 1).

- **Transporte:** El traslado de los cuyes desde la granja hasta el centro de faenamiento debe realizarse de forma adecuada para reducir al máximo los niveles de estrés. El transporte deberá realizarse en jaulas con material absorbente para retener los fluidos y deben proporcionar suficiente ventilación. En

el Ecuador, el transporte es regulado de acuerdo con la ley de mataderos, pero en ésta, no existen especificaciones para cuyes o especies menores (Pantoja, 2014, p. 91; SESA, 2003, p. 13).

- **Ayuno:** Previo al faenamiento, se recomienda reposo de 24 h en un lugar adecuado. Los animales deberán ser sometidos a una dieta hídrica durante 12 h previas al desposte. Esta etapa es importante porque permite la evacuación de altos porcentajes del contenido intestinal, lo cual facilita el eviscerado y previene el riesgo de contaminación de la carcasa (INEN, 1985, p. 2).
- **Inspección ante-mortem:** Es un procedimiento obligatorio, realizado generalmente por un médico veterinario, donde se verifica la sanidad de los animales y el estado general de los animales después del reposo. La inspección asegura el desposte de animales saludables. Durante la inspección se deberá verificar la ausencia de enfermedades y las características requeridas para satisfacer las necesidades del consumidor, tales como peso, tamaño, edad, color del pelaje, entre otros (Argote, Velasco y Paz, 2007, p. 108; MAGAP, 2013, p. 5).

#### 1.1.7.2. Etapas del proceso de faenamiento

- **Aturdimiento:** Es la aplicación de alguna técnica para provocar la insensibilización de un animal. Estas técnicas se clasifican de acuerdo al sufrimiento causado al animal, como cruentas y no cruentas. En las cruentas se encuentran, la puntilla y la careta o bufanda nugal, que por el sufrimiento que recibe el animal son ilegales, y las de conmoción mecánica como pistola de bala cautiva, pistola de percusión, pistola de bala libre y hacha; ésta última también es ilegal. Las técnicas no cruentas son la electronarcosis con altos voltajes y bajos voltajes y la asfixia con dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (INEN, 1985, p. 1; Moreno, 2000, pp. 163-179).

La técnica más recomendada es la electronarcosis, que consiste en la aplicación de corriente eléctrica a través de electrodos ubicados en la parte occipital de la

cabeza del animal. Actúa en el cerebro generando un ataque epiléptico generalizado, con el fin de adormecerlo (MAGAP, 2013, p. 8).

El aturdimiento mediante descargas eléctricas guarda relación proporcional entre el tiempo y el voltaje aplicados. A 120 v se requieren de 7,5 s, mientras que a 150 v el tiempo requerido es de 6,5 s. La mejor condición para aturdir los cuyes es 150 v porque el tiempo al que está expuesto el cuy es menor, evitando de esta manera el estrés en el animal. Con esta técnica no se afecta la calidad física de la canal, de manera que no se presentan hemorragias que impiden el consumo, descomposición y deterioro de la misma. Los síntomas para verificar la insensibilización de un cuy son extremidades extendidas, arqueado del cuerpo y ojos cerrados; 10 s después el cuerpo se relaja y es momento de remover los electrodos. Este estado es reversible en pocos segundos, razón por la cual es importante proceder rápidamente con el faenamiento (Mariño, 2010, p. 38).

- **Sacrificio:** Es el procedimiento utilizado para quitar la vida a un animal. Los cuyes son sacrificados mediante un golpe con un objeto contundente detrás del cuello, aplastando el área de la nariz y la frente con la mano o en una superficie sólida y con mayor dificultad provocando un daño de las vértebras cervicales mediante el desnucamiento (Cadena, 2014, p. 23).

El método recomendado es el degolle después del aturdimiento. Utilizando un cuchillo de acero inoxidable se realiza un corte en el cuello, al lado izquierdo debajo de la cabeza. Previo a la incisión, el cuy debe colocarse en forma vertical. Los métodos de desangrado sin aturdimiento y la inducción de un paro cardiaco antes del degolle no están autorizados para el faenamiento de los animales de abasto (Moreno, 2006, p. 164).

- **Desangrado:** Consiste en la evacuación parcial de la sangre del cuerpo del animal, generalmente se realiza con un corte de los principales vasos sanguíneos. Es importante que se elimine la mayor cantidad de sangre para asegurar la calidad de la carne y prolongar su vida útil, mediante la suspensión vertical desde

las extremidades posteriores. El diseño del proceso debe considerar la recolección de la sangre (Dikeman y Devine, 2014, p. 561; INEN, 1985, pp. 1-2).

- **Escaldado y Pelado:** El escaldado es un proceso mediante el cual el cuy es sumergido en agua a temperaturas entre 60 °C y 70 °C durante 10 s, con el fin de dilatar los poros de la piel para facilitar la remoción del pelaje. A su vez, el pelado es la remoción manual o industrial de todo el pelo (Argote et al., 2007, p. 108).
- **Abertura de la canal:** Se realiza un corte longitudinal a lo largo del abdomen con ayuda de un cuchillo de acero inoxidable afilado. El corte debe ser superficial para no malograr los órganos internos. Durante esta actividad el riesgo de contaminación de la canal con el contenido del tracto digestivo es alto (Cadena, 2014, p. 24).
- **Evisceración y lavado:** El proceso de evisceración consiste en extraer las vísceras del cuy de forma manual, mientras que el lavado consiste en remover todos los residuos de sangre y pelos mediante una solución acuosa de hipoclorito de sodio (5 ppm). La remoción total o parcial de las vísceras estará en función de la presentación del producto final. El tiempo transcurrido desde el sacrificio hasta el eviscerado no deberá superar los 30 min (Argote et al., 2007, pp. 108-109; INEN, 1985, p. 2; Pantoja, 2014, p. 104).
- **Oreado:** El objetivo de este proceso es eliminar el exceso de humedad del cuerpo del cuy. Industrialmente se realiza mediante la suspensión de la canal en la red de ganchos, durante 2 min con aire seco a 60 °C o durante 30 min a temperatura ambiente (18 °C) para favorecer el rigor mortis (Argote et al., 2007, p. 109; Pantoja, 2014, p. 109).
- **Inspección post-mortem:** Es un procedimiento obligatorio, se realiza generalmente durante la etapa de oreado o antes del empaque. Se verifica la calidad física y organoléptica de la canal. El peso final es importante porque dependerá de la forma de comercialización y es necesario para evaluar el rendimiento de la canal (Argote et al., 2007, p. 109; Guambo, 2014, p. 78).



## **1.2 PRODUCTOS CÁRNICOS CURADOS**

Antiguamente, el curado de productos tenía como objetivo preservar la carne y los productos cárnicos. Las bases de este proceso partieron de la salazón, basada en la conservación de alimentos con grandes cantidades de sales, logrando así el mejoramiento de las características de textura, color y sabor en los cárnicos. El efecto del nitrato, ingrediente usado en la curación para brindar el color rojo característico de los curados, fue descubierto porque estaba presente como impureza en la sal. Actualmente, esta técnica ya no se utiliza solo para la conservación, sin embargo se emplea para proveer las características propias de estos productos, incrementar los rendimientos y mejorar la jugosidad del producto (Cabrera, 2011, p. 161; Dikeman y Devine, 2014, p. 417).

### **1.2.1 LA CARNE**

Se denomina carne al músculo de un animal que ha pasado por el proceso de maduración y es adecuada para el consumo y elaboración de productos cárnicos; mientras que los productos cárnicos son elaborados con carne y/o vísceras de animales criados con propósitos alimenticios (Castro, 2011, p. 35).

En estado natural, las partes comestibles de un animal con fines alimenticios no se encuentran organizadas de acuerdo con las exigencias del consumidor, más bien lo están conforme con su rol mecánico y biológico. Con el inicio de la domesticación, hace 12 siglos, los requerimientos obligatorios para los animales con fines alimenticios son la cobertura de las necesidades de alimentación, la protección contra el peligro de los factores ambientales y la reproducción (Dikeman y Devine, 2014, p. 148).

#### **1.2.1.1. La canal**

La canal es el producto obtenido después de faenar un animal y retirar algunas

partes de su cuerpo. Este proceso varía conforme con la especie y el país. De acuerdo con la facilidad de separación por medio de cuchillos o tenedor, la canal está conformada mayoritariamente por músculo, grasa y hueso. Estos principales tipos de tejidos se encuentran en cantidades significativas dentro de la canal de cualquier animal y sus porcentajes varían dependiendo de la especie y del individuo. A continuación se describen cada una de sus fracciones (Dikeman y Devine, 2014, p. 148; MAGAP, 2013, p. 7).

- **Fracción muscular:** Los músculos son un conjunto de fibras musculares que proveen la forma al cuerpo de un animal, la facilidad para moverse y el mantenimiento de la postura. La parte muscular está conformada por diferentes músculos separados por tejido conectivo. El tejido conectivo a su vez está conformado por células fijas, libres y proteínas ordenadas de forma matricial. Las principales proteínas del tejido conectivo son el colágeno y la elastina. El colágeno es una estructura fibrilar que puede estirarse hasta el 4 % de su longitud inicial, provee al tendón fuerza y resistencia. Por otro lado, la elastina es la responsable de proporcionar al tejido conectivo la elasticidad, permitiéndole estirarse hasta un 250 % de su longitud inicial (Dikeman y Devine, 2014, pp. 151-153).
- **Fracción grasa:** Es el conjunto de células grasas que contienen grandes cantidades de lípidos. Este tipo de tejido provee al animal aislamiento contra el frío y funciona como una reserva de energía, esta última función no es importante en animales con propósitos cárnicos debido a la provisión de una adecuada alimentación. La grasa se produce cuando la dieta no cubre los requerimientos nutricionales e influye en la palatabilidad de la carne, por esta razón su presencia es importante. Se encuentra distribuida de forma subcutánea, intramuscular y en cavidades corporales (Dikeman y Devine, 2014, pp. 158-160).
- **Fracción ósea:** Los huesos forman la parte más densa de la canal e intervienen en la movilidad y soporte del cuerpo de los animales, antes y después de su nacimiento. Durante la etapa fetal los huesos son plantillas cartilaginosas que durante el crecimiento son modelados de acuerdo con su funcionalidad. La energía consumida por los huesos es utilizada por los osteocitos para su

crecimiento y reparación, mediante el uso del colágeno y los minerales que se encuentran a su disposición (Dikeman y Devine, 2014, pp. 163-164).

#### **1.2.1.2. Estructura y fisiología muscular**

Los músculos están conformados por grandes cantidades de fibras musculares cuyos diámetros son microscópicos y solo puede observarse su longitud, además poseen la habilidad para contraerse o estirarse. Las fibras son unidades eléctricas que se unen a otras para formar una unidad motora, la cual se conecta a una célula nerviosa del cerebro o de la médula espinal para provocar la excitación muscular y, mediante un elaborado mecanismo, el impulso eléctrico llega a las fibras musculares, las cuales reaccionan contrayéndose. Después de faenar un animal, los músculos aún pueden contraerse, por esta razón la contracción muscular interviene en la transformación del músculo en la carne (Dikeman y Devine, 2014, pp. 152-154).

Las fibras musculares están formadas por miofibrillas paralelamente ordenadas, de modo que por ello los músculos tienen su forma estriada. Las miofibrillas a su vez constan de dos tipos de filamentos de proteína, finos y gruesos. Los filamentos gruesos están formados por moléculas de miosina, mientras que los delgados están conformados por moléculas de actina, troponina y tropomiosina. Durante la contracción se produce la difusión de calcio dentro y fuera de las miofibrillas, por esta razón el diámetro de éstas es igual al de los iones del mineral (Dikeman y Devine, 2014, p. 155).

#### **1.2.1.3. Transformación del músculo en carne**

Las funciones para la subsistencia de los animales cuando están vivos responden a procesos bioquímicos aeróbicos, pero cuando mueren, los procesos cambian a una ruta anaeróbica durante un determinado periodo de tiempo. Como respuesta, la estructura de las proteínas cambia, disminuyen el pH y la temperatura, se agota

el ATP e inicia el rigor mortis. Estos cambios influyen directamente en la calidad de la carne (Andujar, Pérez y Venegas, 2003, p. 45; Dikeman y Devine, 2014, p. 148).

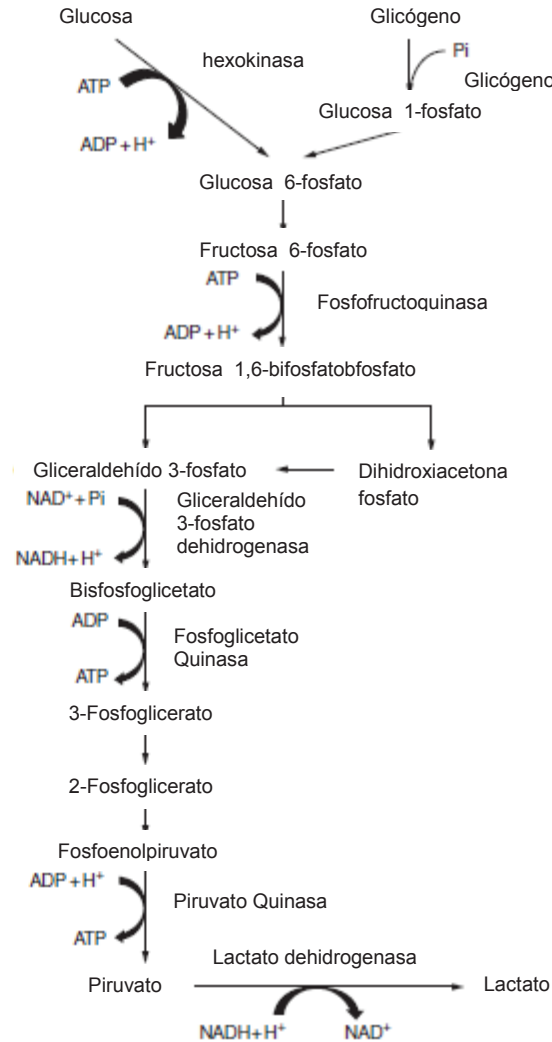
Previo a la obtención de carne, el músculo atraviesa por las etapas que se detallan a continuación:

- **Pre-rigor:** Es la etapa inmediatamente posterior al sacrificio del animal. El músculo se presenta blando, flexible y flácido y posee un pH que tiende al neutro (Castro, 2011, p. 36).
- **Rigor mortis:** Esta etapa inicia cuando el animal se ha desangrado completamente. El principal cambio ocurre cuando las reservas de glucógeno se transforman en ácido láctico mediante una serie de reacciones bioquímicas, donde el pH disminuye a valores entre 5,4 y 6,0. El tiempo de duración del rigor mortis varía dependiendo del músculo y de la especie, se ha evidenciado que para los vacunos se requieren entre 10 y 24 h, para porcinos entre 4 y 18 h y para aves entre 2 y 4 h (Belizt, Grosch y Schieberle, 2009 citado por Castro, 2011, p. 36).

Con el metabolismo aerobio, la síntesis del ATP se produce inicialmente por el fosfato de creatina, pero en el anaerobio, mediante la glucólisis. Cuando el fosfato de creatina disminuye, el ATP disminuye y como consecuencia el pH decrece debido a la acumulación del ácido láctico. En la Figura 1.5 se muestra el proceso de glucogenólisis y la glucólisis (Caballero, Finglas y Toldrá, 2016, pp. 677-680).

- **Maduración o enternecimiento:** La maduración es un proceso bioquímico natural ejecutado por enzimas presentes en los músculos, que son viables aún después del sacrificio. Permite recuperar parcialmente la textura inicial de la carne, donde el músculo llega a ser suave, jugoso y listo para el consumo. El tiempo para la maduración de la carne dependerá de que las temperaturas ambientales sean relativamente bajas para evitar su descomposición. La maduración de la carne toma alrededor de 72 h, hasta que el pH llega a 6,4,

mediante la técnica de refrigeración o estimulación eléctrica en las etapas anteriores (Castro, 2011, p. 36).



**Figura 1.5.** Metabolización de la glucosa o glucógeno mediante glicólisis bajo condiciones anaeróbicas.  
(Caballero et al., 2016, p. 680)

El manejo durante la vida del animal, el estrés generado en las etapas previas al faenamiento y la temperatura del músculo en la etapa pre-rigor son de crucial importancia porque influyen en el proceso de transformación del músculo en la carne. Cuando no existe un correcto manejo se obtienen carnes defectuosas. Cuando el pH disminuye rápidamente durante la maduración se producen carnes pálidas, suaves y exudativas (PSE), pero cuando no existe disminución del pH

durante la maduración se producen carnes oscuras, firmes y secas (DFD) (Castro, 2011, p. 36; Dikeman y Devine, 2014, p. 329).

#### **1.2.1.4. Composición del músculo**

La variación de composición del tejido muscular de un animal depende de factores intrínsecos como especie, raza, sexo, edad, ubicación anatómica del músculo, ejercitación y nutrición; también existen los factores externos como alimento, fatiga, miedo, manipulación previa al sacrificio y periodos de almacenamiento. La carne de origen animal está compuesta mayoritariamente por agua, la cual influye en las reacciones bioquímicas; la cantidad de agua es inversamente proporcional a la cantidad de grasa (Andujar et al., 2003, pp. 45-46).

Las proteínas son el segundo componente y el más valioso nutricionalmente, de acuerdo con su procedencia pueden ser sarcoplásmicas, miofibrilares y del tejido conectivo. Las proteínas sarcoplasmáticas abarcan enzimas que actúan en los procesos anaeróbicos de transformación del músculo en la carne, también incluyen proteasas y pigmentos que influyen en la calidad de la carne. Las proteínas miofibrilares son de importancia porque influyen en los atributos de calidad de la carne, intervienen en el rigor mortis, en el grado de ternura y en la capacidad de retención de agua de la carne. Finalmente, las proteínas del tejido conectivo tienen como funciones, proveer protección mecánica al organismo, participan en la conexión de músculos, órganos y otras partes del cuerpo; en este grupo se encuentran el colágeno, la elastina y la retícula (Andujar et al., 2003, pp. 18-30 ).

Las grasas están compuestas por lípidos, tejido conectivo y agua, poseen un alto valor calórico, tienden a captar ciertos componentes de los alimentos, principalmente cuando son alimentados con residuos de pescado o semillas de lino, éstos se transfieren a la grasa como olores a pescado o pintura. Las grasas más cercanas a la piel son más insaturadas que las internas, en este mismo sentido, se ha determinado que las grasas de animales de sexo masculino poseen

un punto de fusión más bajo. La raza de los animales influye en el contenido de los lípidos más que en su composición (Andujar et al., 2003, p. 36).

Los carbohidratos se encuentran en el músculo en pequeñas cantidades, en mayor cantidad las pentosas, hexosas y D-glucosa presentes en las reacciones metabólicas de las células. Los minerales también se encuentran en pequeñas cantidades, el Ca y el P son los más abundantes porque conforman el tejido óseo, mientras que K, S, Na, Cl, Fe y Mg se encuentran en pequeñas cantidades y cumplen funciones importantes en la estructura ósea, sistema coloidal, pH y actividad enzimática. La cantidad de vitaminas es pequeña, las más abundantes son las del grupo B y en menor cantidad las liposolubles A, D, E y K. Son capaces de resistir a los procesos de la industria, a excepción de la B1 (Andujar et al., 2003, pp. 38-44).

#### **1.2.1.5. La carne de cuy**

En Ecuador se consumen aproximadamente 13 millones de cuyes anualmente y son comercializados en pie y faenados. Las canales de cuy en el país se comercializan en diferentes presentaciones que dependen del tipo de mercado. En los mercados mayoristas y ferias populares se distribuye la mayor cantidad de cuyes faenados y se expenden sin empaque, con cabeza y patas. Otras formas de presentación son cuyes empacados con y sin vacío, enteros con y sin cabeza y patas, cortados en mitades o en cuartos. En otros países, principalmente en Perú se comercializa carne de cuy procesada, como enrollado de carne, carne deshuesada, embutidos, etc (Apraez, Fernandez y Hernandez, 2011, pp. 28-29; INEC, 2012).

En América Latina la carne de cuy se produce hace 3 000 años y alrededor de 20 000 toneladas anualmente, debido a su calidad nutricional. El rendimiento de canal de este roedor es del 65 % y la composición nutricional de su carne corresponde a 21 % de proteínas, 8 % de grasa, 70 % de humedad y 1 % de minerales. Esta carne posee mayores porcentajes de proteína y humedad, menor

porcentaje de grasa y similares cantidades de minerales comparada con carne de otros animales de abasto. Adicionalmente, su digestibilidad es alta, posee colesterol y triglicéridos en trazas y es fuente de ácidos grasos esenciales (Acosta, 2010, p. 42; Dikeman y Devine, 2014, p. 196).

## 1.2.2 CURADOS

El curado de los productos cárnicos es el resultado de un proceso de adición de sales, nitritos, nitratos u otros agentes de curado en los cárnicos, con diferentes grados de trituración o procesamiento. Existen aditivos alimentarios como los nitritos y nitratos que en determinadas concentraciones pueden llegar a ser tóxicos. Para Ecuador, los aditivos y sus límites permitidos para la adición de aditivos se rigen conforme al CODEX STAN 192-1 995. Estas sustancias reaccionan con el tejido y su concentración varía, razón por la cual en ciertos países se controla la cantidad añadida, mientras que en otros se controlan las concentraciones en el producto terminado (Dikeman y Devine, 2014, p. 415; INEN, 2013, p. 1).

### 1.2.2.1. Técnicas de curado

Las características y aspecto del producto final dependen de la técnica utilizada. Generalmente se adiciona directamente las sales de curado en estado sólido durante varias semanas. Este proceso se puede acelerar utilizando salmuera con agentes de curado en un tiempo menor a 24 h. A continuación se describen las técnicas utilizadas (Dikeman y Devine, 2014, p. 415).

- **Curado en seco:** Consiste en la aplicación directa de sales de curado y un posterior masaje de las piezas; las sales penetran lentamente durante varias semanas. Las piezas son almacenadas colgadas a condiciones de temperatura y humedad relativa bajas. El agua resultante de la deshidratación de la carne por la disminución del pH, disuelve la sal superficial, permite el ingreso de las sales y



elimina proteínas solubles. Como resultado se obtiene un producto oscuro, seco, duro y salado (Cabrera, 2011, p. 166).

- **Curado por inmersión:** En esta técnica las piezas se sumergen en salmuera hasta que los agentes de curado penetren en su interior. Debido a las bajas concentraciones de sal, la carne pierde poca humedad y proteínas solubles, resulta menos salada, por lo que su rendimiento es superior al del curado en seco. La temperatura ambiental para este proceso es de 2 °C a 5 °C para evitar el crecimiento bacteriano y la degradación de los nitritos. La velocidad de difusión de los agentes de curado depende del tamaño, la cantidad de grasa y la temperatura de curado, generalmente se usa para piezas relativamente pequeñas. Este proceso puede ser acelerado cuando se añade masaje y volteo a las piezas cárnicas en un tiempo menor a 24 h (Cabrera, 2011, p. 167; Dikeman y Devine, 2014, p. 422).
- **Curado por inyección:** En esta técnica se inyecta la salmuera para que la distribución sea rápida y uniforme. Se puede utilizar el método de multiagujas en piezas deshuesadas, el método con sola aguja de forma manual o mecánica y el de bombeo arterial, comúnmente utilizado en los años 30, que consiste en inyectar la solución de curado en el sistema vascular (Cabrera, 2011, p. 167).

#### 1.2.2.2. Desarrollo de color y sabor característicos

Para el curado, los nitritos o nitratos, que reaccionan fácilmente con los metales, utilizan el Fe de la mioglobina, responsable de la pigmentación, para estabilizarla y mantener el color. Durante los procesos térmicos, la carne se pigmenta del color rosa característico. Es importante señalar que las sales de sodio o potasio aceleran el curado; los pH bajos también aceleran este proceso, por esta razón en algunos casos se añaden acidulantes y el color rosa característicos es estable con la temperatura pero se degrada con la luz y el oxígeno, aunque se puede controlar utilizando barreras de empaque. Para mejorar los resultados, este proceso deberá realizarse en ausencia de oxígeno (Dikeman y Devine, 2014, p. 417).

Los responsables del desarrollo del sabor característico de los productos curados son los nitritos, quienes por efecto antioxidante, retrasan la descomposición de las grasas insaturadas. Los productos de la oxidación secundaria de las grasas generan el perfil de sabores de embutidos cocidos. Otros factores que participan en la generación de compuestos aromáticos son las bacterias *Vibrio* spp presentes en la sal muera, la cantidad de sal y la adición de humo, especias o condimentos (Dikeman y Devine, 2014, p. 417).

### 1.2.2.3. Efecto de los ingredientes de las mezclas de sales de curado

A continuación se describe el efecto producido por cada ingrediente.

- **Cloruro de sodio o cloruro de potasio:** La sal es el principal ingrediente de las sales de curado. Interviene en el desarrollo de sabores, en la solubilización de proteínas, en la estabilización de emulsiones y en el control microbiano de los cárnicos a través de la disminución de la  $a_w$ . La sal común o cloruro de sodio es la más utilizada en este proceso. Los porcentajes dentro de la mezcla varían dependiendo del producto cárnico (Andujar et al., 2003, p. 83; Dikeman y Devine, 2014, p. 418).
- **Nitrito de sodio o nitrato de sodio:** Los nitritos son los ingredientes más importantes porque intervienen en el sabor y color característico de los productos curados, en la estabilización de los cárnicos debido a su capacidad antioxidante que actúa sobre las grasas, evita los sabores de carne cocida y guardada y controla el desarrollo de esporas de *C. botulinum*. La concentración de este producto está regulada en cada país, por la capacidad de formar N-nitrosamina, un compuesto tóxico. Debido a que las concentraciones son muy bajas, generalmente se añaden como mezclas de sales curantes comerciales. Cuando se adicionan nitratos, inicialmente deben ser reducidos a nitritos con nitroreductasas de origen bacteriano (Andujar et al., 2003, p. 83; Dikeman y Devine, 2014, p. 418).

- **Ascorbatos:** Este ingrediente, sus sales y su isómero (ácido eritórbito) tienen como objetivo, mejorar y fijar el color característico, acelerar el proceso de curado, y evitar la formación de N-nitrosamina en embutidos cocidos. Su aplicación también está regulada en algunos países. El uso del ácido ascórbico tiene sus ventajas porque actúa como vitamina C (Andujar et al., 2003, p. 88; Dikeman y Devine, 2014, p. 420).
- **Azúcares:** Cualquier tipo de azúcar natural es utilizado en pequeñas cantidades en las mezclas de sales de curado en diferentes concentraciones. Se utiliza como resaltador de sabores en los productos cárnicos curados, funciona como conservante al disminuir la  $a_w$  y favorece el crecimiento durante la fase inicial de los microorganismos que reducen el nitrato. Algunas propiedades de ciertos azúcares proporcionan características adicionales a los productos terminados. La miel y jarabes proveen sabores y aromas dependiendo característicos de su fuente, la glucosa y dextrosa favorece la pigmentación y proporciona sabores a caramelo en los productos tratados térmicamente (Dikeman y Devine, 2014, p. 420).
- **Fosfatos:** Los fosfatos y polifosfatos se utilizan para incrementar la capacidad de retención de agua al tiempo que se mejoran los rendimientos, evitan la pérdida de sabores naturales, la oxidación de las grasas, el sabor a carne cocida y mantiene la pigmentación característica (Dikeman y Devine, 2014, p. 420).

#### 1.2.2.4. Aceites esenciales como conservantes de cárnicos

Las perecibilidad de la carne y los productos cárnicos son elevadas debido a su composición y a los factores ambientales a los que están expuestos. El objetivo de la preservación es prevenir la oxidación de lípidos, prolongar el tiempo de vida útil y fresca de la carne, mantener los nutrientes y proteger al consumidor. Actualmente, las personas son reacias a consumir conservantes sintéticos y han encontrado una alternativa en los aceites esenciales, que son de origen natural y pueden ser ambientalmente sustentables. Las principales fuentes usadas en la

carne son romero, canela, laurel, salvia, ajo, orégano y jengibre (Preedy, 2016, pp. 85-90).

Las propiedades antimicrobianas de estos aceites son las responsables de los beneficios de conservación de la carne. Adicionalmente, aportan otros beneficios como antioxidante lipídico, anticancerígeno, otorga sabores y aromas y brinda beneficios en la salud del consumidor. La desventaja se deriva de la incorrecta dosificación, para ello se están realizando estudios de aplicación directa en la carne o indirecta en los materiales de empaque (Preedy, 2016, pp. 85-90).

#### **1.2.2.5. Empaques para cárnicos**

El proceso de empaque de cárnicos consiste en aislar a los productos con materiales adecuados para protegerlos de los factores que causan su deterioro. La prolongación de la vida útil debido al empaque depende del producto, mezcla de gases, el espacio de cabeza, la tecnología de empaque, la temperatura de almacenamiento y los aditivos añadidos. Los empaques dependerán del tiempo que se desee almacenar; para periodos cortos a temperaturas de refrigeración se utilizan envolturas con atmósferas modificadas, con atmósferas controladas y empaque al vacío para periodos más prolongados. En la actualidad se han desarrollado empaques activos e inteligentes; los activos consisten en añadirles aditivos que permitan prolongar y mantener la calidad y la vida útil mediante eliminadores de oxígeno, captadores de dióxido de carbono y emisores, agentes de control de la humedad y antimicrobianos. Por otro lado, los empaques inteligentes controlan el estado de los alimentos envasados para dar información sobre la calidad del alimento envasado durante el transporte y almacenamiento (Caballero et al., 2016, p. 691).

Los empaques de vacío consisten en introducir al producto en una película de que brinda protección y que previo al sellado se le extrae el aire mediante bombas de vacío. Las empacadoras de vacío son equipos que facilitan este proceso. Este empaque es sencillo y prolonga la vida del producto debido a la remoción del

oxígeno que se encuentra en el medio para evitar el crecimiento de microorganismos aerobios y la oxidación lipídica (Caballero et al., 2016, p. 691).

## 2. PARTE EXPERIMENTAL

Se utilizaron los siguientes materiales, reactivos y equipos.

- **MATERIALES**

- Mesa para secado de forraje
- Carretilla
- Tanque de polietileno de 60 kg
- Tanque de aluminio de 20 L
- Jarra de polietileno de 2 L
- Bebederos y comederos de barro cocido
- Gavetas de polietileno para el transporte de especies menores
- Cuchillos de acero inoxidable
- Olla de acero inoxidable de 4 L
- Bisturí
- Tabla de vidrio para picar
- Ganchos
- Embudo de vidrio
- Papel filtro circular de diámetro 90 mm, cat No. 1002 090
- Probeta de 100 mL
- Vaso de precipitación de 100 mL
- Papel encerado
- Recipientes para recolección de muestras de 100 mL
- Bolsas para empacar al vacío
- Papel aluminio
- Toallas de papel absorbentes
- Jarra dosificadora de 1 L

- **REACTIVOS**

- Agua destilada
- Solución buffer con pH 4,00
- Solución buffer con pH 7,00
- Solución buffer con pH 10,00
- Solución de cloruro de potasio 0,1 mol/L
- Mezcla de sal curante (95 % cloruro de sodio : 5 % de nitrato de potasio)

- **EQUIPOS**

- ◆ Cronómetro
- ◆ Balanza electrónica CAMRY, 5 000 g, 0,01 g, modelo EK 5 055
- ◆ Aturdidor eléctrico de fabricación propia, voltaje regulable 0 V - 200 V
- ◆ Licuadora OSTER, modelo 4655 - 013
- ◆ Refrigeradora INDURAMA
- ◆ pH metro portátil HANNA INSTRUMENTS, modelo HI 98 130
- ◆ Termómetro infrarrojo FLUKE, modelo 566
- ◆ Freidora de vacío de fabricación SEMATEC
- ◆ Empacadora de vacío MULTIBAG
- ◆ Horno de cocina DUREX
- ◆ Estufa de aire forzado BLUE M, modelo OUV - 500C - 2, Serie OUV3 110 015
- ◆ Balanza electrónica METTLER, 3 600 g, 0,01 g, modelo P3 600

## **2.1 EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA ALIMENTACIÓN MIXTA EN CUYES (*Cavia porcellus*) CON BALANCEADO COMERCIAL Y PASTO SABOYA (*Panicum maximum*) EN 3 NIVELES (20 %, 40 % Y 60 %) Y 0 % DE PASTO PARA SU COMPARACIÓN DURANTE LA ETAPA DE CRECIMIENTO-ENGORDE**

Las actividades descritas a continuación, se desarrollaron en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, en la parroquia Las Mercedes, recinto 3 de Julio, ubicado en el km 40 de la vía Troncal de la Costa.

Los cuyes (gazapos) criollos y mejorados fueron adquiridos en la granja experimental de Santo Domingo de los Tsáchilas, con el fin de no alterar las condiciones climáticas a las cuales los cuyes ya estaban adaptados. Por estandarización del estudio se utilizaron cuyes machos en etapa de destete (15 días de edad) (MAGAP, 2014).

### **2.1.1 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Para este estudio se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial  $A \times B$ , con 3 repeticiones. El factor de interés A, se asignó para el porcentaje que pasto Saboya en la dieta de los cuyes y el factor de bloqueo B, fue para el genotipo de los animales. Para facilitar la interpretación de las variables de respuesta se añadió un tercer factor (C: tiempo) (Gutiérrez y De la Vara, 2008, p. 15).

Los 6 tratamientos resultaron de la combinación de 3 porcentajes de pasto Saboya (20 %, 40 % y 60 %) y cuyes con genotipos criollo y mejorado. Adicionalmente, 2 tratamientos utilizados como blancos para su comparación, donde el porcentaje de pasto Saboya fue del 0 % para los 2 genotipos. Los blancos o testigos no influyeron en la determinación de los mejores tratamientos



durante el desarrollo de esta investigación, por ello la selección de los mejores tratamientos se realizó evaluando únicamente los tratamientos propuestos (Gutiérrez y De la Vara, 2008, p. 15).

### **2.1.2 ADQUISICIÓN DE LOS ANIMALES**

Los requerimientos para este estudio fueron de 72 cuyes machos destetados (15 días de edad), con pesos entre 0,25 y 0,3 g. Los animales fueron adquiridos en la granja de cuyes de la Municipalidad de Santo Domingo de los Colorados. En el Anexo I se muestra el comprobante de compra emitido previo a la adquisición de los cuyes con fines de investigación (GAD SANTO DOMINGO, 2014, p. 13).

### **2.1.3 CONSTRUCCIÓN DEL GALPÓN Y JAULAS**

Se construyó un galpón que permita acercarse a las condiciones de desarrollo de los cuyes. En el Anexo II se detallan las especificaciones de la estructura y materiales del galpón, mientras que en el Anexo III se muestra el diseño gráfico del galpón y la distribución de los tratamientos en cada una de las 6 jaulas (GAD SANTO DOMINGO, 2014, pp. 3-7; MAGAP, 2014).

Las dimensiones del galpón (7 × 12) estuvieron basadas en las dimensiones de las jaulas, pasillos para la circulación y el área de almacenamiento de alimento.

### **2.1.4 ADECUACIÓN DEL GALPÓN**

Antes de recibir los cuyes destetados, el galpón se limpió y desinfectó. Se ubicaron 2 jaulas grandes de 2 × 1 m para cuarentena dentro del galpón (Nogales et al., 2013, p. 9)

Una vez terminada la etapa de cuarentena que se dio a los cuyes durante una

semana, fueron distribuidos al azar en 24 jaulas de 0,25 m<sup>2</sup>. Para este estudio las jaulas fueron rotuladas para identificar el número de tratamiento y la respectiva repetición. En la Tabla 2.1, se detallan los tratamientos y las nomenclaturas utilizadas para la identificación de las jaulas (Nogales et al., 2013, p. 9).

**Tabla 2.1.** Tratamientos y nomenclatura para identificación de jaulas

Tratamientos	Rotulación de las jaulas			Especificación
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	
T1	R1-T1	R2-T1	R3-T1	20 % Pasto Saboya + Cuy criollo
T2	R1-T2	R2-T2	R3-T2	20 % Pasto Saboya + Cuy mejorado
T3	R1-T3	R2-T3	R3-T3	40 % Pasto Saboya + Cuy criollo
T4	R1-T4	R2-T4	R3-T4	40 % Pasto Saboya + Cuy mejorado
T5	R1-T5	R2-T5	R3-T5	60 % Pasto Saboya + Cuy criollo
T6	R1-T6	R2-T6	R3-T6	60 % Pasto Saboya + Cuy mejorado
T7	R1-T7	R2-T7	R3-T7	0 % Pasto Saboya + Cuy criollo (Blanco)
T8	R1-T8	R2-T8	R3-T8	0 % Pasto Saboya + Cuy mejorado (Blanco)

### 2.1.5 RECEPCIÓN Y ADAPTACIÓN DE LOS ANIMALES

Los gazapos fueron transportados en gavetas de polietileno hasta el galpón, se pesaron para controlar que su peso se encuentre entre los 0,25 y 0,3 kg, e inmediatamente se instalaron en las jaulas de cuarentena.

Después de un periodo de descanso de 2 h, se les suministró agua fresca con electrolitos (1 g de Alvitrolitos® por cada 4 L de agua) por 3 días, para rehidratar a los cuyes bebés y reponer los electrolitos perdidos durante el transporte. A lo largo de la primera semana, se fue sustituyendo parcialmente las hojas de maíz por una mezcla de pasto Saboya y balanceado comercial en partes iguales, con el fin de adaptar a los animales al nuevo alimento (Nogales et al., 2013, p. 12).

Al finalizar la semana de adaptación, se distribuyeron en grupos de 3 animales en sus respectivas jaulas. Cada uno de los cuyes fueron identificados de acuerdo con las características y coloración de su pelaje. Una vez instalados en sus respectivas jaulas de estudio, se determinó su peso de forma directa para iniciar el estudio (Pasquel, 2010, p. 30).

#### 2.1.6 MATERIAS PRIMAS

Las características de las materias primas utilizadas se describen a continuación.

**Hojas de pasto Saboya (*Panicum maximun*):** Los ciclos de corte fueron entre 40 y 45 días de edad en ambiente seco. Después del corte, se colocó en una mesa de oreado por un tiempo mínimo de 12 h para evitar la acumulación de nitritos. Para la obtención del pasto Saboya se adecuó un lote exclusivo para el cultivo de 0,5 hectáreas para la alimentación de los cuyes, donde el horario de corte fue desde las 8h00 hasta las 12h00 (Astudillo, 2014, p. 76).

**Balanceado:** Se emplearon pelets de balanceado comercial para cuyes con 18 % de proteína, 4 % de grasa, 12 % de humedad y 5 % cenizas. Antes de suministrar esta formulación, se verificó el tiempo de vida útil y se evaluaron sensorialmente el olor y sabor característicos del balanceado.

**Agua con vitamina C:** En agua suministrada a los cuyes estuvo enriquecida con un multivitamínico biovit® polvo soluble (30 mg Vitamina C / 100 g), dosificado de acuerdo con las indicaciones del fabricante (2 g / L agua), como suplemento vitamínico; principalmente, la vitamina C, que no se encuentra presente en el balanceado comercial.

## **2.1.7 MANEJO DE CUYES**

### **2.1.7.1 Alimentación y nutrición**

Durante las etapas de crecimiento y engorde, los cuyes fueron alimentados bajo una dieta de 3 000 kcal / kg de energía metabolizable, donde se calculó la cantidad de alimento que debía suministrarse diariamente a cada una de las jaulas. El suministro de alimento y agua con vitamina C se realizó por partes, en 3 horarios y a voluntad del grupo de cuyes, para facilitar el control del consumo de cada jaula. En la mañana, a las 6h00; en la tarde a las 13h00 y noche a las 20h00 (Ricaurte, 2003, pp. 33-38).

### **2.1.7.2 Sanitización**

En cuanto al control de enfermedades, se desparasitó externamente a los animales cada 20 días con Fipronil al 1% (Ectonil® Pour On). Para ello se aplicaron 2 gotas por cada kg de peso vivo, principalmente para eliminar parásitos externos. Por recomendación del fabricante, durante las dos últimas semanas previas al faenamiento, no se desparasitó a los cuyes para evitar residuos del medicamento en la carne (Tang, Ruiz y Rodriguez, 2008, p. 4).

### **2.1.7.3 Control del ambiente**

Por medio de un termómetro ambiental y las cortinas instaladas en el galpón, se adecuó la temperatura del ambiente en el interior del galpón, las mediciones se registraron a las 6h00, 12h00 y 18h00. En días calurosos, cuando la temperatura superó los 20 °C, las cortinas eran bajadas en su totalidad, mientras que en días fríos, cuando se registraron temperaturas menores a 15 °C, las cortinas se cerraban totalmente. Adicionalmente, en las noches se colocaron cortinas a cada una de las jaulas y en las noches, mediante una lámpara de 25 W, se suministró energía para iluminar el ambiente, incentivar el consumo de alimento e

incrementar ligeramente la temperatura. Finalmente, para controlar el estrés por ruido, se les colocó música con el mismo nivel de volumen las 24 h del día (GAD SANTO DOMINGO, 2014, pp. 15-16).

## **2.1.8 EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA**

### **2.1.8.1 Peso de cuyes**

Los cuyes vivos fueron pesados individualmente al inicio, y luego una vez por semana, todos los días miércoles desde las 5h00 hasta las 7h00, aproximadamente. Los cuyes vivos se pesaron de forma directa e individual con una balanza electrónica. Para inmovilizar a los cuyes se utilizó una bandeja que mantuvo al animal tranquilo durante este proceso (Pasquel, 2010, p. 30).

Los pesos de todos los cuyes fueron organizados mediante un registro de pesos semanales para cada una de las jaulas. En el Anexo IV se muestra el formato del registro antes mencionado.

### **2.1.8.2 Consumo de alimento**

El cálculo de la cantidad de alimento a suministrar se realizó para cada una de las jaulas, según el peso de los cuyes registrado semanalmente. Mediante un registro de consumo diario de alimento, cuyo formato se muestra en el Anexo V, se anotó la cantidad real de alimento consumido, en cada uno de los 3 horarios (Acosta, 2010, p. 50).

### **2.1.8.3 Curva del incremento de peso**

Con ayuda del programa Excel y con los datos de los pesos registrados semanalmente se elaboraron las curvas para cada uno de los tratamientos.

#### 2.1.8.4 Índice de conversión alimenticia

El valor de la conversión alimenticia (CA) se calculó para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones y se utilizó la ecuación 1.1 (Pasquel, 2010, p. 30).

$$CA = \frac{\text{Alimento semanal consumido (g)}}{\text{Incremento de peso semanal (g)}} \quad [1.1]$$

## 2.2 ESTUDIO DEL EFECTO DEL TIEMPO SOBRE LA MADURACIÓN DE LA CARNE A TEMPERATURAS DE REFRIGERACIÓN (4 °C) Y AMBIENTE (18 °C).

### 2.2.1. OBTENCIÓN DE CANALES

Los cuyes utilizados en este estudio (10 animales), a las 12 semanas de edad fueron utilizados para obtener las canales, en un tiempo menor a 30 min. Con ayuda de un cronómetro se tomaron los tiempos reales de faenamiento. Las 24 h previas al desposte, permanecieron en reposo y las últimas 12 h a base de una dieta hídrica (Echevarría et al., 2010, p. 3; INEN, 1985, p. 1).

Para el proceso de aturcido se diseñó y construyó un aturridor con el que se suministró un voltaje de 150 v durante 6 s hasta insensibilizar al cuy, seguidamente se cortó el lado izquierdo del cuello con un cuchillo de acero inoxidable y se desangró al animal suspendido. Con una balanza y un cronómetro se registraron, el peso antes del sacrificio de los cuyes y el tiempo requerido para su aturdimiento, respectivamente (Mariño, 2010, p. 38; INEN, 1985, p. 1).

Para el proceso de pelado, los cuyes fueron escaldados en agua a una temperatura entre 75 y 85 °C durante 30 s. Inmediatamente después del escaldado, se removió el pelo y con ayuda de un cuchillo de acero inoxidable se evisceró. Las canales se lavaron con agua potable (Angarita, 2005, p. 4; Casa, 2005, pp. 44-45).

## **2.2.2. DETERMINACIÓN DEL pH DE LA CARNE**

Una vez obtenidas las canales, se les retiró la cabeza y fueron cortadas de forma longitudinal con un cuchillo de acero inoxidable. Al azar, una mitad de la canal fue colocada en una bandeja de polietileno cubierta ligeramente con papel cera y almacenada en refrigeración a 4 °C. La otra mitad de la canal se almacenó de igual manera, a temperatura ambiente, a 18 °C. Este estudio se realizó con un animal diario, durante 10 días consecutivos. En el anexo VI se muestra el formato para registro diario de las temperaturas de almacenamiento de cada una de las canales.

El pH fue medido de acuerdo con el método expresado en la NTE INEN-ISO 2917:2013. Se utilizaron 10 canales a las cuales se les midió el pH a las 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 y 24 h, posteriores al desposte o hasta la estabilización del pH. Las mediciones se realizaron en la parte más musculosa de la canal, pierna, lomo y brazo. La temperatura fue medida con un termómetro infrarrojo (Echevarría et al., 2010, pp. 3-4; INEN, 2013, p. 1).

Con los datos obtenidos, se obtuvo el promedio de pH de cada una de las 10 muestras y se elaboraron los gráficos de pH vs. tiempo de almacenamiento en el programa Excel. Finalmente, se identificó cual fue la mejor condición de almacenamiento para estabilizar el pH hasta el valor más bajo en el tiempo.

## **2.3 DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL Y SENSORIAL DE LA CARNE DE CUY CURADA Y EMPACADA.**

### **2.3.1. OBTENCIÓN DE CARNE DE CUY CURADA**

Para curar la carne de cuy se elaboró una formulación utilizando una mezcla de sales curantes a base de salmuera, nitritos y nitratos de potasio al 0,02 % y se aromatizó con especias y licores naturales, tales como ajo, cebolla, pimienta y cerveza. El proceso de curado se realizó con las canales cortadas en cuartos,

mediante la técnica de impregnación de vacío durante 10 min con adaptación a una freidora de vacío. Al final, los cuartos se empacaron al vacío (INEN, 2013, pp. 91-191).

Para la obtención de la formulación de la solución para el curado de la carne se partió desde el estudio tecnológico para la obtención de carne de cuy madura y ahumada con cambios mínimos para adaptarla al objetivo de esta investigación (Estrella, 2011, pp. 58-59).

### **2.3.2. DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DE LA CARNE DE CUY CURADA**

Para la determinación del valor nutricional se realizó un análisis proximal que incluyó el porcentaje de grasa por el método AOAC 960.39, el porcentaje de proteína por el método AOAC 981.10, el porcentaje de humedad por el método AOAC 950.46 y el porcentaje de cenizas por el método AOAC 920.153 presentes en la carne de cuy molida antes y después del proceso de curado. Estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Bromatología del Departamento de Ciencia de los Alimentos y Biotecnología (DECAB) (AOAC, 2005).

### **2.3.3. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD SENSORIAL DE LA CARNE DE CUY CURADA**

Para la determinación del valor sensorial se realizó un análisis organoléptico que incluyó la calidad de la carne mediante la evaluación de los parámetros de olor, sabor, textura y jugosidad en carne de cuy curada y asada en un horno. Para este análisis se utilizó un diseño de cuadros latinos incompletos con 7 tratamientos y 3 repeticiones, donde se omitió el tratamiento 0 % pasto Saboya y cuy criollo. El panel estuvo conformado por 7 miembros semi-entrenados. La evaluación se realizó por triplicado, mediante una prueba con escala continua y se evaluaron las características de olor, sabor, textura y jugosidad. El análisis estadístico de los



datos resultantes se realizó con el programa STATGRAPHICS Centurion XV (Anzaldúa, 1994, pp. 45-50; Cochran y Cox, 2008, p. 569).

El análisis se realizó durante 3 días consecutivos en el horario de 9h00 a 11h00, previo entrenamiento a los 7 panelistas en el laboratorio de análisis sensorial.

## **2.4 DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA CARNE DE CUY CURADA Y EMPACADA.**

La planta de producción se diseñó para cubrir la demanda de 28 toneladas de canales de cuy semanales, para exportar a Japón, Corea y Estados Unidos, según el estudio de mercado realizado por Rodríguez (2011, p. 2). Adicionalmente, se utilizaron los datos experimentales para las condiciones del proceso y balance de masa obtenidos en este estudio. Los equipos fueron seleccionados por catálogo con un sobredimensionamiento del 20 %. El diseño incluye los diagramas BFD, PFD y P&ID, la distribución de los equipos en la planta, el flujo del producto y movimiento de los operarios y el diagrama de flujo másico. Este diseño tuvo como base el cumplimiento de las normas técnicas y sanitarias para el faenamiento de animales de abasto NTE INEN 1218, el reglamento RTE INEN 056 para carne y productos cárnicos y las estipulaciones del reglamento de BPM vigente (INEN, 1985, pp. 1-2; INEN, 2014, pp. 5-7; MSP, 2002).

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

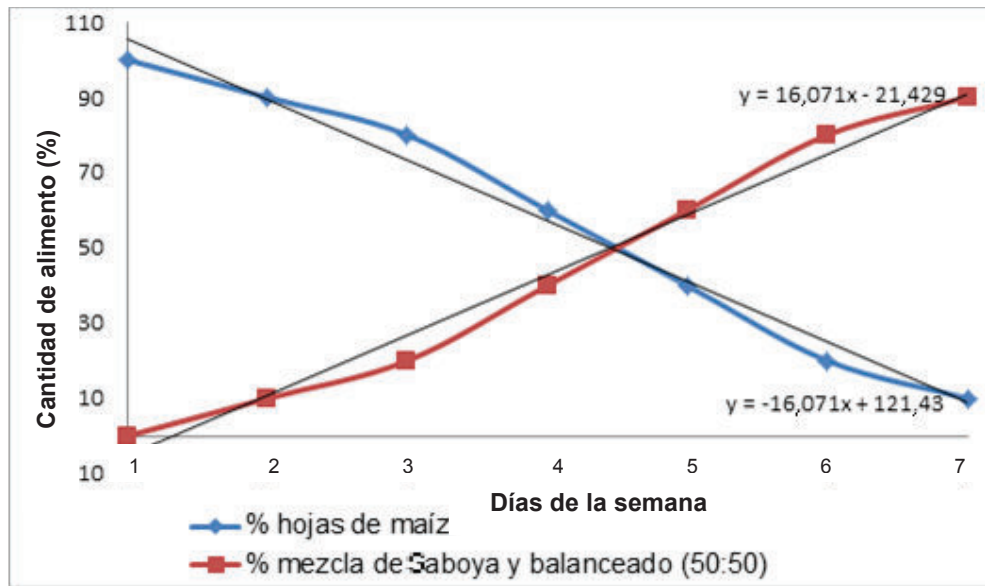
#### **3.1. EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA ALIMENTACIÓN MIXTA EN CUYES CON BALANCEADO COMERCIAL Y PASTO SABOYA EN 3 NIVELES (20 %, 40 % Y 60 %) Y 0 % DE PASTO PARA SU COMPARACIÓN DURANTE LA ETAPA DE CRECIMIENTO-ENGORDE**

Este estudio se realizó con cuyes (*Cavia porcellus*) destetados de 15 días de edad, cuyos pesos variaron entre 200 y 300 g. Para estandarizar el diseño experimental únicamente se utilizaron cuyes machos criollos y mejorados. En un estudio similares, realizado por Pasquel (2010), se determinó que la harina obtenida a partir de las hojas de yuca se puede considerar como una fuente alimenticia debido a la incidencia en el aumento del peso corporal, en el incremento del tamaño y en la mejora de la conversión alimenticia los cuyes vivos y en el mejoramiento del rendimiento de la canal (pp. 115-116).

##### **3.1.1. ADQUISICIÓN DE LOS ANIMALES**

Una vez adquiridos los cuyes, se sometieron a una cuarentena durante la primera semana, principalmente para adaptarlos al consumo del nuevo alimento (pasto Saboya + balanceado comercial). En la Figura 3.1 se muestra la gradiente de cambio en la alimentación a la que fueron sometidos los cuyes, tanto criollos como mejorados durante la primera semana. Mediante esta técnica no se registró la muerte de los animales por problemas digestivos al suministrar el nuevo alimento.

En la Figura 3.2 se muestra la selección y entrega de los cuyes criollos y mejorados a las dos semanas de edad. Se utilizaron gavetas en las que se transportan los pollos, con el fin de brindar comodidad a los gazapos, las cuales son espaciosas. Durante el transporte no se registró la muerte de cuyes.



**Figura 3.1.** Gradiente utilizado durante la adaptación de los cuyes al nuevo alimento

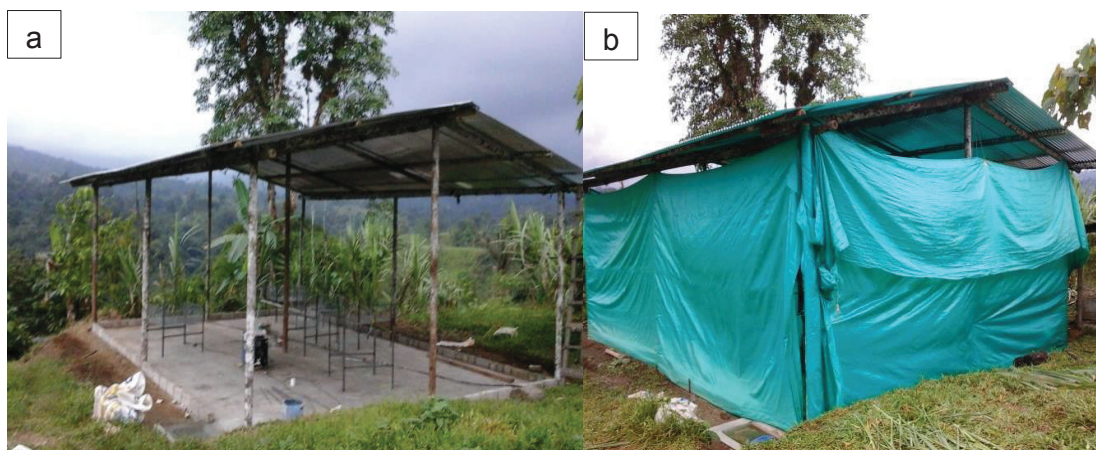


**Figura 3.2.** Selección y clasificación cuyes de 2 semanas de edad. a) Ubicación de cuyes clasificados en gaveta; b) Cuyes criollos (superior) y cuyes mejorados (inferior).

### 3.1.2. TEMPERATURAS EN EL INTERIOR DEL GALPÓN

Las temperaturas registradas en el interior del galpón estuvieron en el rango de  $18 \pm 3$  °C, medidas con un termómetro ambiental tres veces al día, durante la mañana (6h00), tarde (12h00) y noche (18h00). Las temperaturas más bajas se

registraron durante las mañanas, mientras que las temperaturas más altas se encontraron durante la tarde y noche. En la Figura 3.3 se muestra el galpón utilizado para la crianza de los cuyes



**Figura 3.3.** Galpón para crianza de cuyes. a) Vista interna del galpón y jaulas; b) Galpón cubierto con malla y lona para galpones

### 3.1.3. EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA

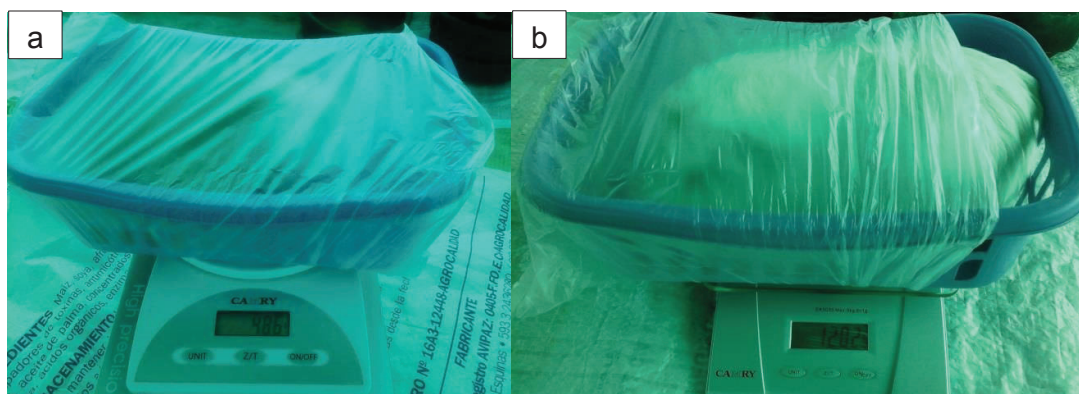
El análisis del diseño experimental se realizó con base en los parámetros descritos en la Tabla 3.1. Para facilitar el análisis de las variables de incremento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, se añadió un tercer factor (C: tiempo), con el cual se pudo analizar la influencia de cada parámetro, semanalmente, durante las 10 semanas que duró el estudio.

**Tabla 3.1.** Parámetros del diseño experimental

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICAS
Clase de diseño	Multi-factor Categórico
Número de corridas	240
Factores	Nivel de sustitución (%) Genotipo Tiempo (semana)
Respuestas	Incremento de peso (kg) Consumo de alimento (kg) Conversión alimenticia

### 3.1.4.1. Peso de cuyes

Los valores de peso de los cuyes, corresponden al promedio de las observaciones registradas semanalmente. En la Figura 3.4 se muestra el pesaje realizado a los cuyes.



**Figura 3.4.** Pesaje de cuyes vivos. a) Pesaje de gaveta vacía; b) Pesaje de un cuy

En el análisis de varianza, descrito en la Tabla 3.2, existe un efecto estadísticamente significativo del factor A (nivel de sustitución del pasto Saboya) y del factor C (tiempo) sobre la variable incremento de peso semanal, con un nivel de confianza del 95 %. Por el contrario, el factor B (genotipo de los cuyes), cuyo valor-P resultó ser 0,6097, no tuvo un efecto significativo sobre el incremento de peso.

**Tabla 3.2.** Análisis de varianza para el factor incremento de peso semanal.

FUENTE	GL	CUADRADO MEDIO	RAZÓN-F	VALOR-P
A:NIVEL DE SUSTITUCIÓN	3	0,5597	375,19	0,0000**
B:GENOTIPO	1	0,0004	0,26	0,6097
C:TIEMPO	9	1,4788	991,34	0,0000**
RESIDUOS	187	0,0015		
TOTAL (CORREGIDO)	239			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

\*\*= Diferencias significativas

De acuerdo con GAD SANTO DOMINGO (2014), el incremento de peso en cuyes durante la etapa de crecimiento-engorde (periodo comprendido entre las semanas 3 y 12) es de 0,9 a 0,95 kg (p. 13).

El promedio del incremento de peso en los cuyes durante la etapa de crecimiento-engorde fue de  $0,777 \pm 0,08$  kg. Los mayores incrementos de peso se obtuvieron en cuyes mejorados con  $0,902 \pm 0,04$  kg;  $0,858 \pm 0,01$ kg;  $0,817 \pm 0,008$  kg y  $0,767 \pm 0,03$  kg con dietas de 100 % balanceado comercial; 60 % de pasto Saboya + 40 % balanceado comercial; 40 % de pasto Saboya + 60 % balanceado comercial y 20 % de pasto Saboya + 80 % balanceado comercial, respectivamente. Es importante mencionar que el incremento de peso en los cuyes mejorados es cercano a los valores establecidos bibliográficamente cuando alcanzaron las 12 semanas de edad.

Los menores incrementos de peso se registraron en cuyes criollos con  $0,765 \pm 0,006$  kg;  $0,749 \pm 0,006$  kg;  $0,71 \pm 0,013$ kg y  $0,649 \pm 0,023$  kg con dietas de 60 % de pasto Saboya + 40 % balanceado comercial; 40 % de pasto Saboya + 60 % balanceado comercial; 100 % balanceado comercial y 40 % de pasto Saboya + 60 % balanceado comercial, respectivamente. Estos datos muestran que los cuyes criollos no alcanzaron el peso establecido bibliográficamente hasta las 12 semanas de edad.

Debido a la existencia de diferencias significativas en el factor de interés A (nivel de sustitución de pasto Saboya) se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey con un 95 % de confianza.

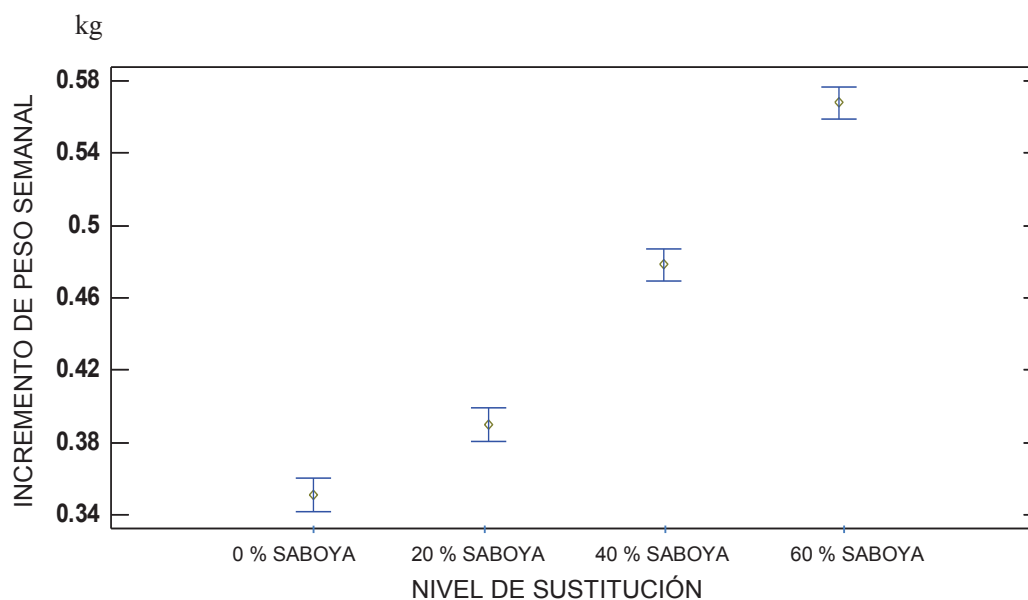
En la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), para el nivel de sustitución de pasto Saboya en la dieta de los cuyes con la variable de incremento de peso semanal, durante la etapa de crecimiento-engorde, descrita en la Tabla 3.3, se puede apreciar que para el factor de nivel de sustitución de pasto Saboya en la dieta de los cuyes se encontraron 4 grupos homogéneos.

**Tabla 3.3.** Prueba de Tukey para el nivel de sustitución de pasto con respecto al incremento de peso.

Nivel de sustitución	Incremento de peso semanal (kg)
0 % Saboya (Entre criollos y mejorados)	0,35 <sup>a</sup> ± 0,005
20 % Saboya (Entre criollos y mejorados)	0,39 <sup>b</sup> ± 0,005
40 % Saboya (Entre criollos y mejorados)	0,48 <sup>c</sup> ± 0,005
60 % Saboya (Entre criollos y mejorados)	0,57 <sup>d</sup> ± 0,005

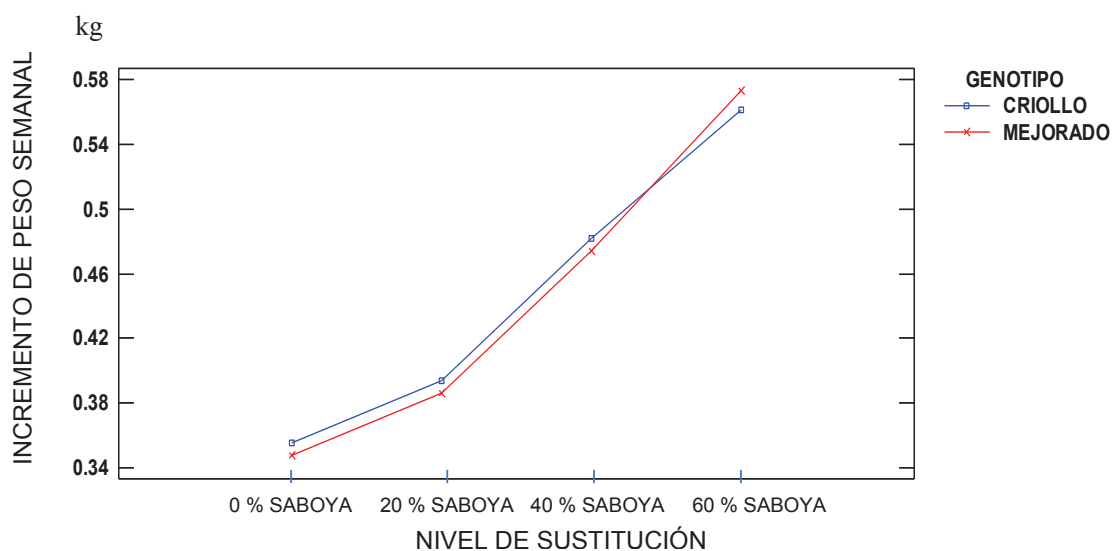
Media ± Error estándar (n = 9)

El primer grupo corresponde a una alimentación de los cuyes con 100 % de balanceado comercial, obteniéndose que el menor incremento de peso semanal en promedio fue de 0,35 kg; el segundo grupo correspondió a una alimentación de los cuyes con 20 % pasto Saboya + 80 % balanceado comercial, cuyo incremento de peso semanal en promedio fue de 0,39 kg; el tercer grupo correspondió a una alimentación de los cuyes con 40 % pasto Saboya + 60 % balanceado comercial, cuyo incremento de peso semanal en promedio fue de 0,48 kg y el cuarto valor correspondió al mayor incremento de peso semanal, en promedio de 0,57 kg. Esto indica que con la aplicación de cualquiera de las dietas en los cuyes, tanto criollos como mejorados, los resultados fueron diferentes. Los grupos se pueden observar con detalle en el gráfico de medias detallado en la Figura 3.5.



**Figura 3.5.** Medias de incremento de peso semanal vs. Nivel de sustitución de Saboya.

En la Figura 3.6 se puede apreciar que el porcentaje de pasto Saboya en la dieta de los cuyes fue directamente proporcional con el incremento de peso en los animales durante la etapa de crecimiento-engorde. Así mismo, se observa que el genotipo no influyó en el incremento de peso semanal, de acuerdo con la similitud y la tendencia de las curvas.

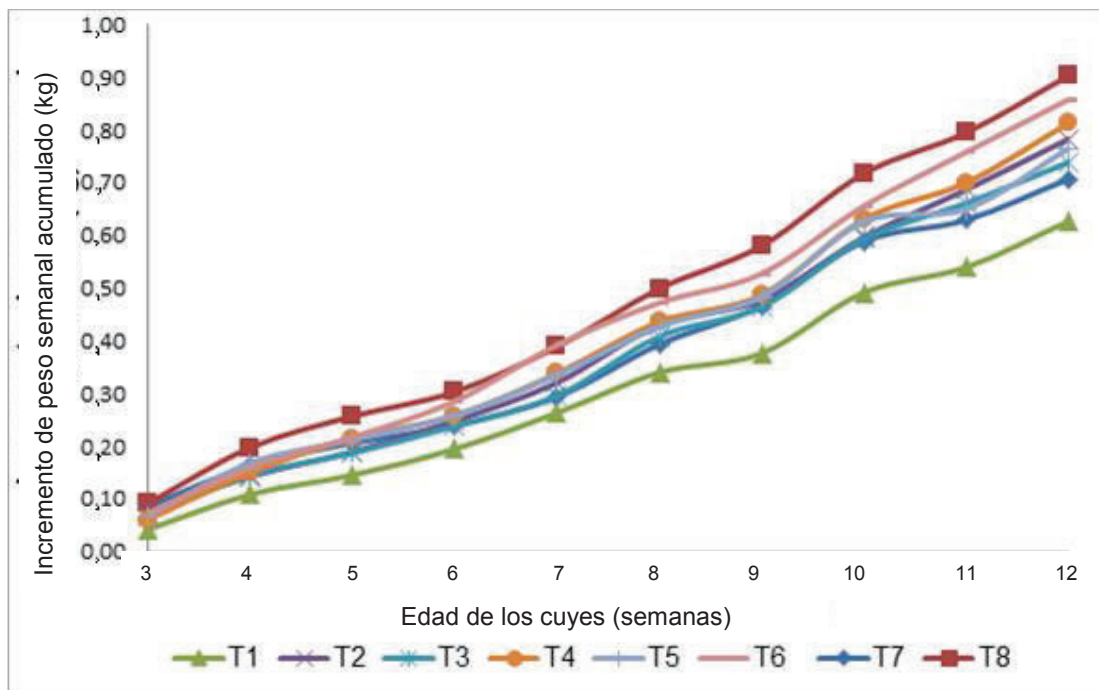


**Figura 3.6.** Interacción del incremento de peso vs. Nivel de sustitución de Saboya.

Con los datos recopilados, se determinaron las curvas de incremento de peso durante la etapa de crecimiento-engorde de los cuyes. En la Figura 3.7 se muestran las curvas de incremento de peso semanal para cada uno de los tratamientos a los que fueron sometidos los animales. Además, se puede observar que el incremento de peso posee una tendencia lineal, cuyo promedio de  $R^2$  es igual a 0,99. El peso de los cuyes se incrementó en la medida que transcurrieron las semanas, lo cual se debe al desarrollo presentado por los animales.

En la Tabla 3.4 se observan las pendientes de cada una de las curvas de incremento de peso. El tratamiento que obtuvo el mayor valor de la pendiente fue el tratamiento T6 (sin considerar el tratamiento testigo). Cuando mayor fue la pendiente de la recta, la velocidad de incremento de peso resultó ser mayor.





**Figura 3.7.** Curvas de incremento de peso semanal acumulado por tratamiento.

**Tabla 3.4.** Pendientes de las curvas de incremento de peso semanal de los cuyes.

Tratamiento	Pendiente	R <sup>2</sup>
T1	64,43	0,99
T2	78,88	0,99
T3	75,61	0,99
T4	81,70	0,99
T5	75,62	0,99
T6	86,39	0,99
T7 (Testigo 1)	70,00	0,98
T8 (Testigo 2)	89,27	0,99

### 3.1.4.2. Consumo de alimento

Los valores del consumo de alimento, corresponden al promedio de las observaciones registradas diariamente. El valor obtenido del peso del alimento es la diferencia entre el peso del alimento suministrado menos el peso del alimento

no consumido. Los resultados y la discusión de la variable de consumo de alimento semanal están descritos a continuación.

En el análisis de varianza, descrito en la Tabla 3.5 existe un efecto estadísticamente significativo del factor B (genotipo) y del factor C (tiempo) sobre la variable consumo de alimento semanal, con un nivel de confianza de 95 %. Por el contrario, el factor A (nivel de sustitución del pasto Saboya), cuyo valor-P resultó ser 0,1058, no tuvo un efecto significativo en la cantidad de alimento consumido y no existió una preferencia sobre la palatabilidad del alimento.

**Tabla 3.5.** Análisis de varianza para el factor consumo de alimento.

Fuente	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Nivel de sustitución	3	0,0012	2,07	0,1058
B:Genotipo	1	0,0713	126,39	0,0000**
C:Tiempo	9	0,0134	23,50	0,0000**
Residuos	187	0,0006		
Total (corregido)	239			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

\*\*= Diferencias significativas

El consumo diario de alimento recomendado para cuyes va de 80 g a 120 g de forraje por animal, mientras que el suministro diario de concentrados recomendado es de 40 a 60 g por animal (FAO, 1997, pp. 48-49).

El promedio de consumo semanal de alimento en los cuyes durante la etapa de crecimiento-engorde fue de 4,45 kg. El mayor consumo de alimento se presentó con la dieta de 60 % de pasto Saboya + 40 % de balanceado comercial con  $5,74 \pm 0,04$  kg y  $5,62 \pm 0,20$  kg, en cuyes criollos y mejorados, respectivamente. En segundo lugar, con la dieta de 40 % de pasto Saboya + 60 % de balanceado comercial con  $4,82 \pm 0,05$  kg y  $4,65 \pm 0,52$  kg, en cuyes criollos y mejorados, respectivamente. En tercer lugar, con la dieta de 20 % de pasto Saboya + 80% de balanceado comercial con  $3,94 \pm 0,084$  kg y  $3,86 \pm 0,052$  kg, en cuyes criollos y mejorados, respectivamente. El menor consumo se registró en los cuyes alimentados con 100 % de balanceado comercial con  $3,64 \pm 0,293$  kg y  $3,56 \pm 0,383$  kg en cuyes mejorados y criollos, respectivamente.

Con respecto al genotipo, el mayor consumo de alimento se presentó en los cuyes criollos con  $4,48 \pm 0,34$  kg semanales y el menor consumo de alimento se mostró en los cuyes mejorados con  $4,43 \pm 0,37$  kg semanales. El consumo de alimento incrementa con la edad, en la medida que incrementa de su peso y tamaño.

Debido a la existencia de diferencias significativas en el factor B (genotipo) se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey con un 95 % de confianza.

En la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), para el factor genotipo con la variable consumo de alimento diario, durante la etapa de crecimiento-engorde, descrita en la Tabla 3.6 se puede apreciar que para el factor B (genotipo), se encontró la existencia de dos grupos homogéneos.

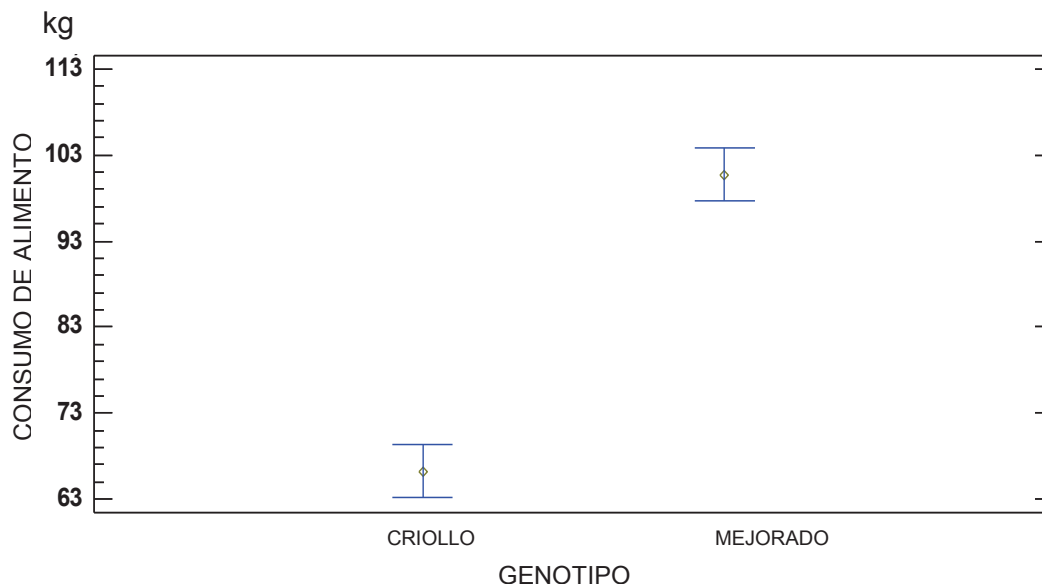
**Tabla 3.6.** Prueba de Tukey para el genotipo con respecto al consumo de alimento

<b>Genotipo</b>	<b>Consumo de alimento (kg)</b>
Criollo (Entre 0, 20,40 y 60 % Pasto)	$0,10^a \pm 0,002$
Mejorado (Entre 0, 20,40 y 60 % Pasto)	$0,07^b \pm 0,002$

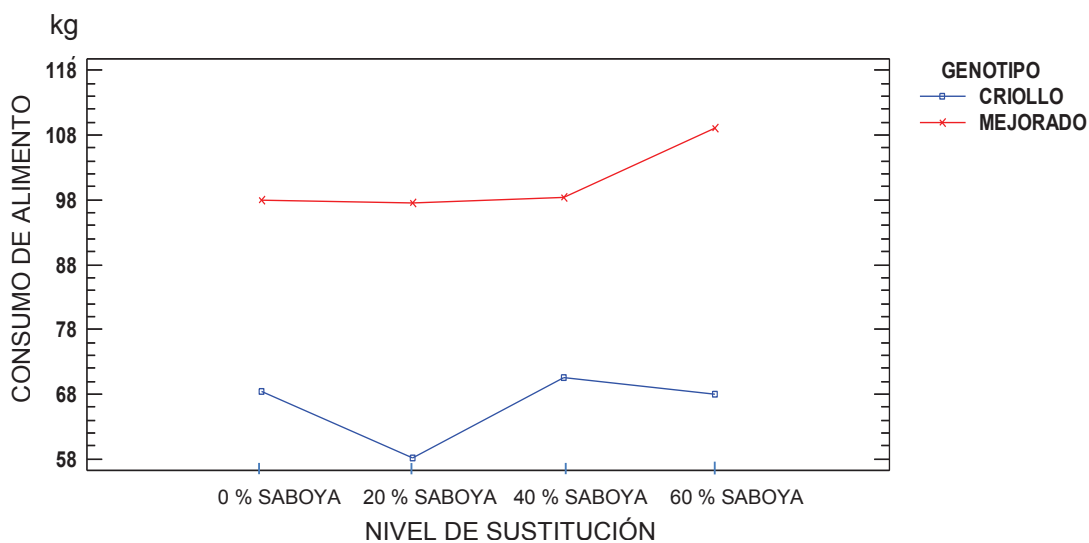
Media  $\pm$  Error estándar (n = 9)

El primer rango corresponde a cuyes mejorados, obteniéndose el menor consumo de alimento con 0,07 kg diarios en promedio y el segundo rango corresponde a cuyes criollos, obteniéndose el mayor consumo de alimento con 0,1 kg diarios en promedio. En la Figura 3.8, que corresponde al gráfico de medias, se puede apreciar que con la aplicación de cualquiera de las dietas en los cuyes tanto criollos como mejorados los resultados serán diferentes.

La aplicación de las dietas 100 % balanceado comercial y 40 % de pasto Saboya + 60 % de balanceado comercial en los cuyes criollos o mejorados es similar. En la Figura 3.9 se observó que el consumo de alimento es relativamente igual para los dos genotipos de cuyes.



**Figura 3.8.** Medias de consumo de alimento vs. Genotipo de cuyes



**Figura 3.9.** Interacción entre el consumo de alimento vs. Nivel de sustitución de Saboya

### 3.1.4.3. Conversión alimenticia

Los valores de conversión alimenticia corresponden al cálculo realizado mediante la relación entre los promedios de consumo de alimento en materia seca, dividida

para la ganancia de peso total. Los resultados y la discusión de la variable de conversión alimenticia, están descritos a continuación.

En el estudio de la influencia de hojas de yuca como ingrediente alimenticio en el engorde de cuyes se determinó que la mejor conversión alimenticia a las 8 semanas de edad fue de 4,48 cuando se alimentaron únicamente con alfalfa, mientras que la conversión alimenticia más baja fue de 7,29 y se registró cuando se suministró alfalfa con 45 % de harina de hojas de yuca. Por lo tanto, a menor valor de conversión alimenticia, se obtienen los mejores resultados (Pasquel, 2010, pp. 100-104).

En el análisis de varianza, descrito en la Tabla 3.7 existe un efecto estadísticamente significativo para el factor A (nivel de sustitución del pasto Saboya), el factor B (genotipo) y el factor C (tiempo) sobre la variable conversión alimenticia, con un nivel de confianza del 95 %.

**Tabla 3.7.** Análisis de varianza para el factor conversión alimenticia.

Fuente	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Nivel de sustitución	3	42,25	9,34	0,0000**
B:Genotipo	1	575,70	127,25	0,0000**
C:Tiempo	9	173,47	38,34	0,0000**
Residuos	187	4,52		
Total (corregido)	239			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

\*\*= Diferencias significativas

El promedio de la conversión alimenticia semanal en los cuyes desde la semana 3 hasta la semana 12 fue de 5,99. La mayor conversión alimenticia se presentó en los cuyes mejorados con valores de 3,96; 4,03; 4,67; 5,10 con una alimentación de 100 % de balanceado comercial; 20 % de pasto Saboya con 80 % de balanceado comercial; 40 % de pasto Saboya con 60 % de balanceado comercial y 60 % de pasto Saboya con 40 % de balanceado comercial, respectivamente.

La conversión alimenticia menos eficiente se presentó en los cuyes criollos con valores de 6,31; 7,16; 7,49; 9,18 con una alimentación de 100 % balanceado

comercial; 40 % de pasto Saboya con 60 % balanceado comercial; 20 % de pasto Saboya con 80 % balanceado comercial y 60 % de pasto Saboya con 40 % balanceado comercial, respectivamente.

Debido a la existencia de diferencias significativas en el factor de interés A (nivel de sustitución de pasto Saboya) y en para el factor B (genotipo) se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey con un 95 % de confianza.

En la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), para el factor nivel de sustitución de pasto Saboya en la dieta de los cuyes con la conversión alimenticia semanal, durante la etapa de crecimiento-engorde, descrita en la Tabla 3.8, se puede apreciar que para el factor de nivel de sustitución de pasto Saboya en la dieta de los cuyes, se encontraron dos grupos homogéneos.

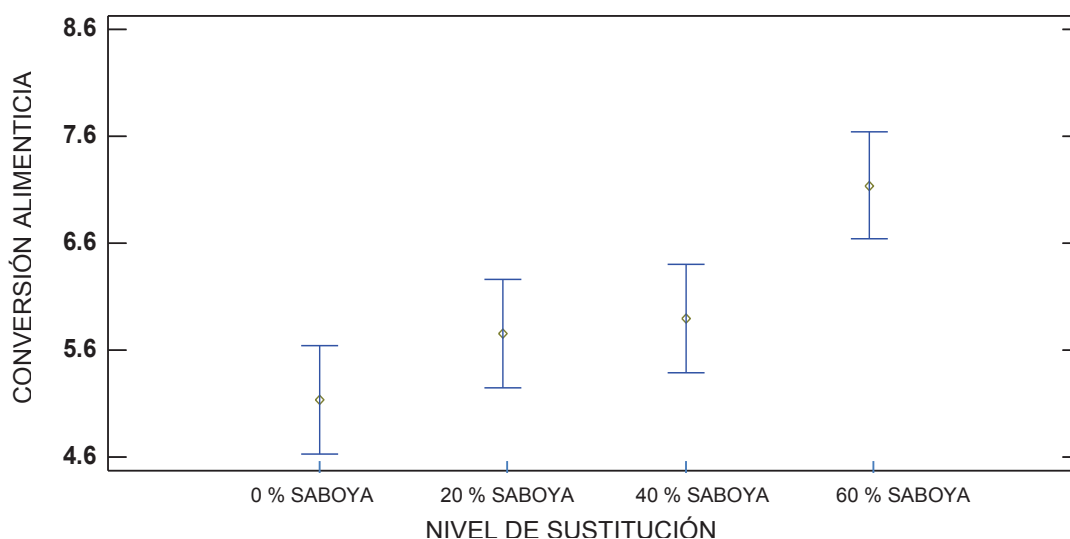
**Tabla 3.8.** Prueba de Tukey para el nivel de sustitución de pasto con respecto a la conversión alimenticia.

Nivel de sustitución	Conversión alimenticia
0 % Saboya (entre criollo y mejorado)	5,14 <sup>a</sup> ± 0,27
20 % Saboya (entre criollo y mejorado)	5,76 <sup>a</sup> ± 0,27
40 % Saboya (entre criollo y mejorado)	5,90 <sup>a</sup> ± 0,27
60 % Saboya (entre criollo y mejorado)	7,14 <sup>b</sup> ± 0,27

Media ± Error estándar

El primer grupo posee los tres mejores valores de conversión alimenticia semanal promedio con 5,14; 5,76 y 5,90 en cuyes alimentados con 100 % de balanceado comercial; 20 % de pasto Saboya con 80 % de balanceado comercial y 40 % de pasto Saboya con 60 % de balanceado comercial, respectivamente. El segundo grupo corresponde a la conversión alimenticia semanal promedio menos eficiente con 7,14 para los cuyes alimentados con 60 % de pasto Saboya y 40 % de balanceado comercial.

En la Figura 3.10 se puede observar la representación de las medias que indican que la conversión alimenticia con 0 %, 20 % y 40 % de pasto Saboya en los cuyes es similar, mientras que con 60 % difiere significativamente.



**Figura 3.10.** Medias de conversión alimenticia vs. Nivel de sustitución de Saboya.

En la prueba de Tukey al 5 %, para el factor genotipo de los cuyes con la variable de conversión alimenticia semanal, durante la etapa de crecimiento-engorde, descrita en la Tabla 3.9, se puede observar que para el factor genotipo de los cuyes se encontraron dos grupos homogéneos.

**Tabla 3.9.** Prueba de Tukey para el genotipo con la variable conversión alimenticia

Genotipo	Conversión alimenticia
Mejorado (Entre 0, 20, 40 y 60 % Saboya)	4,43 <sup>a</sup> ± 0,19
Criollo (Entre 0, 20, 40 y 60 % Saboya)	7,53 <sup>b</sup> ± 0,19

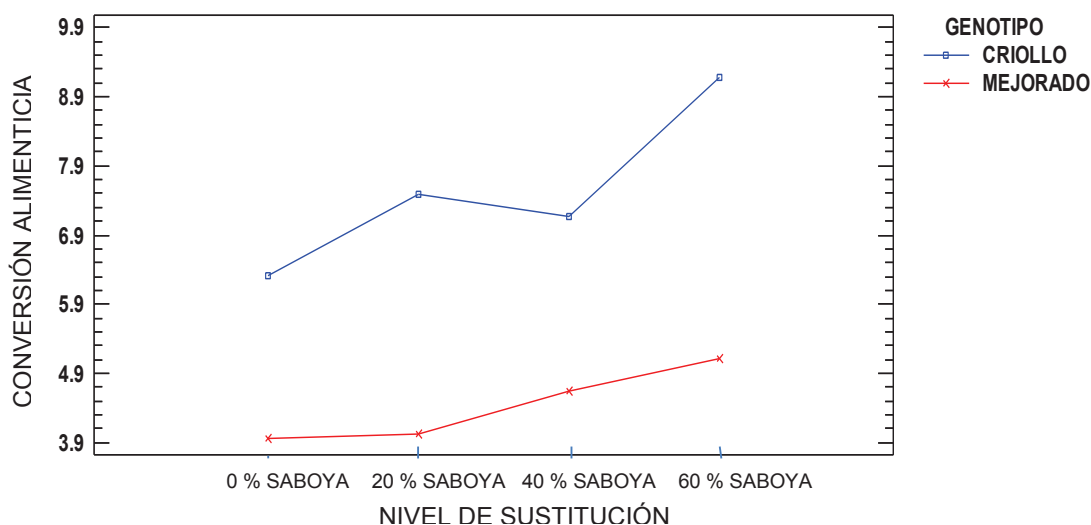
Media ± Error estándar (n = 9)

El primer grupo corresponde al mejor valor de conversión alimenticia semanal promedio con 4,43 para cuyes mejorados. El segundo grupo corresponde a la conversión alimenticia semanal menos eficiente con un promedio de 7,53 para cuyes criollos.

En la Figura 3.11 se puede apreciar que el porcentaje de pasto Saboya en la dieta de es inversamente proporcional con la eficiencia en la conversión alimenticia.

El mejor tratamiento empleado resultó con los cuyes mejorados alimentados con 60 % pasto Saboya y 40 % balanceado comercial. Con respecto incremento de

peso y al consumo de alimento, los valores fueron superiores, aunque para el caso de la conversión alimenticia, se ubicó en el cuarto lugar de los 8 tratamientos.



**Figura 3.11.** Interacción entre conversión alimenticia vs. Nivel de sustitución de Saboya.

## 3.2. ESTUDIO DEL EFECTO DEL TIEMPO SOBRE LA MADURACIÓN DE LA CARNE A TEMPERATURAS DE REFRIGERACIÓN (4 °C) Y AMBIENTE (18 °C).

### 3.2.1 OBTENCIÓN DE CANALES

El proceso para la obtención de las canales se detalla a continuación:

- **Recepción**

Para simular el estrés generado por el proceso de transporte, los cuyes fueron transportados a la ciudad de Quito desde el lugar de crianza, en gavetas y bajo condiciones ambientales. En esta etapa los cuyes de 12 semanas de edad fueron pesados antes de ser ubicados en las jaulas de reposo; el peso promedio de los cuyes se muestra en la Tabla 3.10.



**Tabla 3.10.** Peso promedio de los cuyes a las 12 semanas de edad.

TRATAMIENTO	Peso final a las 12 semanas (kg)
T1	0,92 ± 0,01
T2	1,38 ± 0,10
T3	1,08 ± 0,08
T4	1,34 ± 0,20
T5	1,10 ± 0,03
T6	1,49 ± 0,23
T7 (testigo 1)	1,07 ± 0,36
T8 (testigo 2)	1,37 ± 0,24

Media ± Error estándar (n = 9)

El peso vivo de los cuyes para poder ser exportados es de  $1,3 \pm 0,05$  kg. Se puede apreciar que los cuyes mejorados superan el peso establecido en la ficha técnica de requisitos para la exportación de cuyes. Por el contrario, el genotipo criollo no alcanza el rango de peso a la edad de 12 semanas (Argote et al., 2007, p. 108; EL CUY PERUANO, 2014).

- **Reposo**

Los cuyes se ubicaron en las jaulas de reposo, previamente identificados de acuerdo con su tratamiento durante 24 h. Las primeras 12 h se les suministró alimento y agua a voluntad y las últimas 12 h se les retiró el alimento y permanecieron bajo una dieta hídrica. Durante este tiempo el consumo de agua se redujo en 75 % aproximadamente, con respecto al normal. La disminución del consumo se debe a que el alimento bajo en humedad estimula el consumo de agua (GAD SANTO DOMINGO, 2014, p. 13).

- **Aturdimiento**

Para insensibilizar a los cuyes se utilizó un aturdidor (Figura 3.12), cuyo principio de funcionamiento se basa en un convertidor de corriente alterna (110 - 220 V) y un circuito eléctrico que permite obtener a la salida un voltaje regulable entre 0 y 220 V y un amperaje máximo de 1,36 A. En caso de sobrecarga y por cuestiones de seguridad se implementó en el equipo un fusible de 1,5 A. La descarga

eléctrica se aplicó a los cuyes mediante electrodos que fueron adecuados para aplicarse en el hueso occipital de este tipo de animales (Mariño, 2010, p. 38).

Antes del sacrificio, los cuyes fueron pesados para determinar las pérdidas durante el reposo. Una vez realizados los cálculos, el porcentaje de pérdida promedio fue de  $0,6 \pm 0,3$  %. Lo que indica que las pérdidas son relativamente bajas.



**Figura 3.12.** Aturdidor de cuyes

Para inmovilizar a los animales, se los colocó dentro un embudo inmovilizador, formado por un arreglo de tubos y reducciones de PVC cuyo diseño se muestra en la Figura 3.13.



**Figura 3.13.** Embudo inmovilizador de cuyes

Previo al aturdimiento, el equipo se estabilizó en 150 V. Los electrodos se ubicaron detrás de las orejas del cuy hasta verificar la ausencia de movimientos del animal. El tiempo promedio de aplicación de la corriente eléctrica fue de

6,6 ± 0,27 s. Este valor es relativamente similar al encontrado por Mariño con 6,5 s con 150 v (2010, p.38).

- **Sacrificio**

Después del aturdimiento los cuyes fueron suspendidos y degollados. Con un cuchillo de acero inoxidable se realizó un corte en el lado izquierdo del cuello debajo de la cabeza. El tiempo promedio requerido para el desangrado fue de 1,75 ± 0,17 min. Este valor es superior al reportado por Argote, Velasco y Paz (2010) con 1,45 min en su estudio de métodos y tiempos para la obtención de carne de cuy empacada al vacío (p.108).

- **Escaldado**

Este proceso se realizó mediante inmersión parcial del animal en agua a temperatura entre 75 y 85 °C. Se sumergió la mitad del cuerpo del animal durante 15 segundos, este tiempo es menor al mencionado por Casa, con 30 segundos y se procedió a con la remoción del pelaje. Una vez pelado, sumergió la otra mitad durante 15 segundos adicionales (2005, pp. 44-45).

- **Pelado**

Después del escaldado se removió el pelaje de forma manual y en algunos casos se utilizaron navajas para cortar el pelo pequeño. El tiempo promedio requerido para esta operación fue de 3,25 ± 0,50 min. Este tiempo de pelado y la dificultad dependen del estado de muda del pelaje (Guambo, 2014, p. 79).

- **Lavado 1**

Para el primer lavado de la canal se utilizó agua con 5 ppm de hipoclorito de sodio

con el fin de remover residuos sólidos y microorganismos externos. El tiempo promedio requerido para el lavado fue de  $0,5 \pm 0,1$  min por canal (Argote, Velasco y Paz, 2007, pp. 108-109).

- **Eviscerado**

Para eviscerar se realizó un corte longitudinal con el cuchillo de acero inoxidable. Inicialmente se retiró el ano y posteriormente todas las vísceras. Luego se retiró la cabeza y las patas. El promedio de tiempo requerido durante el eviscerado fue de  $3,5 \pm 0,25$  min. Este tiempo fue superior al alcanzado por Argote et al. (2007) con 2,84 min (p. 109).

- **Lavado 2**

El segundo lavado se realizó con agua potable con el fin de remover los residuos de sangre y vísceras. El tiempo empleado para este lavado fue de  $0,5 \pm 0,1$  min por canal (Argote et al., 2007, pp. 108-109).

- **Corte**

Las canales de los cuyes fueron cortadas inicialmente de forma longitudinal para obtener 2 medias canales y posteriormente de forma horizontal, hasta obtener cuatro cuartos de canal. El tiempo promedio empleado para esta operación fue de  $0,33 \pm 0,03$  min.

El promedio del tiempo total empleado durante el faenamiento de los cuyes fue de  $10,33 \pm 1,2$  min por animal.

### 3.2.2 DETERMINACIÓN DEL pH DE LA CARNE

En este estudio se realizó un diseño de bloques completamente al azar, con dos factores; factor A (temperatura de almacenamiento de las canales) y factor B (tiempo de almacenamiento), con 10 repeticiones (10 medias canales) y una variable de respuesta (medición del pH en la carne).

El pH se determinó en las 20 medias canales, cuyo tiempo de faenamiento no superó los 20 min, con el fin de no interferir en el control del tiempo de maduración de la carne. (Echevarría et al., 2010, p. 3).

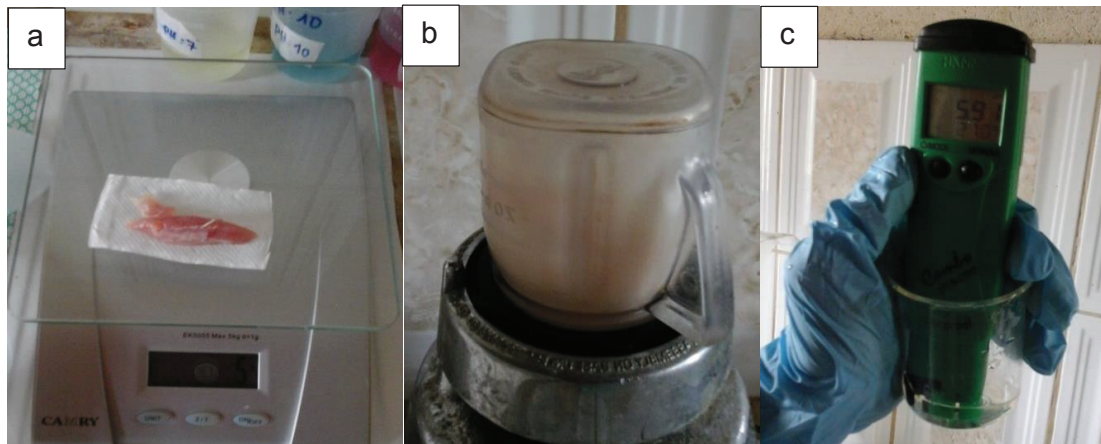
Las canales fueron almacenadas a temperatura ambiente y a temperatura de refrigeración (Figura 3.14). El promedio de las temperaturas de refrigeración fue de 3,3 °C, mientras que el promedio de las temperaturas ambiente fue de 13,9 °C. Estos promedios son el resultado de 12 mediciones realizadas cada 2 h durante el tiempo de almacenamiento. La temperatura media anual en Quito es de 14,3 °C, cuyo valor es similar al promedio encontrado por medición directa. De igual manera, la temperatura normal promedio dentro del refrigerador está entre 3 °C y 5 °C, lo que indica que la temperatura promedio encontrada por medición es relativamente cercana (CLIMATE-DATA, 2016).



**Figura 3.14.** Almacenamiento de medias canales durante el estudio. a) Almacenamiento a temperatura de refrigeración; b) Almacenamiento a temperatura ambiente

Las mediciones de pH se realizaron en las áreas más musculosas de las medias

canales, tanto a temperatura de refrigeración (3,3 °C) como a temperatura ambiente (13,9 °C) cada 2 h hasta su estabilización (0, 2, 4, 6, 8 y 10 h). En la Figura 3.15 se muestra la preparación de la muestra y lectura de datos.



**Figura 3.15.** Preparación de la muestra y lectura del pH de la carne. a) Pesaje de la parte muscular; b) Emulsificación de la carne; c) Medición del pH

Los resultados y la discusión de la variable de respuesta, medición del pH en la carne, se describen a continuación.

La maduración de la carne almacenada a temperatura de refrigeración (3,3 °C) se produce a partir a las 8 h de almacenamiento. En la Tabla 3.11 se puede verificar que a partir de la octava hora las mediciones de pH realizadas en las partes más musculosas de las medias canales, almacenadas a temperatura de refrigeración (3,3 °C) son similares respecto con la décima hora.

La maduración de la carne almacenada a temperatura ambiente (13,9 °C) se produce a partir de las 4 h de almacenamiento. En la Tabla 3.12 se puede observar que a partir de la cuarta hora las mediciones de pH realizadas en los músculos de las medias canales almacenadas a temperatura ambiente (13,9 °C), son similares respecto con la octava y décima hora.

**Tabla 3.11.** pH medido en los músculos de canales almacenadas en refrigeración (3,3 °C).

REPET.	t = 0 h	t = 2 h	t = 4 h	t = 6 h	t = 8 h	t = 10 h
R1	6,38 ± 0,007	6,26 ± 0,007	6,15 ± 0,014	6,08 ± 0,014	6,02 ± 0,007	6,00 ± 0,007
R2	6,33 ± 0,007	6,22 ± 0,014	6,13 ± 0,007	6,06 ± 0,007	6,00 ± 0,007	5,99 ± 0,014
R3	6,31 ± 0,014	6,22 ± 0,007	6,15 ± 0,014	6,07 ± 0,007	5,98 ± 0,014	5,98 ± 0,007
R4	6,34 ± 0,007	6,24 ± 0,007	6,16 ± 0,007	6,08 ± 0,014	5,99 ± 0,007	5,99 ± 0,007
R5	6,30 ± 0,007	6,21 ± 0,007	6,10 ± 0,014	6,05 ± 0,007	5,98 ± 0,014	5,98 ± 0,007
R6	6,36 ± 0,007	6,24 ± 0,014	6,15 ± 0,014	6,08 ± 0,007	6,00 ± 0,007	6,00 ± 0,014
R7	6,33 ± 0,014	6,24 ± 0,007	6,14 ± 0,007	6,07 ± 0,007	6,00 ± 0,014	5,99 ± 0,007
R8	6,34 ± 0,014	6,25 ± 0,007	6,17 ± 0,007	6,08 ± 0,014	5,99 ± 0,014	5,99 ± 0,007
R9	6,37 ± 0,007	6,28 ± 0,014	6,16 ± 0,007	6,07 ± 0,014	6,00 ± 0,014	6,00 ± 0,014
R10	6,33 ± 0,007	6,25 ± 0,014	6,14 ± 0,014	6,06 ± 0,007	5,99 ± 0,007	5,98 ± 0,014
<b>Media</b>	6,34 ± 0,024	6,24 ± 0,020	6,15 ± 0,019	6,13 ± 0,189	6,00 ± 0,011	5,99 ± 0,007

Media ± Error estándar (n = 3)

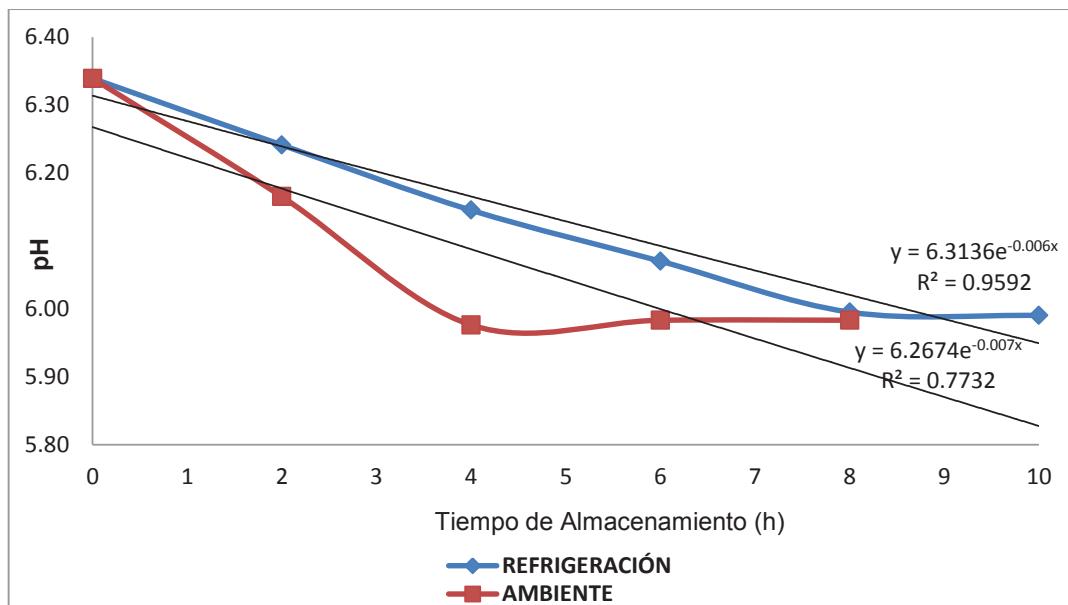
**Tabla 3.12.** pH de los músculos de medias canales almacenadas al ambiente (13,9 °C).

REPET.	t = 0 h	t = 2 h	t = 4 h	t = 6 h	t = 8 h
R1	6,38 ± 0,007	6,20 ± 0,007	6,08 ± 0,007	6,08 ± 0,014	6,09 ± 0,014
R2	6,33 ± 0,007	6,12 ± 0,014	5,94 ± 0,014	5,95 ± 0,007	5,94 ± 0,007
R3	6,31 ± 0,014	6,10 ± 0,007	5,93 ± 0,014	5,95 ± 0,007	5,93 ± 0,007
R4	6,34 ± 0,007	6,20 ± 0,007	6,04 ± 0,014	6,04 ± 0,014	6,05 ± 0,007
R5	6,30 ± 0,007	6,11 ± 0,007	5,94 ± 0,007	5,94 ± 0,007	5,95 ± 0,014
R6	6,36 ± 0,007	6,20 ± 0,014	5,96 ± 0,007	5,97 ± 0,007	5,97 ± 0,014
R7	6,33 ± 0,014	6,20 ± 0,007	5,94 ± 0,007	5,95 ± 0,014	5,94 ± 0,007
R8	6,34 ± 0,014	6,16 ± 0,007	5,93 ± 0,007	5,93 ± 0,007	5,95 ± 0,014
R9	6,37 ± 0,007	6,21 ± 0,014	6,06 ± 0,014	6,07 ± 0,014	6,06 ± 0,007
R10	6,33 ± 0,007	6,15 ± 0,014	5,94 ± 0,007	5,95 ± 0,007	5,95 ± 0,014
<b>Media</b>	6,34 ± 0,024	6,17 ± 0,040	5,98 ± 0,056	5,98 ± 0,054	5,98 ± 0,056

Media ± Error estándar (n = 3)

La reducción de pH de la carne almacenada a temperatura ambiente (13,9 °C) es mucho más rápida que la almacenada bajo refrigeración (3,3 °C). Esto se relaciona con incremento de la velocidad de las reacciones bioquímicas cuando incrementa la temperatura de almacenamiento.

En la Figura 3.16, se puede apreciar que existe una diferencia de 4 h entre las dos condiciones de almacenamiento, lo cual influyó en los índices de producción. Además, en las ecuaciones de la curva, el valor exponencial indica la velocidad de maduración de la carne. Por lo tanto, la mayor velocidad se puede apreciar cuando la carne se almacena a temperatura ambiente con un valor de pH de 0,007.



**Figura 3.16.** Curvas de pH en carne de cuy almacenada a temperaturas de refrigeración (3,3 °C) y ambiente (13,9 °C).

### 3.3. DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL Y SENSORIAL DE LA CARNE DE CUY CURADA Y EMPACADA.

#### 3.3.1. OBTENCIÓN DE CARNE DE CUY CURADA

El proceso para la obtención de las canales se detalla a continuación

- **Oreado**

Una vez obtenidas las canales de cuy cortadas en cuartos, se dejaron orear durante 15 min a temperatura ambiente con el fin de eliminar el exceso de agua (Guambo, 2014, p. 80).

- **Preparación de la solución de curado**

La fórmula para la solución de curado se describe en la Tabla 3.13. Los ingredientes, principalmente especias y vegetales naturales, cerveza nacional y



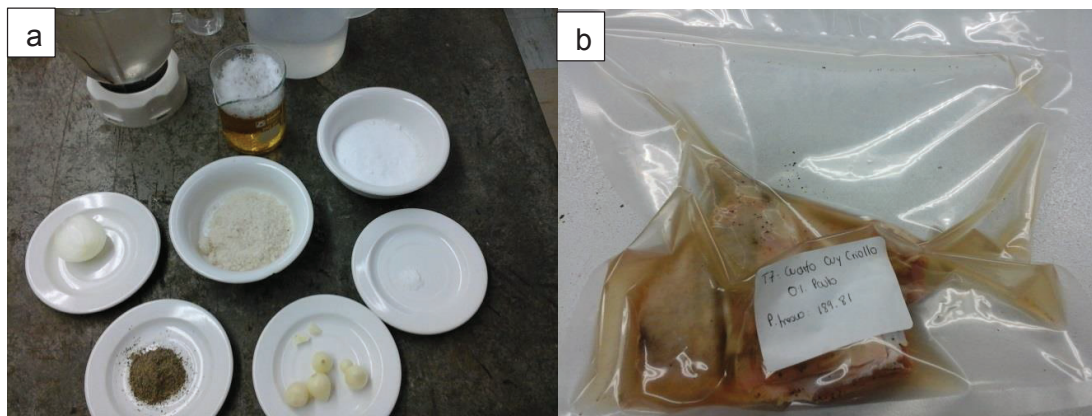
sales de curado compuestas por nitritos y nitratos, con las concentraciones recomendadas por la norma NTE INEN-CODEX 192:2013, fueron triturados y mezclados en una licuadora (INEN, 2013, pp. 91-190).

**Tabla 3.13.** Composición de la solución de curado.

INGREDIENTE	CANTIDAD (g)	PORCENTAJE (%)
Agua Purificada	1800	82,78
Cerveza Industrial	200	9,20
Sal	80	3,68
Azúcar	50	2,30
Ajo	20	0,92
Cebolla perla	20	0,92
Pimienta negra	4	0,18
Nitritos de sodio y potasio	0,4	0,02

(Estrella, 2011, pp. 58-59).

Los cambios realizados a la receta original tuvieron como objetivo mantener el sabor original de la carne de cuy para facilitar su apreciación durante el análisis sensorial. En la Figura 3.17 se muestra la composición de la solución de curado.



**Figura 3.17.** Curado de los cuartos de carne de cuy. a) Ingredientes utilizados en el curado; b) Cuarto de cuy curado y empacado al vacío.

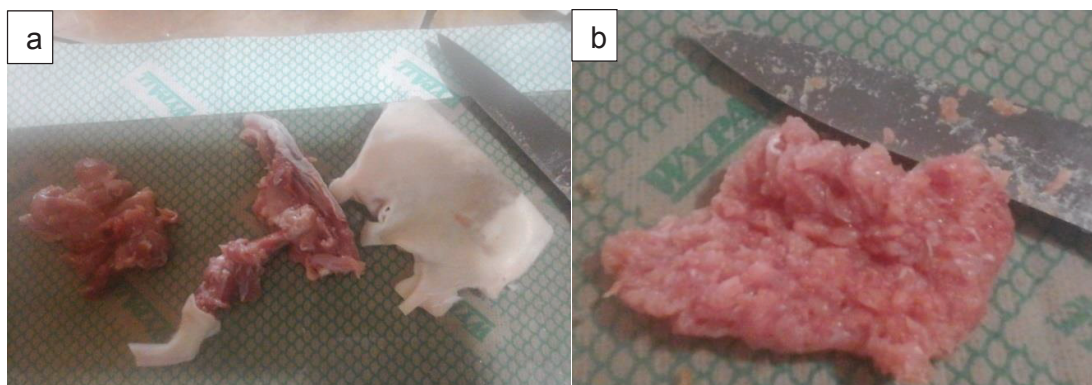
### 3.3.2. DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DE LA CARNE DE CUY CURADA

El análisis del diseño experimental se realizó con base en los parámetros

descritos en la Tabla 3.14. En la Figura 3.18 se muestra la preparación de la muestra, previo el análisis proximal, mediante la separación de los músculos y picado de la carne.

**Tabla 3.14.** Diseño experimental para la composición nutricional de la carne de cuy curada.

Parámetro	Característica
Clase de diseño	Multi-factor Categórico
Número de corridas	16
Factores	Nivel de sustitución (%) Genotipo
Respuestas	Humedad (%) Cenizas (%) Extracto etéreo (%) Proteína (%)



**Figura 3.18.** Preparación de la muestra de carne de cuy picada para el análisis proximal.  
a) Extracción de la parte muscular; b) Carne de cuy triturada.

- **Contenido de humedad**

Los valores del contenido de humedad, corresponden a las observaciones registradas en el análisis de laboratorio. Los resultados y la discusión de la variable humedad están descritos a continuación.

En el análisis de varianza, descrito en la Tabla 3.15 existe un efecto estadísticamente significativo del factor A (nivel de sustitución del pasto Saboya) sobre la variable humedad, con un nivel de confianza del 95 %. Por el contrario, el

factor B (genotipo de los cuyes), cuyo valor-P resultó ser 0,0511, no existe una diferencia significativa en el porcentaje de humedad.

**Tabla 3.15.** Análisis de varianza para el contenido de humedad.

Fuente	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Nivel de sustitución de saboya	3	1,402	4,48	0,0400**
B:Genotipo	1	1,645	5,25	0,0511
Residuos	8	0,313		
Total (corregido)	15			

\*\*= Diferencias significativas

El mayor valor de humedad en la carne se obtuvo en los cuyes criollos, con un promedio de 76,33 % y el menor valor en los mejorados, con un promedio de 75,69 %. La diferencia más significativa de los promedios de humedad en la carne de cuy se presentó en el factor nivel de sustitución del pasto Saboya. Los mayores valores de humedad se obtuvieron en la carne proveniente de animales sometidos a una dieta de 60 % de pasto Saboya + 40 % de balanceado comercial y 20 % de pasto Saboya + 80 % de balanceado comercial con 76,56 % y 76,44 %, respectivamente. Los menores valores de humedad se obtuvieron en la carne proveniente de animales sometidos a una dieta de 40 % de pasto Saboya + 60 % de balanceado comercial y 100 % de balanceado comercial con 75,75 % y 75,31 %, respectivamente.

De acuerdo con Dikeman y Devine (2004), el porcentaje de humedad en la carne de cuy es del 70 % (p. 196). El porcentaje global de humedad encontrado en este estudio fue de 76,01 %. El porcentaje obtenido es superior comparado con el valor encontrado en bibliografía. Una de las características del curado, mediante impregnación en una solución líquida, es el incremento en la humedad hasta un 10 %, por esta razón se puede justificar que, el incremento de humedad en la carne al final del proceso de curado. La humedad mejora la textura y terneza en la carne (Cabrera, 2011, p. 167).

Debido a la existencia de diferencias significativas en el factor de interés A (nivel

de sustitución de Saboya) se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey con un 95 % de confianza.

En la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), para el factor nivel de sustitución de pasto Saboya en la dieta de los cuyes con la variable humedad de la carne curada, descrita en la Tabla 3.16, se puede apreciar que para el factor de nivel de sustitución de pasto Saboya en la dieta de los cuyes se encontraron dos grupos homogéneos.

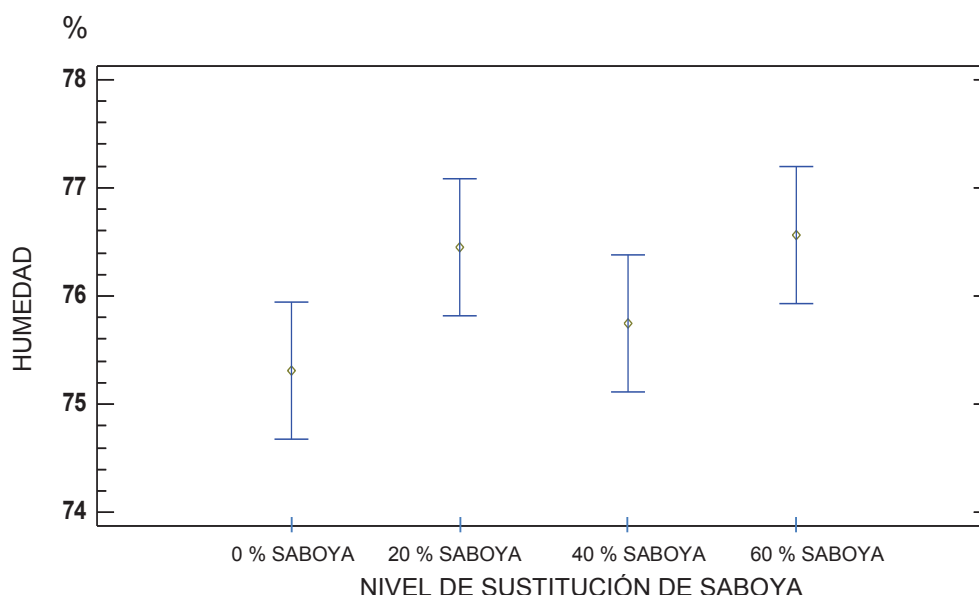
**Tabla 3.16.** Prueba de Tukey para el nivel de sustitución de pasto con respecto a la variable humedad.

<b>Nivel de sustitución</b>	<b>Humedad (%)</b>
0 % Saboya (Entre criollo y mejorado)	75,31 <sup>a</sup> ± 0,35
20 % Saboya (Entre criollo y mejorado)	76,45 <sup>b</sup> ± 0,75
40 % Saboya (Entre criollo y mejorado)	75,75 <sup>ab</sup> ± 0,23
60 % Saboya (Entre criollo y mejorado)	76,56 <sup>b</sup> ± 0,99

Media ± Error estándar (n = 2)

El primer grupo corresponde a una alimentación de los cuyes con 100 % de balanceado comercial, obteniéndose el menor porcentaje de humedad, con un 75,31 %; el segundo grupo, que está entre los dos grupos, a y b, corresponde a una alimentación de los cuyes con 40 % de pasto Saboya y 60 % de balanceado comercial, cuyo porcentaje de humedad en la carne registró un 75,75 %; el tercer grupo le corresponden a los cuyes alimentados con 20 % de pasto Saboya + 80 % de balanceado comercial y 60 % de pasto Saboya + 40 % de balanceado comercial, cuyos porcentajes de humedad en la carne registraron valores de 76, %, respectivamente. En la Figura 3.19 se aprecian los grupos y su relación.

En General, se puede apreciar que existe una tendencia en el incremento de humedad con respecto al incremento en el porcentaje de pasto Saboya en la dieta; sin embargo, el contenido de humedad entre las dietas del 20 % de pasto Saboya y 60 % de pasto Saboya es similar. El contenido de humedad en la carne es inversamente proporcional al contenido de grasa, esto se explica en la sección, contenido de grasa.



**Figura 3.19.** Medias de humedad vs. Nivel de sustitución de Saboya

- **Contenido de cenizas**

Los valores de contenido de cenizas, corresponden a las observaciones registradas en los análisis de laboratorio. Los resultados y la discusión de la variable cenizas presentes en la carne están descritos a continuación.

En el análisis de varianza, descrito en la Tabla 3.17, existe un efecto estadísticamente significativo para el factor A (nivel de sustitución del pasto Saboya) sobre el contenido de cenizas, con un nivel de confianza del 95 %.

**Tabla 3.17.** Análisis de varianza para el contenido de cenizas.

Fuente	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:nivel de sustitución de saboya	3	0,0229	29,10	0,0001**
B:Genotipo	1	0,0042	5,37	0,0500
Residuos	8	0,0008		
Total (corregido)	15			

\*\*= Diferencias significativas

De acuerdo con Dikeman y Devine (2014), el porcentaje de cenizas en la carne de cuy es del 1 % (p. 196). El porcentaje global encontrado al final del análisis fue de

1,77 %, este valor resultó ser superior comparado con el valor encontrado en bibliografía. Una de las características del curado es el aporte de minerales provenientes de los compuestos de la solución curante, presentes en las sales y especias utilizadas; por esta razón, se puede justificar el incremento en el porcentaje de cenizas (Cabrera, 2011, p. 167).

Se presentaron diferencias significativas en los promedios del porcentaje de cenizas en la carne de cuy, en el factor A (nivel de sustitución del pasto Saboya).

Para el factor A (nivel de sustitución del pasto Saboya), el mayor valor de cenizas en la carne se obtuvo en los cuyes alimentados con una dieta de 60 % de pasto Saboya + 40 % balanceado comercial con 1,86 %; seguido por los valores registrados en carne de cuyes alimentados con 100 % balanceado comercial y 40 % de pasto Saboya + 60 % balanceado comercial con valores de 1,78 % y 1,77 %, respectivamente. El menor valor se presentó en los cuyes sometidos a una dieta con 20 % de pasto Saboya + 80 % balanceado comercial con 1,67 %.

Con respecto al factor B (genotipo), en la carne de cuyes mejorados se obtuvo el mayor contenido de cenizas, con un promedio de 1,78 %, mientras que el menor contenido se presentó en los cuyes criollos, con un promedio de 1,75 %, de modo que el porcentaje de cenizas con respecto al genotipo es estadísticamente similar.

Debido a la existencia de diferencias significativas en el factor A (nivel de sustitución de Saboya) se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey con un 95 % de confianza.

En la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), el factor nivel de sustitución de pasto Saboya en la dieta de los cuyes con la variable porcentaje de cenizas en la carne curada, descrita en la Tabla 3.18, se encontraron 3 grupos homogéneos.

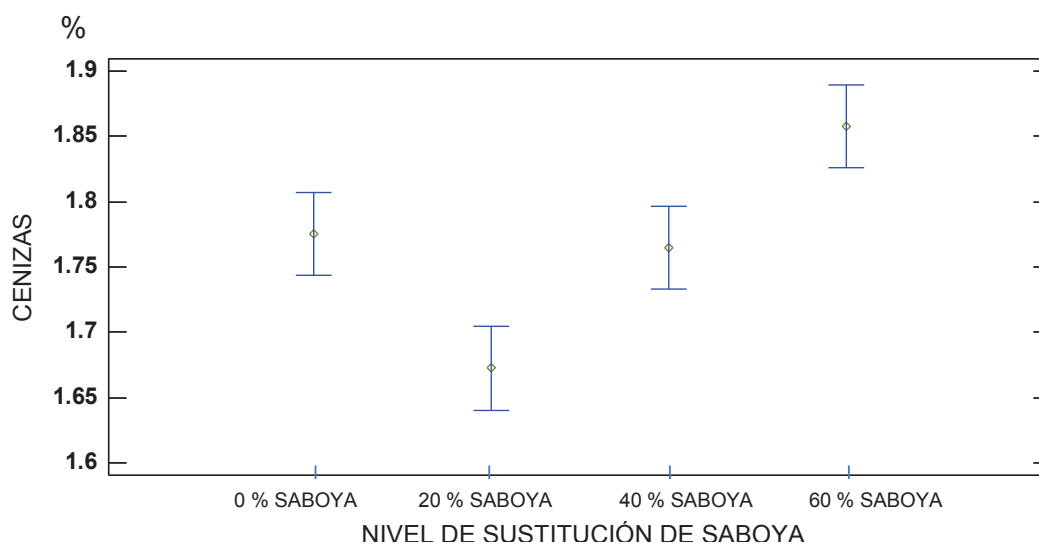
El primer grupo corresponde a una alimentación de los cuyes con 20 % pasto Saboya + 80 % balanceado comercial, obteniéndose el menor porcentaje de cenizas en la carne con 1,67 %. El segundo grupo, corresponde a los cuyes

alimentados bajo las dietas de 40 % pasto Saboya + 60 % balanceado comercial y 100 % balanceado comercial, cuyos valores de ceniza en la carne fueron de 1,77 % y 1,78 %, respectivamente. El tercer grupo corresponden a los cuyes alimentados con 60 % pasto Saboya + 40 % balanceado comercial, obteniéndose el mayor porcentaje de cenizas en la carne con 1,86 %. En la Figura 3.20, se aprecian los grupos y su relación.

**Tabla 3.18.** Prueba de Tukey para el nivel de sustitución de pasto con respecto al porcentaje de cenizas.

Nivel de sustitución	Cenizas (%)
0 % Saboya (Entre criollo y mejorado)	1,78 <sup>b</sup> ±0,108
20 % Saboya (Entre criollo y mejorado)	1,67 <sup>a</sup> ±0,050
40 % Saboya (Entre criollo y mejorado)	1,77 <sup>b</sup> ±0,096
60 % Saboya (Entre criollo y mejorado)	1,86 <sup>c</sup> ±0,035

Media ± Error estándar (n = 2)



**Figura 3.20.** Medias de contenido de cenizas vs. Nivel de sustitución de Saboya.

- **Contenido de extracto etéreo**

Los valores de contenido de extracto etéreo, corresponden a las observaciones registradas en los análisis de laboratorio. Los resultados y la discusión de la variable porcentaje de extracto etéreo presentes en la carne están descritos a continuación.

En el análisis de varianza, descrito en la Tabla 3.19 existe un efecto estadísticamente significativo para el factor A (nivel de sustitución del pasto Saboya) y para el factor B (genotipo) sobre la variable porcentaje de extracto etéreo con un nivel de confianza del 95 %.

**Tabla 3.19.** Análisis de varianza para el factor extracto etéreo.

Fuente	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Nivel de sustitución de saboya	3	1,716	88,25	0,0000**
B:Genotipo	1	2,714	139,60	0,0000**
Residuos	8	0,019		
Total (corregido)	15			

\*\*= Diferencias significativas

De acuerdo con Dikeman y Devine, el porcentaje de extracto etéreo en la carne de cuy es del 8 %. El porcentaje global encontrado al final de este estudio fue de 2,03 %. El porcentaje obtenido fue inferior comparado con el valor encontrado en bibliografía (2014, p. 196). El contenido de grasa en los animales varía con respecto a la edad, por esta razón se justifica el incremento en el contenido de grasa, debido a que los cuyes utilizados en este estudio poseen una edad de 12 semanas, que es relativamente temprana (Carvajal, 2001, p. 10).

Se presentaron diferencias significativas en los promedios del porcentaje de extracto etéreo en la carne de cuy, tanto en el factor A (nivel de sustitución del pasto Saboya) como para el factor B (genotipo).

Dentro del factor A (nivel de sustitución del pasto Saboya), el mayor valor de cenizas en la carne se obtuvo en los cuyes alimentados con una dieta de 40 % de pasto Saboya + 60 % balanceado comercial con 2,44 %; seguido por los valores registrados en carne de los cuyes alimentados con 100 % balanceado comercial y 60 % de pasto Saboya + 40 % balanceado comercial con valores de 2,37 % y 2,27 %, respectivamente. El menor valor se presentó en los cuyes sometidos a una dieta con 20 % de pasto Saboya + 80 % balanceado comercial con 1,05 %.



Con respecto al factor B (genotipo), el mayor valor de porcentaje del extracto etéreo en la carne se obtuvo en los cuyes mejorados con un promedio de 2,44 % y el menor valor en los criollos con un promedio de 1,62 %.

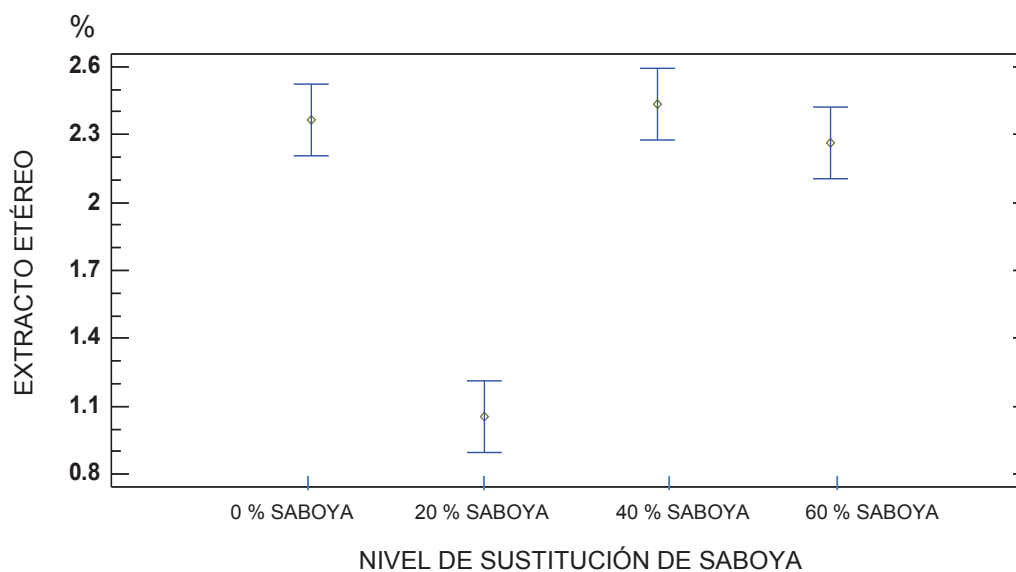
Debido a la existencia de diferencias significativas en los factores A (nivel de sustitución de Saboya) y B (genotipo) se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey con un 95 % de confianza.

En la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), el factor nivel de sustitución de pasto Saboya en la dieta de los cuyes con la variable contenido de extracto etéreo en la carne curada, descrita en la Tabla 3.20, se encontraron 2 grupos homogéneos. En la Figura 3.21 se aprecian los grupos y su relación.

**Tabla 3.20.** Prueba de Tukey para el nivel de sustitución de pasto con respecto al contenido de extracto etéreo.

Nivel de sustitución	Extracto etéreo (%)
0 % Saboya (Entre criollo y mejorado)	2,37 <sup>b</sup> ±0,50
20 % Saboya (Entre criollo y mejorado)	1,05 <sup>a</sup> ±0,04
40 % Saboya (Entre criollo y mejorado)	2,44 <sup>b</sup> ±0,36
60 % Saboya (Entre criollo y mejorado)	2,27 <sup>b</sup> ±0,83

Media ± Error estándar (n=2)



**Figura 3.21.** Medias de contenido de extracto etéreo vs. Nivel de sustitución de Saboya.

El primer grupo corresponde a una alimentación de los cuyes con 20 % de pasto Saboya + 80 % de balanceado comercial, obteniéndose el menor porcentaje de extracto etéreo en la carne con 1,05 %; debido a esta combinación. El segundo grupo, corresponde a los cuyes alimentados bajo las dietas de; 60 % de pasto Saboya + 40 % de balanceado comercial, 100 % de balanceado comercial y 40 % de pasto Saboya + 60 % de balanceado comercial cuyos valores de extracto etéreo en la carne fueron de 2,27 %, 2,37 % y 2,44 %, respectivamente.

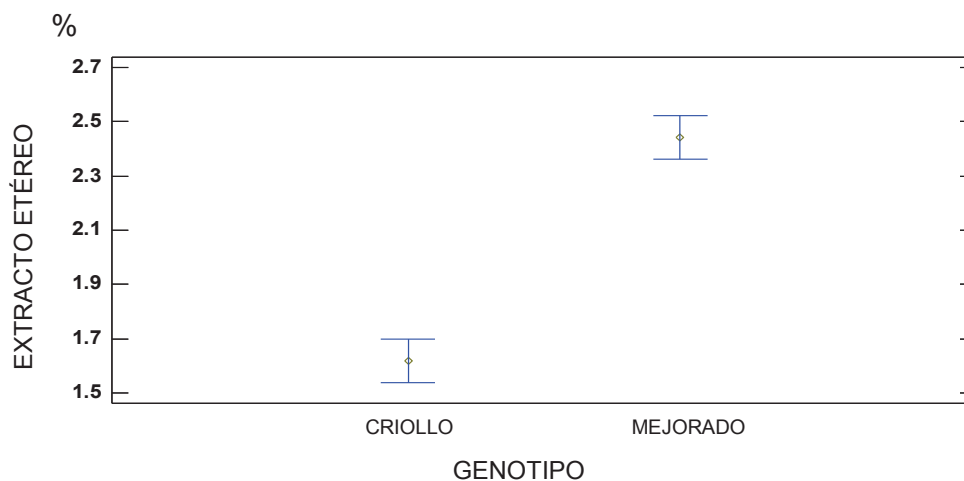
En la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), para el factor genotipo de los cuyes con la variable contenido de extracto etéreo en la carne curada, descrita en la Tabla 3.21, se puede apreciar se encontraron 2 grupos homogéneos.

**Tabla 3.21.** Prueba de Tukey para el genotipo con respecto a la variable contenido de extracto etéreo.

Genotipo	Extracto etéreo (%)
Criollo (Entre 0, 20, 40 y 60 % Saboya)	1,62 <sup>a</sup> ±0,415
Mejorado (Entre 0, 20, 40 y 60 % Saboya)	2,44 <sup>b</sup> ±0,816

Media ± Error estándar (n = 2)

El primer grupo corresponde a los cuyes criollos, donde se obtuvo el menor porcentaje de extracto etéreo en la carne con 1,62 %. En el segundo grupo se obtuvo el mayor porcentaje de extracto etéreo en la carne con 2,44 %. En la Figura 3.22 se aprecian los grupos y su relación.



**Figura 3.22.** Medias de contenido de extracto etéreo vs. Genotipo de cuyes.

- **Contenido de proteína**

Los valores de contenido de proteína, corresponden a las observaciones registradas en los análisis de laboratorio. Los resultados y la discusión de la variable contenido de proteína presente en la carne están descritos a continuación.

En el análisis de varianza, descrito en la Tabla 3.22 no existen efectos estadísticamente significativos en ninguno de los factores sobre la variable porcentaje de proteína presente en la carne con un nivel de confianza del 95 %.

**Tabla 3.22.** Análisis de varianza para el factor contenido de proteína.

Fuente	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Nivel de sustitución de saboya	3	1,55	3,99	0,0521
B:Genotipo	1	0,07	0,17	0,6904
Residuos	8	0,39		
Total (corregido)	15			

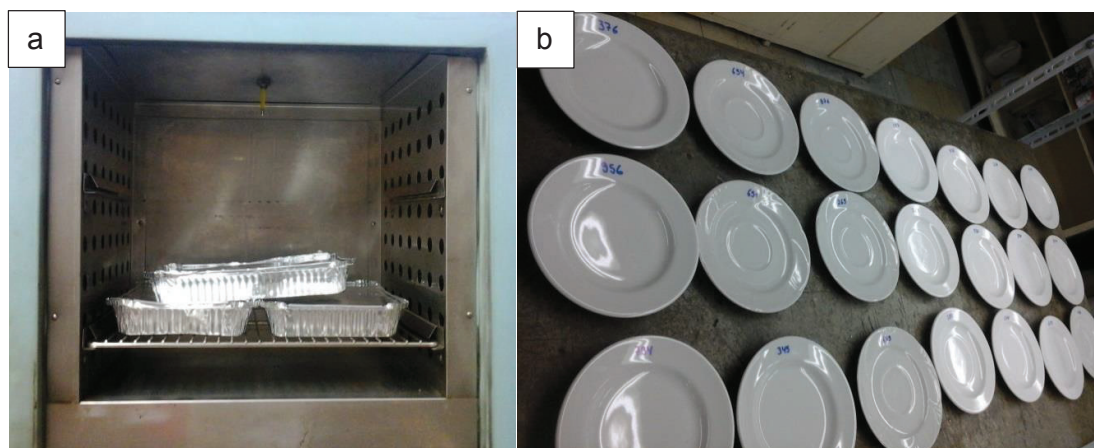
De acuerdo con Dikeman y Devine, el porcentaje de proteína en la carne de cuy es del 21 %. El porcentaje global encontrado al final de este análisis fue de 20,36 %. El porcentaje de proteína obtenido en la carne de cuy es similar al valor encontrado en bibliografía, por lo que en ninguna de las dietas se observan diferencias, debido a esto se puede apreciar que los tratamientos no influyen en el contenido de proteína de la carne (2014, p. 196).

### 3.3.3. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD SENSORIAL DE LA CARNE DE CUY CURADA

En análisis sensorial se realizó con el objeto de determinar la calidad de la carne siguiendo un diseño estandarizado de cuadros latinos incompletos. La prueba de evaluación sensorial realizado a los panelistas se detalla en el Anexo VII.

Para este análisis se omitió el tratamiento que posee 0% de pasto Saboya con cuy criollo porque el objetivo de esta investigación es determinar el porcentaje de pasto que puede reemplazarse en una alimentación mixta a nivel industrial.

Las muestras de carne de cuy curada utilizadas en la evaluación fueron sometidas a un proceso de horneado durante 45 min a 180 °C. Todas las muestras estuvieron almacenadas en una estufa de aire forzado a 40 °C para estandarizar la temperatura de servicio (Crespo, 2012, p. 51). En la Figura 3.23 se aprecia el almacenamiento y rotulación de los platos donde se ubicaron las muestras.



**Figura 3.23.** Preparación de Muestras. A: Almacenamiento de muestras en la estufa;  
B: Rotulación de platos para entrega de muestras.

De acuerdo con el diseño estandarizado de cuadros latinos incompletos con 7 tratamientos y 3 repeticiones, fue necesario el reclutamiento de un panel conformado por 7 miembros quienes analizaron las muestras por triplicado durante tres días consecutivos, en el horario comprendido entre las 09h00 y 11h00 (Cochran y Cox, 2008, p. 569).

Los panelistas previamente entrenados recibieron 3 muestras 50 g, codificadas con cifras de tres dígitos al azar y dispuestas en platos completamente blancos. Como agentes neutralizantes se suministró agua y pan blanco a fin de evitar la saturación de los sentidos. Adicionalmente, en cada cabina de evaluación se dispuso de luz roja, un recipiente para desperdicios, cubiertos y servilletas para

facilitar la evaluación. En la Figura 3.24 se muestra la preparación de las cabinas y la evaluación de las muestras (Costell, 2003, p. 6).



**Figura 3.24.** Análisis sensorial de carne de cuy. A: Preparación de una cabina; B: Evaluación de las muestras.

La distribución de las muestras a cada panelista de acuerdo con el diseño de cuadro latino incompleto se detalla en la Tabla 3.23.

**Tabla 3.23.** Diseño estandarizado de cuadros latinos incompletos con 7 tratamientos y 3 repeticiones.

Tratamiento (% PASTO : RAZA)	Repeticiones		
	I	II	III
T1 (20 : 1)	Panelista N°. 7	Panelista N°. 1	Panelista N°. 3
T2 (20 : 2)	Panelista N°. 1	Panelista N°. 2	Panelista N°. 4
T3 (40 : 1)	Panelista N°. 2	Panelista N°. 3	Panelista N°. 5
T4 (40 : 2)	Panelista N°. 3	Panelista N°. 4	Panelista N°. 6
T5 (60 : 1)	Panelista N°. 4	Panelista N°. 5	Panelista N°. 7
T6 (60 : 2)	Panelista N°. 5	Panelista N°. 6	Panelista N°. 1
T8 (0 : 2)	Panelista N°. 6	Panelista N°. 7	Panelista N°. 2

(Cochran y Cox, 2008, p. 569)

Los atributos evaluados durante el análisis sensorial fueron; la presencia de olor característico, la presencia de olores extraños, textura, jugosidad, presencia de sabor característico y presencia de sabores extraños mediante escalas continuas de 10 cm de longitud. En las escalas se especificó que el lado izquierdo se relaciona con la menor intensidad y el derecho con mayor intensidad (Flores, 2013, pp. 8-10).

El análisis del diseño experimental se realizó con base en los parámetros descritos en la Tabla 3.24.

**Tabla 3.24.** Diseño experimental para el análisis sensorial de la carne de cuy.

<b>Parámetro</b>	<b>Características</b>
Clase de diseño	Factor Categórico Individual
Número de corridas	21
Factores	Tratamientos (7 niveles)
Respuestas	Olor característico Presencia de olores extraños Textura Jugosidad Olor característico Presencia de olores extraños

- **Olor característico**

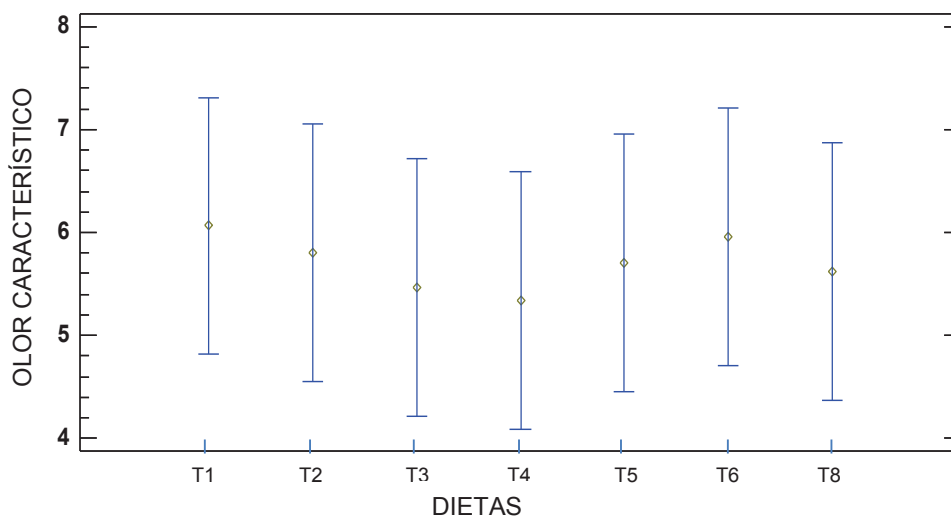
Los valores corresponden a las observaciones registradas por los panelistas en las hojas de evaluación durante el análisis sensorial. Los resultados y la discusión del atributo olor característico están descritos a continuación.

En el análisis de varianza, descrito en la Tabla 3.25 no existe una diferencia estadísticamente significativa en el atributo olor característico, debido a que el valor P es mayor o igual que 0,05.

**Tabla 3.25.** Análisis de varianza para el atributo olor característico.

<b>Fuente</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	6	0,2011	0,10	0,9953
Intra grupos	14	2,0397		
Total (Corr.)	20			

En la Figura 3.25 se puede observar gráficamente que no existen diferencias significativas. Las líneas paralelas que representan la desviación estándar de cada una de las muestras no varían con respecto a la dieta suministrada a cada uno de los cuyes.



**Figura 3.25.** Medias de olor característico para los tratamientos de estudio.

Los mejores valores referentes al olor característico se presentaron en los cuyes mejorados alimentados con 100 % balanceado comercial y en cuyes criollos alimentados con 60 % pasto Saboya + 40 % balanceado comercial por poseer las mayores atribuciones determinadas por los panelistas durante la evaluación.

- **Presencia de olores extraños**

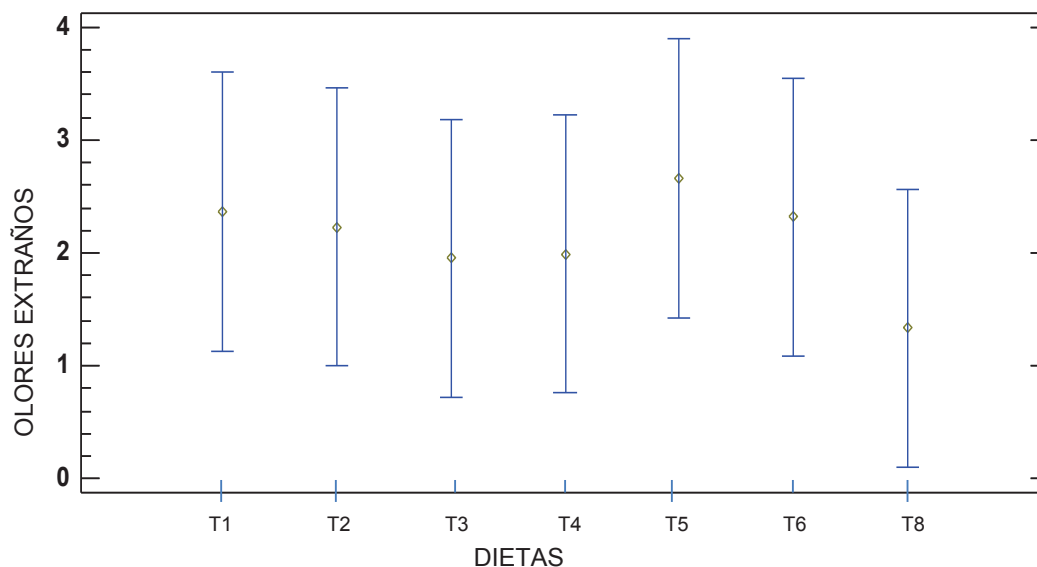
Los valores corresponden a las observaciones registradas por los panelistas en las hojas de evaluación durante el análisis sensorial. Los resultados y la discusión para el atributo presencia de olores extraños están descritos a continuación.

En el análisis de varianza, descrito en la Tabla 3.26 no existe una diferencia estadísticamente significativa en el atributo presencia de olores extraños, debido a que el valor P es mayor o igual que 0,05.

**Tabla 3.26.** Análisis de varianza para el atributo presencia de olores extraños.

Fuente	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	6	0,536	0,27	0,9420
Intra grupos	14	1,986		
Total (Corr.)	20			

En la Figura 3.26 se puede observar que no existen diferencias significativas para el atributo presencia de olores extraños. Las líneas paralelas que representan la desviación estándar de cada una de las muestras, no varían con respecto a la dieta suministrada a cada uno de los cuyes.



**Figura 3.26.** Medias de olores extraños vs. Tratamientos de estudio.

El mejores valores referentes al atributo presencia de olores extraños se presentaron en los cuyes mejorados alimentados con 60 % pasto Saboya + 40 % balanceado comercial por poseer la menor atribución determinada por los panelistas durante la evaluación.

- **Sabor característico**

Los valores corresponden a las observaciones registradas por los panelistas en las hojas de evaluación durante el análisis sensorial. Los resultados y la discusión para el atributo sabor característico están descritos a continuación.

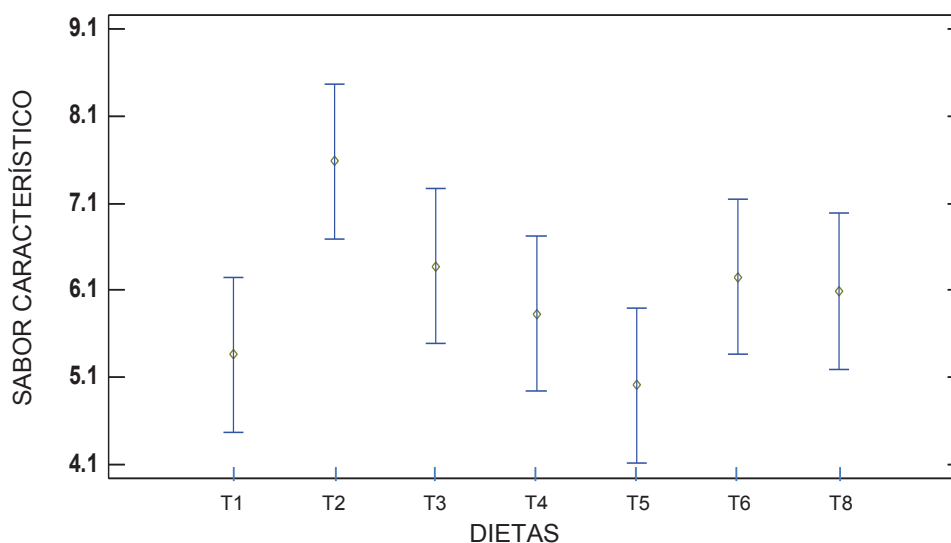
En el análisis de varianza, descrito en la Tabla 3.27 no existe una diferencia estadísticamente significativa para el atributo sabor característico, debido a que el valor P es mayor o igual que 0,05.



**Tabla 3.27.** Análisis de varianza para el atributo sabor característico.

Fuente	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	6	2,042	1,97	0,1392
Intra grupos	14	1,038		
Total (Corr.)	20			

En la Figura 3.27 se puede comprobar que no existen diferencias significativas para el atributo sabor característico. Las líneas paralelas que representan la desviación estándar de cada una de las muestras, no varían con respecto a la dieta suministrada a cada uno de los cuyes.

**Figura 3.27.** Medias del sabor característico vs. Tratamientos de estudio.

El mejor valor referente al atributo de sabor característico se presentó en los cuyes criollos alimentados con 20 % pasto Saboya + 80 % balanceado comercial, por poseer las mayores atribuciones determinadas por los panelistas durante la evaluación.

- **Textura (dureza)**

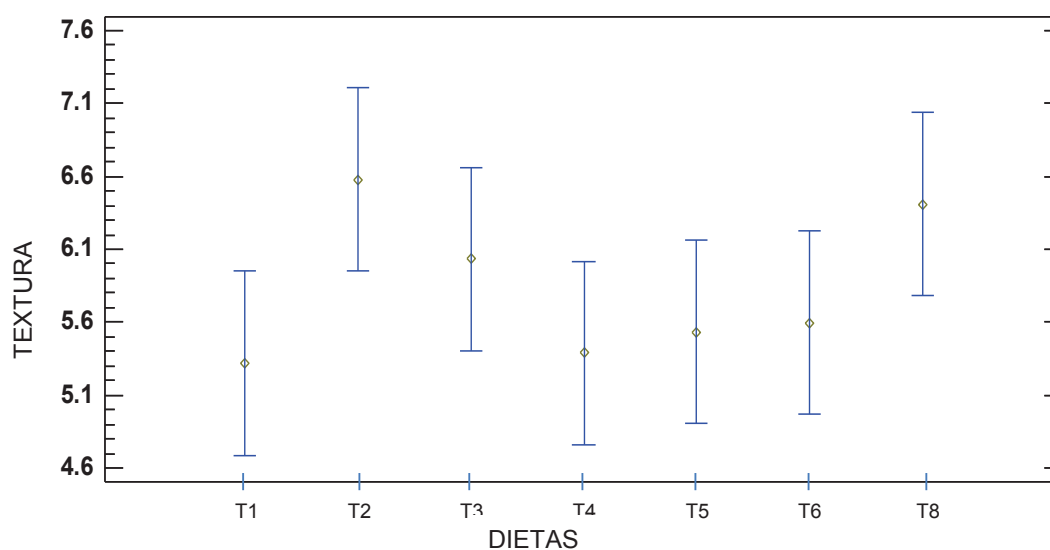
Los valores corresponden a las observaciones registradas por los panelistas en las hojas de evaluación durante el análisis sensorial. Los resultados y la discusión para el atributo textura están descritos a continuación.

En el análisis de varianza, descrito en la Tabla 3.28 no existe una diferencia estadísticamente significativa para el atributo textura, debido a que el valor P es mayor o igual que 0,05.

**Tabla 3.28.** Análisis de varianza para el atributo textura.

Fuente	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	6	0,766	1,49	0,2527
Intra grupos	14	0,515		
Total (Corr.)	20			

En la Figura 3.28 se puede verificar que no existen diferencias significativas para el atributo textura. Las líneas paralelas que representan la desviación estándar de cada una de las muestras, no varían con respecto a la dieta suministrada a cada uno de los cuyes.



**Figura 3.28.** Medias de textura vs. Tratamientos de estudio.

Los 3 mejores valores referentes al atributo de textura se presentaron en los cuyes mejorados alimentados con 100 % balanceado comercial; en los cuyes criollos alimentados con 40 % pasto Saboya + 60 % balanceado comercial y en los cuyes mejorados alimentados con 40 % pasto Saboya + 60 % balanceado

comercial, respectivamente. La selección se basó en las menores atribuciones determinadas por los panelistas durante la evaluación.

- **Jugosidad**

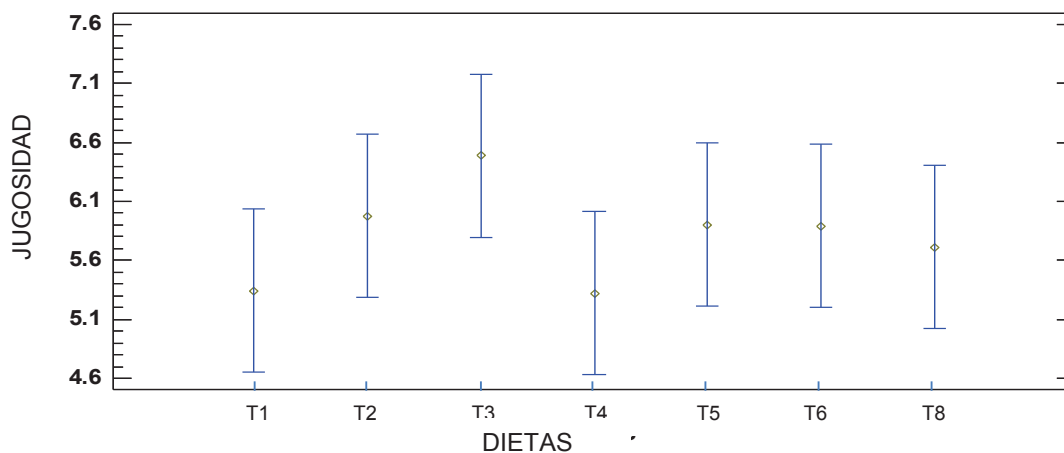
Los valores corresponden a las observaciones registradas por los panelistas en las hojas de evaluación durante el análisis sensorial. Los resultados y la discusión del atributo jugosidad están descritos a continuación.

En el análisis de varianza, descrito en la Tabla 3.29 no existe una diferencia estadísticamente significativa para el atributo jugosidad, debido a que el valor P es mayor o igual que 0,05.

**Tabla 3.29.** Análisis de varianza para el atributo jugosidad.

Fuente	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	6	0,482275	0,78	0,6024
Intra grupos	14	0,622119		
Total (Corr.)	20			

En la Figura 3.29 se puede observar que no existen diferencias significativas para el atributo jugosidad. Las líneas paralelas que representan la desviación estándar de cada una de las muestras, no varían con respecto a la dieta suministrada a cada uno de los cuyes.



**Figura 3.29.** Medias de jugosidad de la carne vs. Tratamientos de estudio.

Los dos mejores valores referentes al atributo de jugosidad se presentaron en los cuyes mejorados alimentados con 20 % pasto Saboya + 80 % balanceado comercial y en los cuyes criollos alimentados con 20 % pasto Saboya + 80 % balanceado comercial, por poseer las mayores atribuciones determinadas por los panelistas durante la evaluación.

- **Presencia de sabores extraños**

Los valores corresponden a las observaciones registradas por los panelistas en las hojas de evaluación durante el análisis sensorial. Los resultados y la discusión del atributo presencia de sabores extraños están descritos a continuación.

En el análisis de varianza, descrito en la Tabla 3.30 no existe una diferencia estadísticamente significativa para el atributo presencia de sabores extraños, debido a que el valor P es mayor o igual que 0,05.

**Tabla 3.30.** Análisis de varianza para el atributo presencia de sabores extraños.

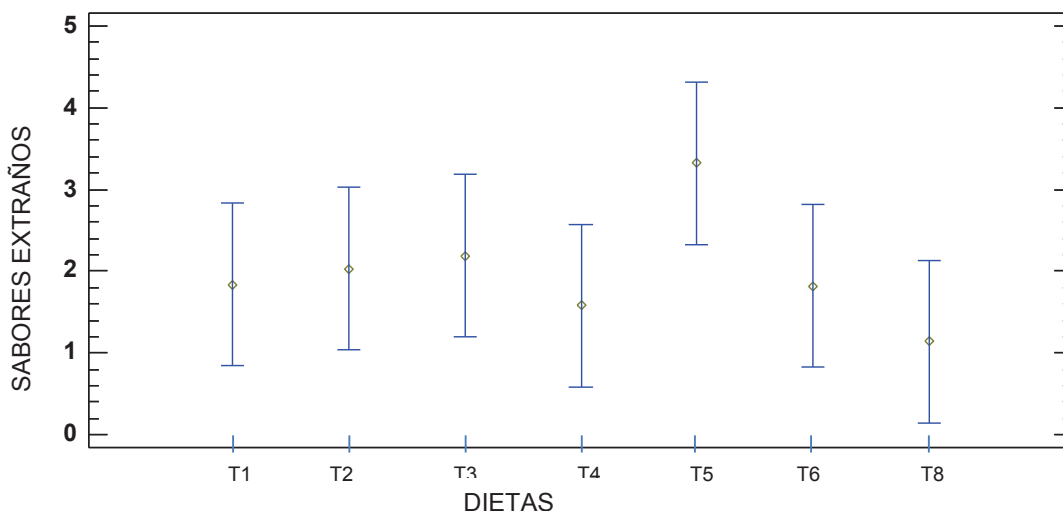
<b>Fuente</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	6	1,378	1,07	0,4234
Intra grupos	14	1,284		
Total (Corr.)	20			

En la Figura 3.30 se puede verificar que no existen diferencias significativas para el atributo presencia de sabores extraños. Las líneas paralelas que representan la desviación estándar de cada una de las muestras, no varían con respecto a la dieta suministrada a cada uno de los cuyes.

El mejor valor referente al atributo de sabores extraños se presentó en los cuyes mejorados alimentados con 60 % pasto Saboya + 40 % balanceado comercial, por poseer las menores atribuciones determinadas por los panelistas durante la evaluación.

Del análisis organoléptico, el mejor olor y sabor característico se presentó en los cuyes criollos, alimentados con 60 % pasto Saboya + 40 % balanceado comercial;

el mejor valor en presencia de olores extraños se presentó en los cuyes mejorados, alimentados con 60 % pasto Saboya + 40 % balanceado comercial; la mejor textura se presentó en los cuyes criollos, alimentados con 40 % pasto Saboya + 60 % balanceado comercial; la mejor jugosidad se mostró en los cuyes criollos, alimentados con 40 % pasto Saboya + 60 % balanceado comercial y la menor presencia de sabores extraños se presentó en los cuyes mejorados, alimentados con 60 % pasto Saboya + 40 % balanceado comercial. En general los mejores resultados se obtuvieron en los cuyes criollos, pero en los cuyes mejorados con respecto a presencia de sabores y olores extraños se obtuvieron en los cuyes mejorados, por esta razón se seleccionó al tratamiento de cuyes mejorados alimentados con 60 % pasto Saboya y 40 balanceado comercial, como el mejor.



**Figura 3.30.** Medias de presencia de sabores extraños vs. Tratamientos de estudio.

### **3.4. DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA OBTENCIÓN DE LA CARNE DE CUY CURADA Y EMPACADA.**

El diseño de la planta para la obtención de carne de cuy curada y empacada se basa en la secuencia de procesos para la obtención y procesamiento de la carne. A continuación se describe el diseño.

### **3.4.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO**

El producto terminado es carne de cuy tipo exportación. Corresponde a una canal sin cabeza y patas, cortada en forma longitudinal y transversal a fin de obtener dos cuartos delanteros y dos posteriores. Los cuartos son sometidos a un proceso de curado y aromatizado con especias naturales y licores nacionales (cerveza). Finalmente, el producto es empacado al vacío y etiquetado (INDECOPI, 2006).

Los animales utilizados para la obtención de la carne de cuy son sometidos a un proceso de faenamiento conforme lo estipulado en la NTE-INEN 1 218 para el faenamiento de animales de abasto (INEN, 1985, pp. 1-2).

### **3.4.2. CAPACIDAD Y LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA**

La determinación de la capacidad de producción de la planta se basó en el estudio de mercado realizado para un proyecto de exportación de carne de cuy COABIS Internacional, realizado por Rodríguez, en el cual se encontró que los requerimientos de carne de cuy tipo exportación en países asiáticos (Corea y Japón) y en Norte América (Estados Unidos) son de 30 000 animales por semana. En la actualidad, debido a la gran cantidad de animales requeridos, se observa que la demanda de carne de cuy es insatisfecha y que necesita ser cubierta (Rodríguez, 2011, p. 2).

En el III Censo de cuyes del INEC se determinó que, el consumo de carne de cuy en el Ecuador es de 13 000 000 de animales anualmente, con 1,2 kg de peso promedio (INEC, 2012).

La capacidad de producción de la planta está diseñada para faenar 50 000 cuyes semanales. Inicialmente la planta procesará 30 000 cuyes semanales para cubrir los requeridos del mercado externo.

### 3.4.2.1. Macrolocalización

Para la macrolocalización se realizó un análisis ponderado para dos lugares; Santo Domingo de los Tsáchilas y Riobamba; ubicados en la Costa y Sierra, respectivamente. Estos lugares cuentan con recursos naturales para la cría de cuyes y el abastecimiento de los servicios básicos requeridos para la planta de producción de carne de cuy curada. Para la selección del lugar de la planta se evaluaron los dos lugares por medio de los siguientes factores:

- **Materia prima:** Existen criaderos de cuy y condiciones adecuadas en las dos provincias propuestas. Sin embargo las condiciones de crianza son diferentes, en la región Costa se realiza en jaulas alejados de piso, mientras que en la Sierra en pozas a nivel del suelo.
- **Cercanía al Mercado:** Los puntos de embarque están relativamente cerca de la planta de producción. Debido a que es un producto de exportación, Santo Domingo está cerca del puerto marítimo de Manta, mientras que para Riobamba el puerto Marítimo de Guayaquil es el más cercano.
- **Energía:** En las dos provincias existe un adecuado suministro de energía.
- **Condiciones climáticas:** El clima será un punto importante para la crianza de los cuyes, en el trópico la crianza es rápida, mientras que en climas templados, el frío estresa a los animales.
- **Suministros de Agua:** En Santo Domingo y Riobamba existen abundantes recursos hídricos, como son pozos, ríos etc.
- **Mano de obra:** Santo Domingo es una provincia que se identifica principalmente como una zona agrícola – ganadera. Por lo tanto no existiría una competencia por la fuerza laboral; por lo que la instalación de la planta de Cuyes Marinados generará fuentes de empleo. Riobamba, tendría menos mano de obra disponible ya que existe migración de mano de obra hacia las grandes ciudades aledañas.

- **Facilidades de Transporte:** El Ecuador cuenta con vías de acceso de primer orden en las dos provincias.

En la Tabla 3.31 se muestra la ponderación realizada a cada uno de los factores de mayor relevancia antes descritos con el fin de determinar el lugar más adecuado para la ubicación de la planta de producción de carne de cuy curada. Como resultado se obtuvo que el lugar más idóneo para implementar la planta de producción en la provincia de Santo domingo de los Tsáchilas, cuyo valor ponderado es mayor.

**Tabla 3.31.** Ponderación de factores de relevancia para la ubicación de la planta.

Factor de relevante	Ponderación	A		B	
		Calificación	Calificación Ponderada	Calificación	Calificación Ponderada
Materia prima	35	32	1 120	33	1 155
Condiciones climáticas	20	19	380	15	300
Cercanía al mercado	15	14	210	12	180
Mano de obra	20	18	360	16	320
Suministro de agua	5	4	20	4	20
Suministro de energía	5	4	20	4	20
<b>Total</b>	100		<b>2 110</b>		1 995

En la Figura 3.31 se muestra la macro-localización de la planta procesadora de carne de cuy curada. El lugar donde se ubicará el proyecto se encuentra en una zona rural, ubicada región Costa, dentro de provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.



**Figura 3.31.** Macro-localización de la planta.



Las características de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas se detallan en la Tabla 3.32.

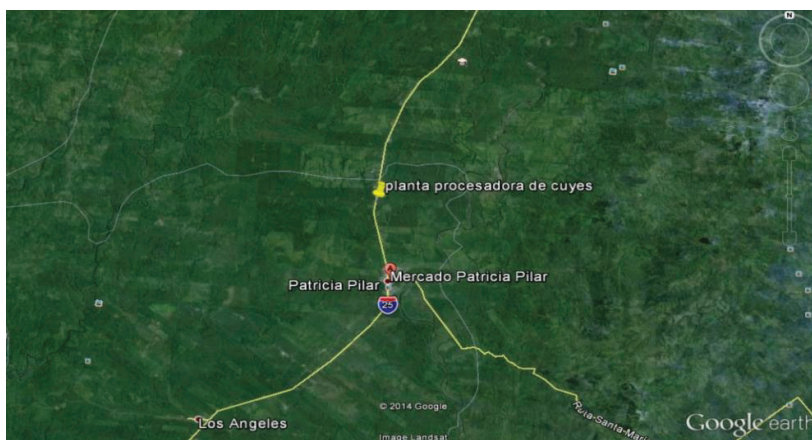
**Tabla 3.32.** Características del lugar donde se construirá la planta.

<b>Altitud promedio</b>	668 msnm
<b>Temperatura promedio</b>	23 °C
<b>Precipitación anual</b>	2 658 mm / año

(CLIMATE-DATA, 2016)

### 3.4.2.2. Microlocalización

La microlocalización de la planta procesadora de carne de cuy curada se muestra en la Figura 3.32. El lugar donde se ubicará el proyecto se encuentra en el km 20 de la vía Santo Domingo – Quevedo, en el cantón Patricia Pilar. El área disponible para la construcción es de 2 ha y está ubicado dentro de una zona industrial.



**Figura 3.32.** Micro-localización de la planta.

### 3.4.3. MATERIA PRIMA E INSUMOS

- **Cuyes**

Los cuyes en pie son la principal materia prima que será producida por las granjas

pertenecientes de la planta de producción y por proveedores calificados. La planta se proveerá de cuyes utilizados para la obtención de carne de cuy curada deben cumplir con las siguientes consideraciones:

- ◆ El peso requerido deberá estar entre 1 200 y 1 400 gramos.
  - ◆ La raza utilizada para este fin debe ser mejorada, poseer pelaje corto, cabeza redonda y pequeña, alta capacidad para ganar peso y para multiplicarse, resistente a enfermedades, temperamento tranquilo, etc.
  - ◆ El animal debe estar en ayuno mínimo durante 12 h con el fin de reducir problemas en las etapas desde sacrificio hasta el eviscerado.
  - ◆ Antes del aturdimiento, la cabeza de los animales será mojada con agua tibia a 35 °C para relajarlos y facilitar la transferencia de corriente
  - ◆ Los animales receptados por la planta deberán estar en perfecto estado de salud.
- **Ingredientes para la solución de curado**

Para la elaboración de la solución de curado se utilizarán los siguientes ingredientes: agua, cerveza, sal, azúcar, ajo macho, cebolla perla, pimienta negra y mezclas de sales curantes con nitritos y nitratos.

- **Material de empaque**

Estos insumos corresponden principalmente a las bolsas para empacar al vacío y a las cajas de empaque individual y embalaje.

### **3.4.4. DISEÑO DEL PROCESO TECNOLÓGICO**

#### **3.4.4.1. Diagrama básico de flujo (BFD)**

Para el faenamiento y la elaboración de cuartos de carne de cuy curada se diseñó un proceso productivo que se detalla en la Figura 3.33

#### **3.4.4.2. Diagrama de flujo de los pasos del proceso tecnológico (PFD)**

En la Figura 3.34 se detalla el diagrama PFD para el faenamiento y la elaboración de cuartos de carne de cuy curada y empacada.

#### **3.4.4.3. Diagrama de flujo de los equipos (P&ID)**

En la Figura 3.35 se detalla el diagrama P&ID para el faenamiento y la elaboración de cuartos de carne de cuy curada y empacada.

#### **3.4.4.4. Layout de la planta de producción**

La descripción del layout de la planta de producción de carne de cuy curada y empacada al vacío se detalla en la Figura 3.36

#### **3.4.4.5. Diseño de la planta en 3D**

En la Figura 3.37 se muestra el diseño de la planta de producción de cuy curada y empacada al vacío en 3 dimensiones

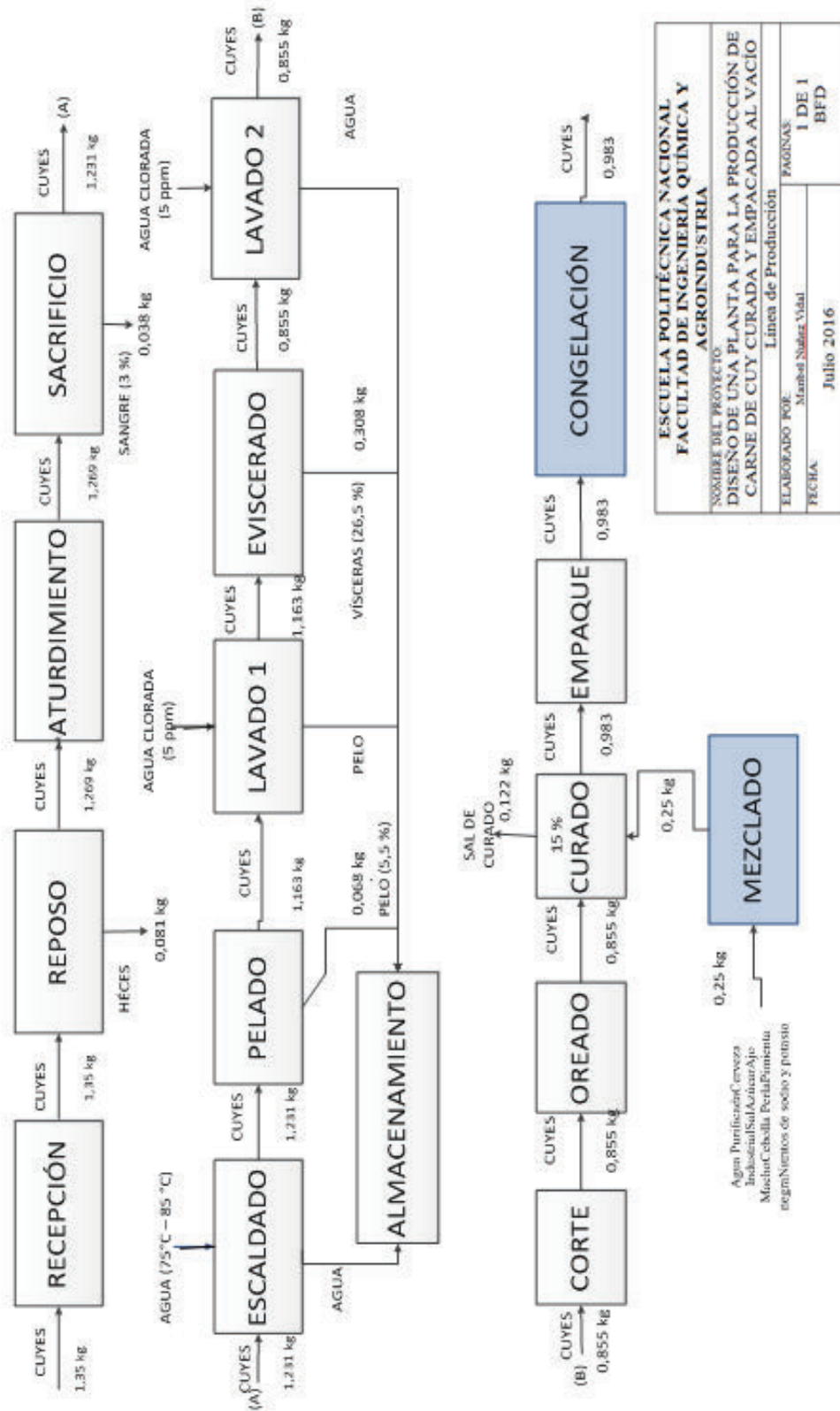


Figura 3.33. Diagrama BFD para la producción de carne de cuy curada y empacada al vacío

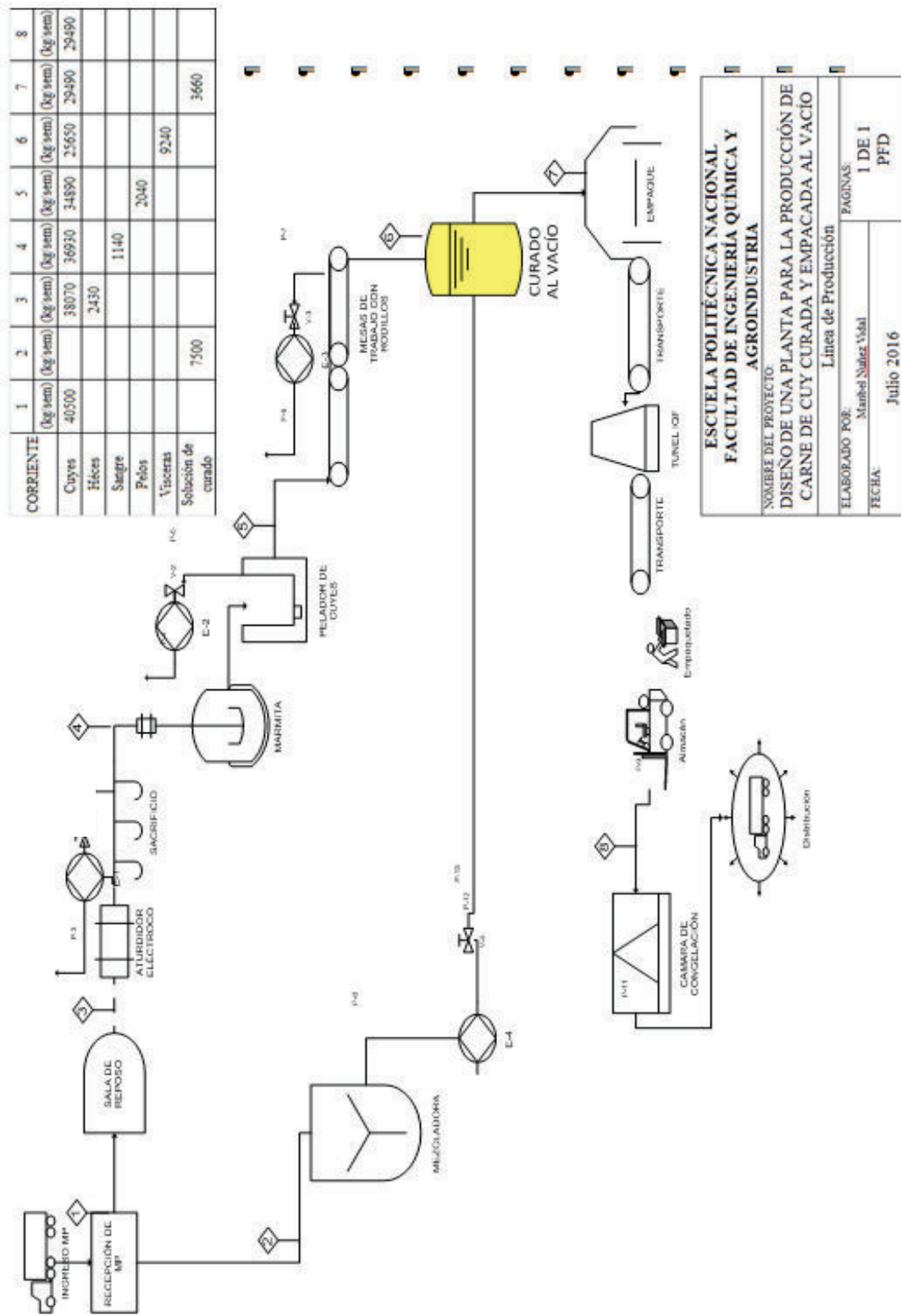


Figura 3.34. Diagrama PFD para la producción de carne de cuy curada y empacada al vacío

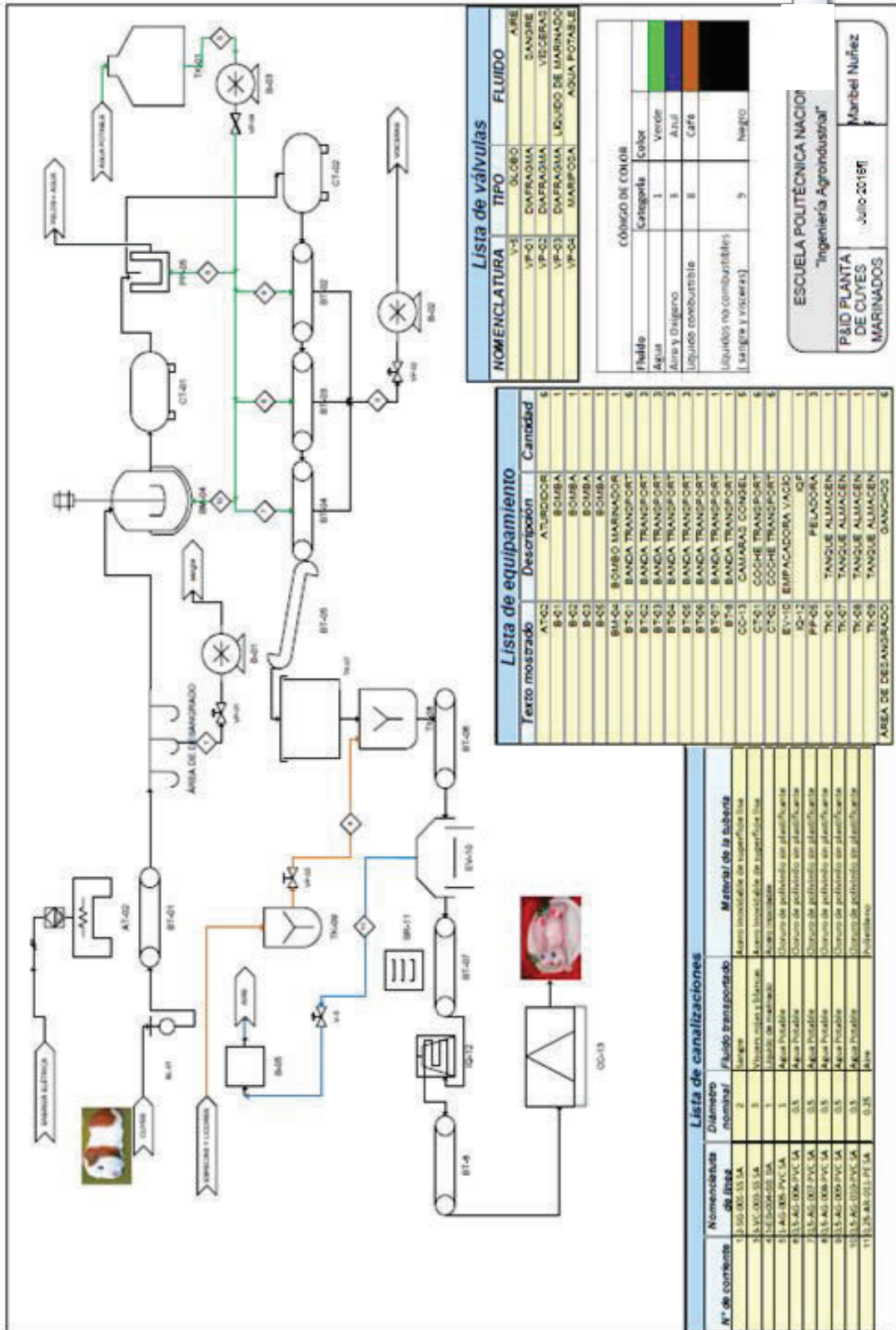


Figura 3.35. Diagrama P&ID para la producción de carne de cuy curada y empacada al vacío.

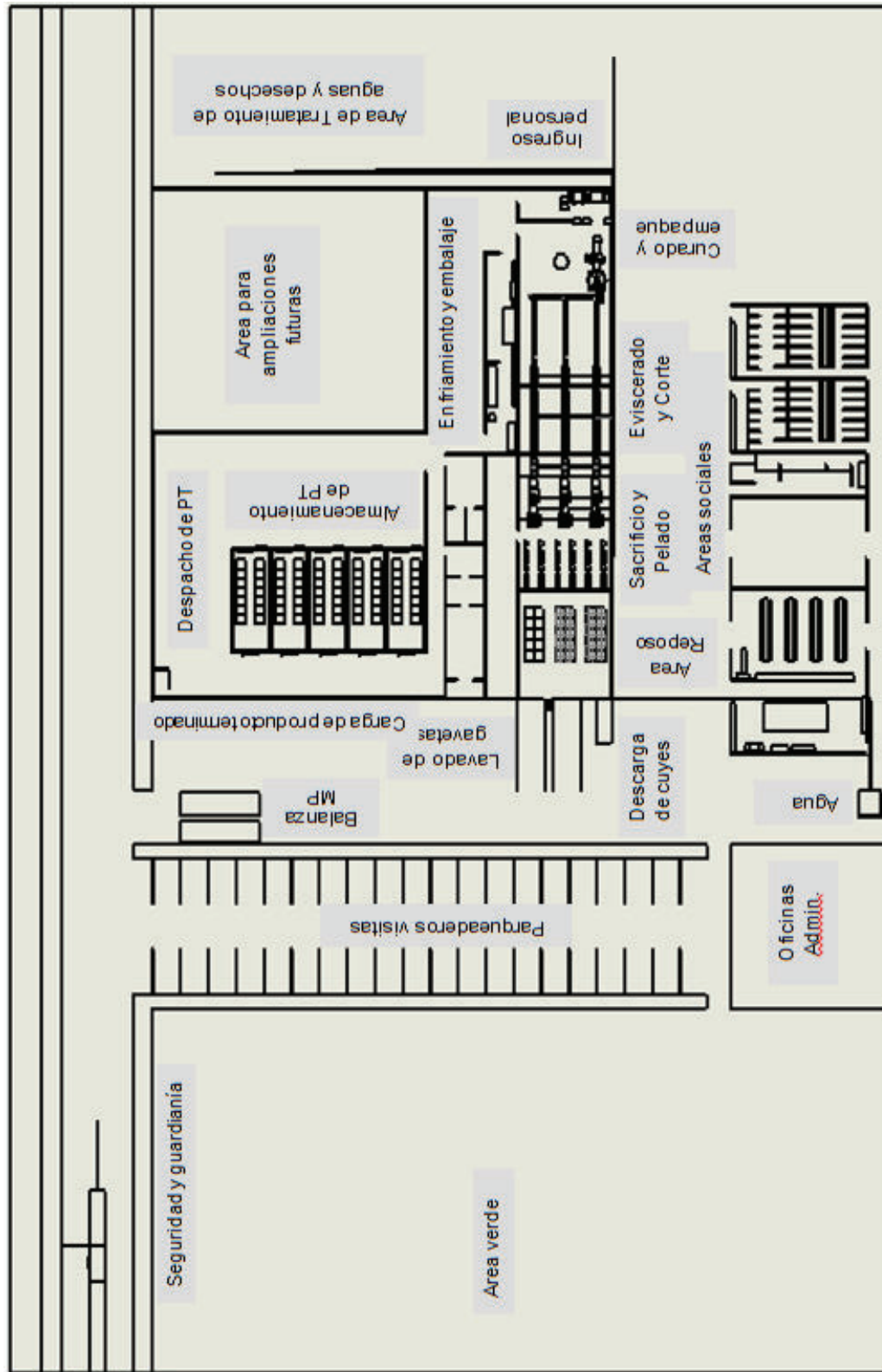
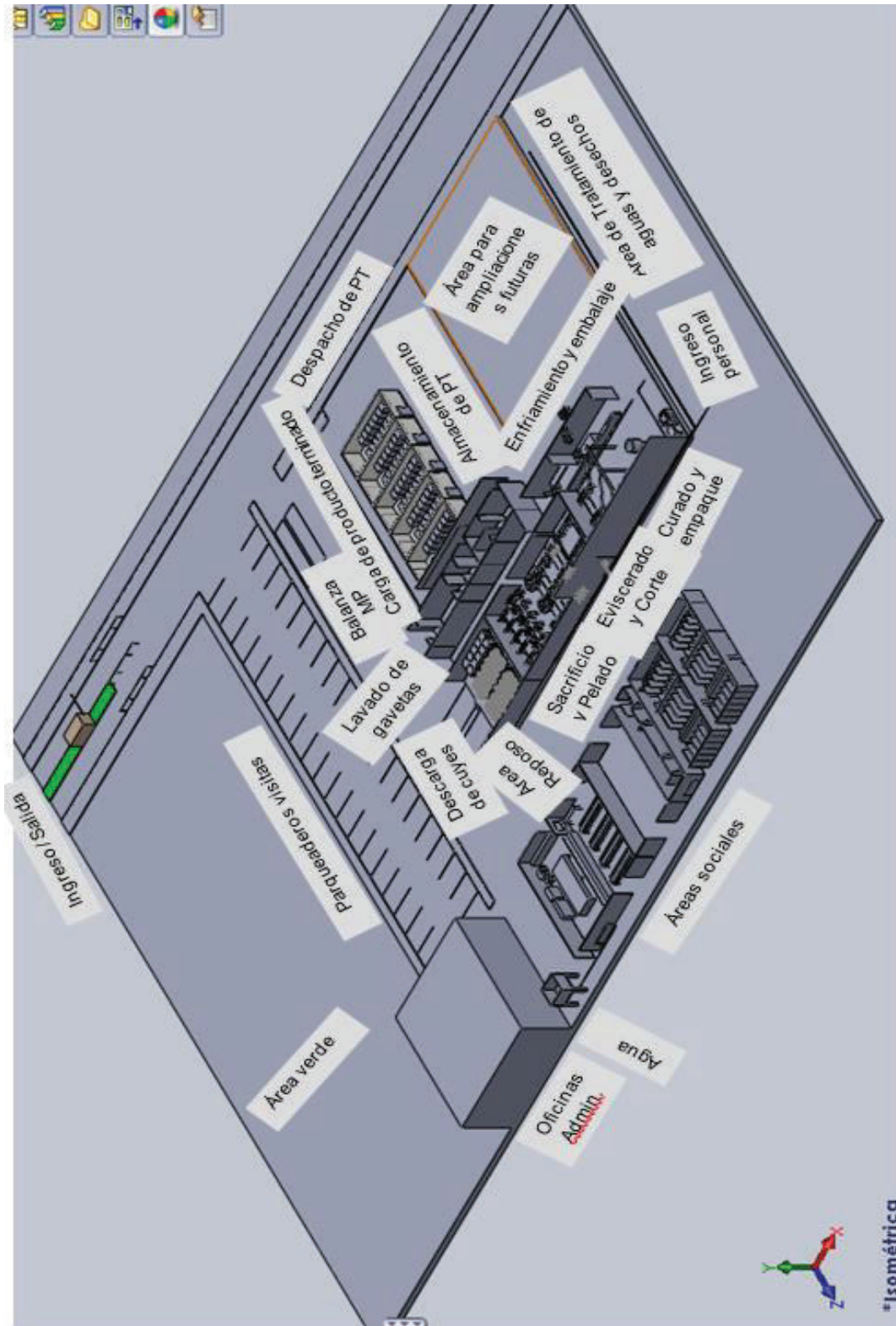


Figura 3.36. Layout de la planta de producción de carne de cuy curada y empacada al vacío.



**Figura 3.37.** Diseño de la planta de producción de carne de cuy curada y empacada al vacío en 3D.



#### **3.4.4.1. Equipos y hojas técnicas de equipos**

La descripción y las fichas técnicas de los equipos utilizados en la planta para la producción de carne de cuy curada se describen en el Anexo VIII.

### **3.4.5. DISEÑO HIGIÉNICO**

El diseño higiénico se realizó en cada área de la planta de producción. A continuación se detallan las consideraciones requeridas por cada sección.

#### **3.4.5.1. Área de Recepción**

El área de recepción de materia prima incluye los espacios físicos donde se realiza la recepción y reposo de los cuyes; la recepción y almacenamiento de materias primas y suministros de empaque.

El piso deberá ser liso, antideslizante y de fácil limpieza, con una inclinación adecuada que permita la recolección de efluentes. Las paredes deberán ser lisas y estar cubiertas con pintura lavable en color gris. Las esquinas y ángulos deberán poseer forma redondeada.

La vestimenta del personal que labora en la recepción y reposo de cuyes consta de un pantalón y camisa tipo jean, zapatos de seguridad, casco y guantes de cuero. La vestimenta del personal que labora en la recepción, almacenamiento y despacho de materia prima está conformada por un pantalón, camisa, cofia, zapatos de seguridad, mascarilla y mandil en color blanco.

#### **3.4.5.2. Área de desposte**

El área de sacrificio incluye los espacios físicos donde se realiza el aturdimiento y

el sacrificio de los animales. La vestimenta del personal debe estar conformada por pantalón jean, camiseta gris claro, mandil color beige, zapatos de seguridad, casco y guantes de cuero.

El piso deberá ser liso, antideslizante y de fácil limpieza, con una inclinación adecuada que permita la recolección de efluentes. Las paredes deberán ser lisas y estar cubiertas con pintura lavable en color gris claro. Ventanas con cortinas plásticas. Las esquinas y ángulos deberán poseer forma redondeada.

#### **3.4.5.3. Área de Pelado**

El área de pelado incluye los espacios físicos donde se realiza el escaldado y elado de los animales. La vestimenta del personal debe estar conformada por pantalón tipo jean, camiseta y mandil en color blanco, zapatos de seguridad y guantes.

El piso deberá ser liso, antideslizante, resistente al agua y de fácil limpieza, con una inclinación adecuada que permita la recolección de efluentes. Las paredes deberán ser lisas y estar cubiertas con pintura lavable en color gris claro. Ventanas con cortinas plásticas. Las esquinas y ángulos deberán poseer forma redondeada.

#### **3.4.5.4. Área de Eviscerado y corte**

El área de pelado incluye los espacios físicos donde se realiza el eviscerado, lavado y corte de las canales. La vestimenta del personal debe estar conformada por pantalón tipo jean, camiseta y mandil en color blanco, zapatos de seguridad y guantes.

El piso deberá ser liso, antideslizante, resistente al agua y de fácil limpieza, con una inclinación adecuada que permita la recolección de efluentes. Las paredes

deberán ser lisas y estar cubiertas con pintura lavable en color blanco. Las ventanas y puertas deben tener cortinas plásticas. Las esquinas y ángulos deberán poseer forma redondeada.

#### **3.4.5.5. Área de curado, empaque y almacenamiento**

El área de pelado incluye los espacios físicos donde se realiza el curado, la preparación de la solución de curado, empaque, en enfriamiento, el embalaje y almacenamiento de los productos. La vestimenta del personal debe estar conformada por pantalón tipo jean, camiseta y mandil en color blanco, zapatos de seguridad y guantes.

El piso deberá ser liso, antideslizante, resistente al agua y de fácil limpieza, con una inclinación adecuada que permita la recolección de efluentes. Las paredes deberán ser lisas y estar cubiertas con pintura lavable en color blanco. Las ventanas y puertas deben tener cortinas plásticas. Las esquinas y ángulos deberán poseer forma redondeada.

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 CONCLUSIONES

1. El incremento de peso registrado en los cuyes mejorados fue superior al de los cuyes criollos. Dentro de este grupo el mayor incremento de peso se presentó en los cuyes alimentados bajo una dieta de 60 % pasto Saboya + 40 % balanceado comercial con 1,09 kg de peso durante su etapa de crecimiento-engorde.
2. El mayor consumo de alimento se presentó en los cuyes alimentados bajo una dieta de 60 % pasto Saboya + 40 % balanceado comercial. El consumo semanal registrado fue de 5,74 kg y 5,62 kg en cuyes criollos y mejorados, respectivamente.
3. La mejor conversión alimenticia se presentó en los cuyes mejorados. De este grupo los cuyes alimentados con 20 % pasto Saboya + 80 % balanceado comercial presentaron la mejor conversión alimenticia. Además se puede concluir que la conversión del pasto saboya es menos eficiente que la del balanceado comercial.
4. La maduración de la carne almacenada a temperatura ambiente (14 °C) se presentó a las 4h, mientras que la carne almacenada a temperatura de refrigeración (4 °C) tardó el doble del tiempo de almacenamiento.
5. La reducción de pH en la carne almacenada a temperatura de ambiente (14 °C) llegó a 5,98; mientras que cuando se almacenó a temperatura de refrigeración (4 °C), se obtuvo un valor relativamente igual, equivalente a 6.
6. La composición nutricional de la carne de cuy curada dependió del genotipo del animal, con excepción del contenido de proteína, el cual se mantuvo constante y similar en todos los tratamientos. Los mejores valores de humedad

se presentaron en los cuyes criollos, mientras que el mayor contenido de cenizas y extracto etéreo se presentó en cuyes mejorados.

7. Los mejores resultados obtenidos en el análisis organoléptico se obtuvieron en los cuyes criollos; sin embargo, existió presencia de sabores y olores extraños, por esta razón se seleccionó como mejor tratamiento a los cuyes mejorados alimentados con 60 % de pasto Saboya y 40 % de balanceado comercial.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

1. Debido a la creciente demanda de carne de cuy, se recomienda realizar investigaciones en el área de alimentación y nutrición animal con el objetivo de obtener productos a base de cuy que mejoren la nutrición de los diversos grupos sociales.
2. Los cuyes son animales resistentes a enfermedades y parasitosis, pero no son inmunes, por lo que se deberían buscar alternativas para contrarrestarlas.
3. No existen equipos diseñados para la implementación de un sistema de faenamiento que permita cumplir con la normativa, por lo que se recomienda el diseño de los equipos que se adapten a la cadena de valor del cuy.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, A. (2010). *Evaluación de tres concentrados comerciales en la etapa de crecimiento y engorde de cuyes*. (Tesis de grado previa la obtención del Título de Ingeniero Zootecnista no publicada). Escuela Politécnica del Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
2. Andujar, G. Pérez, D. y Venegas, O. (2003). *Química y bioquímica de la carne y los productos cárnicos*. La Habana, Cuba: Editorial Universitaria.
3. Angarita, R. (2005). *Manual para la elaboración de productos cárnicos utilizando carne de cuy*. Bogotá D.C, Colombia: La Salle.
4. Anzaldúa, A. (1994). *La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la teoría y la práctica*. Barcelona, España: Acriba S.A.
5. AOAC Official Methods of Analysis. (2005). *Fat (Crude) or Ether extract in Meat 960.39*
6. AOAC Official Methods of Analysis. (2005). *Crude Protein in Meat 981.10*.
7. AOAC Official Methods of Analysis. (2005). *Moisture in Meat 950.46*.
8. AOAC Official Methods of Analysis. (2005). *Ash of Meat 920.153*.
9. Apraez, J. Fernandez, L. y Hernandez, A. (2011). Evaluación de diferentes formas de presentación de la carne de cuy (*Cavia porcellus*). *Vet. zootec*, 5(2), 24-29.
10. Argote, F., Velasco, R. y Paz, P. (2007). Estudio de métodos y tiempos para obtención de carne de cuy empacada al vacío. *Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 103-111.

11. Aspinall, V. (2013). *Manual Completo de la enfermería veterinaria*. Gloucester; Inglaterra: Paidotribo. Recuperado de <http://es.slideshare.net/sandrazeppe/las-cobayas> (Enero, 2016)
12. Astudillo, H. (2014). *Determinación de la edad y hora de corte sobre la concentración de carbohidratos solubles en el pasto Panicum maximum*. (Tesis de grado previa la obtención del Título de Ingeniero Zootecnista no publicada). Escuela Politécnica del Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
13. Avilés, D. Landi, V. Delgado, J. y Martínez, A. (2014). El pueblo Ecuatoriano y su relación con el Cuy. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 38-40.
14. Caballero, B., Finglas, P. y Toldrá, F. (2016). *Encyclopedia of food and health*. Waltham, Reino Unido: Elsevier.
15. Cabrera, M. (2011). *Elaboración de curados y salazones cárnicos*. Andalucía, España: ic editorial, Recuperado de <http://www.e-libro.com> (Enero, 2016)
16. Cadena, S. (2014). *Producción de cuyes*. Riobamba, Ecuador: ESPOCH.
17. Casa, M. (2005). *Estudio de prefactibilidad de la cria de cuyes y procesamiento de su carne*. (Proyecto previo a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial no publicado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
18. Castro, K. (2011). *Tecnología de alimentos*. Colombia: Ediciones de la U. Retrieved from <http://www.ebrary.com> (Enero, 2016)
- 19 Carvajal, G. (2001). Valor nutricional de la carne de res, cerdo y pollo. Costa Rica, San José: Corfoga.

20. CLIMATE-DATA. (2016). *Climate-Data. Org.* Recuperoado de: <http://Clima:Quito:s.climate-data.org/location/1012/> (Enero, 2016)
21. Cochran, W. y Cox, G. (2008). *Diseños experimentales.* (2da. ed.) México, México DF.: Trillas.
22. Costell, E. (2003). *El análisis sensorial en el control y aseguramiento de la calidad de los alimentos: una posibilidad real.* Valencia, España: Agrocsic. Recuperado de [http://digital.csic.es/bitstream/1.10261/5729/1/IATA\\_AGROCSIC\\_Analisis.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/1.10261/5729/1/IATA_AGROCSIC_Analisis.pdf) (Enero, 2016).
23. Crespo, N. (2012). *La carne de cuy: nuevas propuestas para su uso:* (Trabajo de graduación previo a la obtención del Título de Licenciado en Gastronomía no publicado). Universidad de cuenca., Cuenca, Ecuador.
24. Dikeman, M. y Devine, C. (2014). *Encyclopedia of meat sciences.* Reino Unido: ELSEVIER.
25. Echevarría, A. Davicino, R. Liboá, R. Trolliet, J. Chiostrri, E. Giacomelli, N. y Parsi, J. (2010). Evaluación de parámetros de calidad de la carne de cerdo: pH y conductividades eléctricas. *Facultad de Agronomía y veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto*, 3-4.
26. EL CUY PERUANO. (2014). *Requisitos para la exportación de carne de cuy a Estados Unidos.* Recuperado de: <http://cuyperuano.blogspot.com/2010/02/ficha-tecnica-del-cuy.html>
27. Estrella, M. (2011). *Estudio tecnológico para el desarrollo de carne de cuy madura y ahumada.* (Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos no publicado). Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
28. FAO. (1997). *Producción de cuyes.* La Molina, Perú: Roma.



29. Flores, G. (2013). *Evaluación sensorial de carne bovina proveniente de animales alimentados*. ( Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingerñiero en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura no publicado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
30. GAD SANTO DOMINGO. (2014). *Manual de crianza tecnificada para cuyes*. Santo Domingo de los Colorados, Ecuador: s/n.
31. Guambo, W. (2014). *Estudio técnico-económico para la instalación de una planta procesadora de carne de cuy en la provincia de Chimborazo*. (Trabajo de titulación previo a la otención del título de ingeniero industrial no publicado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
32. Guerra, C. (2009). *Manual técnico de crianza de cuyes*. Cajamarca, Perú: cedeapas norte.
33. Gutiérrez, H. y De la Vara, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. México DF, México: McGraw-Hill.
34. Hidalgo, V. (2002). *Crianza de cuyes*. Lima, Perú: UNALM.
35. INDECOPI. (2006). *NTP 201.058 Carne y productos cárnicos. Definiciones, clasificación y requisitos de las carcasas y carne de cuy*. Lima: INDECOPI. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/286100732/NTP-201-058-carne-de-cuy>.
36. INEC. (2012). *Ficha técnica de alimentos. Sistema integrado de consulta de clasificaciones y nomenclaturas*. Quito, Ecuador: INEC.
37. INEN. (1985). *NTE INEN 1218 Carne y productos cárnicos. Faenamamiento*. Quito, Ecuador: INEN.

38. INEN. (2013). *NTE INEN-CODEX 192:2013, Norma general del Codex para los aditivos alimentarios (MOD)*. Quito, Ecuador: INEN.
39. INEN. (2013). *NTE INEN-ISO 2917:2013, "Carne y productos cárnicos medición del pH" - Método de referencia*. Quito, Ecuador: INEN.
40. INEN. (2014). *RTE INEN 056 "Carne y Productos Cárnicos"*. Quito, Ecuador: INEN.
41. INIAP. (2006). *Manual para la producción de cuyes*. Recuperado de: [http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com\\_sobipro&pid=54&sid=224](http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_sobipro&pid=54&sid=224): Manual-cuyes (Marzo, 2016)
42. MAGAP. (2013). *Manual de procedimientos para la inspección y habilitación de mataderos*. Quito, Ecuador: AGROCALIDAD.
43. MAGAP. (2014). *Manual de crianza y producción de cuyes con estándares de calidad*. Quito, Ecuador: MAGAP.
44. Mariño, J. (2010). *Evaluación del efecto de diferentes descargas eléctricas (120, 130, 140 y 150 voltios) en el aturdimiento de cuyes*. (Tesis de grado previa la obtención del Título de Ingeniero Zootecnista no publicada). Escuela Politécnica del Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
45. Medrano, G. (2004). *Estudio para la creación de una empresa productora y comercializadora de cuyes*. (Proyecto previo a la obtención del Título de Ingeniero en Ciencias Económicas y Financieras no publicado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
46. Mora, I. (2007). *Nutrición animal*. San José de Costa Rica: EUNED.
47. Moreno, B. (2006). *Higiene e inspección de carnes I*. España: Díaz de Santos.

48. MSP. (2002). *Reglamento de buenas prácticas de manufactura para alimentos procesados*. Quito: MSP.
49. Nogales, H. y Colaboradores. (2013). *Guía de buenas prácticas pecuarias en la producción de cuyes*. Quito: Kirugraphics.
50. Pantoja, R. (2014). *desarrollo de un proceso eficaz y eficiente para el desposte industrial de cuyes*. (Proyecto previo a la obtención del Título de Ingeniero en Ciencias Económicas y Financieras no publicado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador
51. Pasquel, M. (2010). *Influencia de la harina de hojas de yuca como ingrediente alimenticio en el engorde de cuyes* . (Línea de investigación previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuaria no publicada). Pontificia Universidad Católica, Ibarra, Ecuador
52. Preedy, V. (2016). *Essential oils in food preservation, flavor and safety*. USA: ELSEVIER.
53. Raymondi, J. (2007). *Programa Nacional de Investigación en Animales Menores* . Perú: INIA.
54. Ricaurte, H. (2003). *Utilización de distintas relaciones energía / proteína en la alimentación de cuyes*. (Proyecto previo a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario no publicado). Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador
55. Rodriguez, L. (2011). *Proyecto exportación de carne de cuy COABIS internacional*.
56. Segura, N. (2007). *Evaluación del pasto saboya sometido a tres sistemas de manejo en el acabado de toretes y vaconas*. Santo Domingo de los

Colorados: (Proyecto previo a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario no publicado). Escuela Politécnica del Ejército, Santo Domingo, Ecuador

57. SESA. (2003). *Ley de mataderos*. Quito, Ecuador. Recuperado de: <http://www.epmrq.gob.ec/images/lotaip/leyes/lm.pdf> (febrero, 2016)
58. Tang, J., Ruiz, F. y Rodriguez, L. (2008). *Evaluación de eficacia y tolerancia de una solución topical externa en gotas de fipronil al 1% para el control de infestaciones en cuyes*. Huancayo, Perú: Agrovvetmarket.
59. Trujillo, R. (1994). *Biología del cuy*. Riobamba, Ecuador: ESPOCH.
60. Velásquez, J. Sosa, Y. Barahona, P. y Madina, L. (2009). *Manual de Rastros*. Tegucigalpa: IICA & SAG.
61. Zaldívar, M. y Chauca, L. (1990). *Proyecto sistemas de producción de cuyes*. Zacatecas, México: CIIA RISPAL.

## **ANEXOS**

## ANEXO I

COMPROBANTE DE COMPRA DE CUYES PARA  
INVESTIGACIÓN

GAD Municipal  
**SANTO DOMINGO**  
Chilachito

Gobierno Municipal de Santo Domingo  
Gobierno Municipal de Santo Domingo

Dirección Matriz : AV. QUITO Y TULCAN  
Dirección Sucursal : AV. QUITO Y TULCAN

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD : SI

R.U.C. : 1760004060001

**FACTURA**

No. 002002000000025

NÚMERO DE AUTORIZACIÓN  
270820150953551760004060001857858129

FECHA Y HORA DE AUTORIZACION : 2015-08-27T09:53:55.909

AMBIENTE : PRODUCCION  
EMISION : NORMAL

CLAVE DE ACCESO

2708201501176000406000120020020000000251234567819

Razón Social / Nombres y Apellidos : NUÑEZ VIDAL MERCEDES MARIBEL Identificación : 1721985016

Fecha Emisión : 27/08/2015 Guía Remisión :

Código	Descripción	Cant.	P. Unitario	P. Total
80	CUYES DEST (250-300 gr)	80	3.00	240.00

Información Adicional

Dirección : Ciudadela PARROQUIA LAS MERCEDES Calle VIA L  
Teléfono :  
EMail : maribel.n.vidal@hotmail.com

SUBTOTAL 12%	
SUBTOTAL 0%	240.00
SUBTOTAL No objeto de IVA	0
SUBTOTAL Exento de IVA	0
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	240.00
TOTAL Descuento	0
ICE	0
IVA 12%	0
IRBPNR	0
PROPNR MANCO	0
VALOR TOTAL	240.00

RECAUDADO

Figura AI.1. Factura por compra de cuyes destetados

## ANEXO II

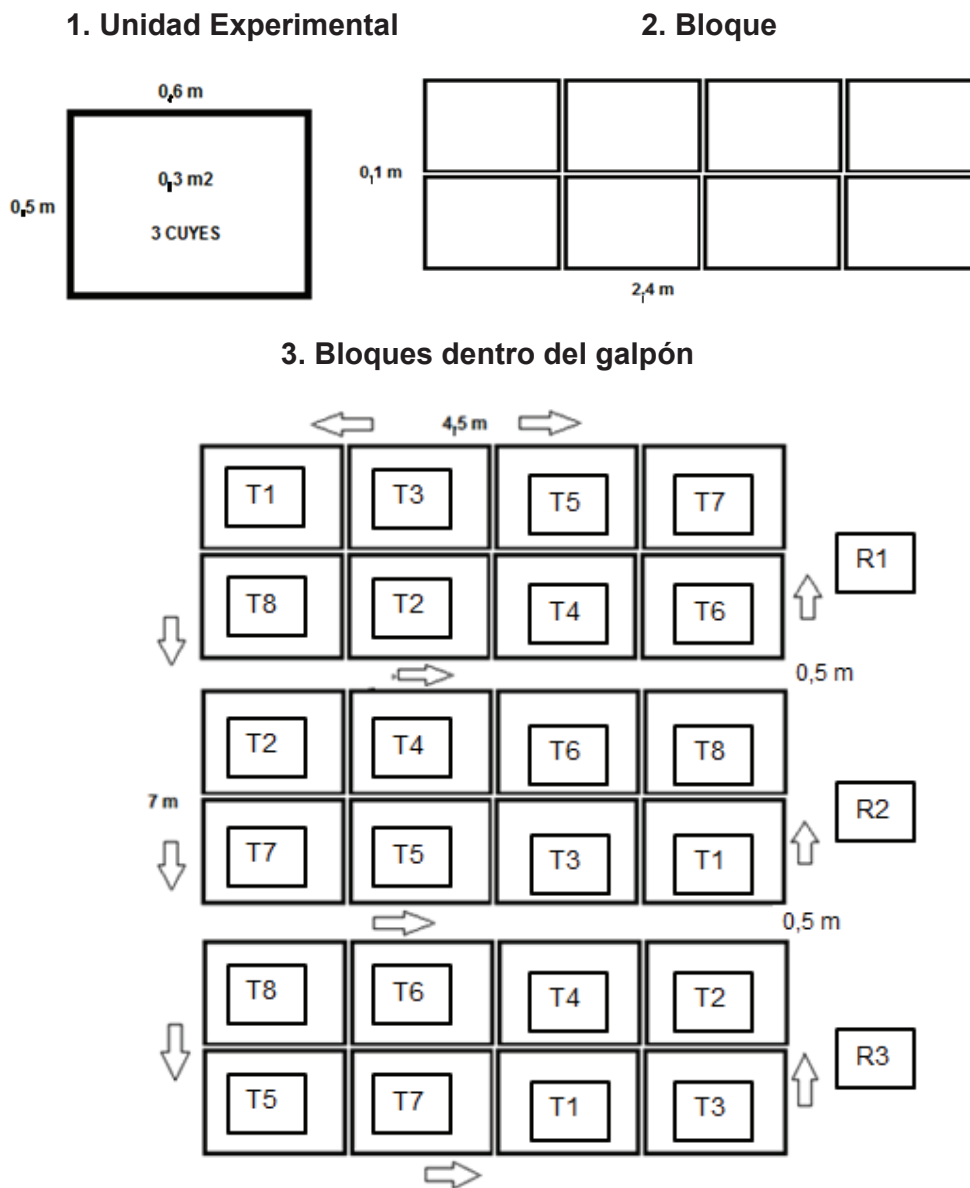
**Tabla AII.1.** Especificaciones de la estructura y descripción de materiales utilizados en la construcción del galpón

<b>Elemento</b>	<b>Materiales</b>	<b>Especificaciones</b>
Techo	Hojas de zinc para techo Pambil	Hojas de zinc ancladas sobre una red de estructura de pambil con clavos.
Piso	Cemento Arena	Piso de concreto posee una inclinación y áreas para drenaje de líquidos
Paredes	Bloque Malla metálica cuadrada Lona para galpón Cuerda o sogá	Pared de bloque 20 cm de alto, seguida por malla metálica y paralelamente la lona.
Pediluvio	Cemento Arena	Pediluvio de 1 m x 0,4 m con una profundidad de 0,25 m
Jaulas	Malla electro-soldada de 0,01 m x 0,025 m Electrodos para soldadura Ángulos de 2,5 cm Varillas de hierro de 1/4"	Jaulas de 1 m x 1 m x 1m conformadas por un esqueleto de varillas y ángulos. Piso y paredes de malla con una altura de 0,3 m. Éstas jaulas fueron divididas en 4 jaulas para el estudio (0,25 m <sup>2</sup> )

## ANEXO III

## DISEÑO GRÁFICO DEL GALPÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS JAULAS Y TRATAMIENTOS.

### DISTRIBUCIÓN DEL EXPERIMENTO




**Figura AIII.1.** Diseño y ubicación de jaulas en el galpón



## ANEXO IV

## FORMATO DE REGISTRO DE PESOS SEMANALES POR TRATAMIENTO

FECHA	PESO CUY 1:		PESO CUY 2:		PESO CUY 3:		TOTAL	Observaciones
	PESO	INCREMENTO	PESO	INCREMENTO	PESO	INCREMENTO	INCREMENTO	
INICIO								
SEMANA 1								
SEMANA 2								
SEMANA 3								
SEMANA 4								
SEMANA 5								
SEMANA 6								
SEMANA 7								
SEMANA 8								
SEMANA 9								
SEMANA 10								
SEMANA 11								
SEMANA 12								



INIA  
E.P.N.

**REGISTRO DE PESOS DE PESOS SEMANALES**

JAULA:

TRATAMIENTO:

RAZA:

**Figura AIV.1.** Registro semanal de peso

**ANEXO V**

**FORMATO DE REGISTRO DE CONSUMO DIARIO DE ALIMENTO POR TRATAMIENTO**


	<b>REGISTRO DIARIO DE CONSUMO DE ALIMENTO</b>						JAULA:
							TRATAMIENTO:
							RAZA:
Fecha	6H00		12H00		18H00		Observaciones
	PASTO	BALANCEADO	PASTO	BALANCEADO	PASTO	BALANCEADO	

Figura AV.1. Registro diario de consumo de alimento

## ANEXO VI

**FORMATO DE REGISTRO DIARIO DE TEMPERATURAS  
PARA EL ESTUDIO DE MADURACIÓN DE LA CARNE.**

	REGISTRO DE TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO			Almacenamiento	
	FECHA	HORARIO	TEMPERATURA	FECHA	TEMPERATURA
	MAÑANA			MAÑANA	
	TARDE			TARDE	
	NOCHE			NOCHE	
	MAÑANA			MAÑANA	
	TARDE			TARDE	
	NOCHE			NOCHE	
	MAÑANA			MAÑANA	
	TARDE			TARDE	
	NOCHE			NOCHE	
	MAÑANA			MAÑANA	
	TARDE			TARDE	
	NOCHE			NOCHE	

**Figura AVI.1.** Registro diario de control de temperaturas

## ANEXO VII

### PRUEBA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE CARNE DE CUY.

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA (DECAB)**



HOJA DE ANÁLISIS SENSORIAL PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE  
SUSTITUCIÓN DE PASTO SABOYA EN UNA DIETA MIXTA CON BALANCEADO  
COMERCIAL

Panelista: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Producto: Carne de cuy

Hora: \_\_\_\_\_

Instrucciones: Usted está recibiendo tres muestras codificadas para evaluar cuatro atributos, olor, sabor, textura, jugosidad. Escriba al lado izquierdo el código de la muestra y en la línea que le corresponde dibuje una línea vertical. Tome en cuenta que el lado izquierdo corresponde a una menor intensidad y el lado derecho a una mayor intensidad del atributo.

Atributo: OLOR CARACTERÍSTICO A CARNE

N° muestra	Débil	Intenso
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

## Atributo: PRESENCIA DE OLORES EXTRAÑOS

Nº muestra	Débil	Intensa
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

## Atributo: SABOR CARACTERÍSTICO A CARNE

Nº muestra	Débil	Intenso
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

## Atributo: TEXTURA (DUREZA)

Nº muestra	Dura	Suave
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

## Atributo: JUGOSIDAD

Nº muestra	Débil (Seca)	Intenso (Húmeda)
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

## Atributo: PRESENCIA DE SABORES EXTRAÑOS

N° muestra	Débil	Intensa
_____	_____	
_____	_____	
_____	_____	

Observaciones:

---

---

---

Gracias por su colaboración

MN/JR


## ANEXO VIII

### EQUIPOS Y HOJAS TÉCNICAS DE EQUIPOS

#### Balanzas

Las balanzas utilizadas serán dispuestas de la siguiente forma; en recepción de materia prima se empotrará una balanza digital para facilitar el pesaje de cada animal previo el inicio de la producción. La segunda balanza digital se ubicará en la bodega de materia prima para realizar la recepción y despacho de materias primas, principalmente especias. Al terminar el empaque al vacío se colocará la tercera balanza, la cual permitirá establecer el peso neto de la carne de cuy antes del congelamiento rápido. En la Tabla AVII.1 se pueden observar las características del equipo

**Tabla AVIII.1.** Ficha técnica de la balanza.

<b>FICHA TÉCNICA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS</b>			
Equipo (ref): <b>Balanza digital</b>		Simbología: RC001/MP001/AL001	
Función: Pesaje de animales, materias primas y producto terminado		N° Unidades: 3	
Especificaciones operativas: no ubicar el equipo en lugares inundados por agua			
Componentes: 1		Peso aproximado: 10 Kg	
Dimensionamiento:			
Geometría:	Ancho:	Largo:	Alto:
Paralelepípedo	0,80 m	1,3 m	0,9 m
Consumo eléctrico:	Potencia requerida (CV)	Tensión (V)	Frecuencia (Hz)
	0	110-220	0
Consumo:	Agua	Vapor	Aire comprimido
	0	0	0
Esquema del equipo:			
			

## Aturdidor

Con el fin de facilitar el sacrificio y desangrado de los animales se empleará un aturdidor eléctrico, que se acoplará perfectamente a la cabeza del animal mediante la ayuda de un embudo inmovilizador. Mediante un shock eléctrico, el equipo provocará la insensibilización del animal. En la Tabla AVIII.2 se pueden observar las características del equipo.

**Tabla AVIII.2.** Ficha técnica del aturdidor de cuyes.


FICHA TÉCNICA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS			
Equipo (ref): <b>Aturdidor eléctrico</b>		Simbología: RC002	
Función: Provocar un shock eléctrico en los cuyes		N° Unidades: 6	
Especificaciones operativas: No ubicar el equipo en lugares húmedos o inundados por agua, sobre una base aislante y libre de metales conductores de electricidad			
Componentes: 1		Peso aproximado: 2 Kg	
Dimensionamiento:			
Geometría:	Ancho:	Largo:	Alto:
Paralelepípedo	0,1 m	0,3 m	0,2 m
Consumo eléctrico	Potencia requerida (CV)	Tensión (V)	Frecuencia (Hz)
		110	0
Consumo	Agua	Vapor	Aire comprimido
	0	0	0
Esquema del equipo:			
			



## Marmita

La marmita permite elevar la temperatura del agua y mantenerla entre los 75 °C y 85 °C. Posee un sistema de volcamiento que permite trabajar con grandes cantidades de producto. En la Tabla AVIII.2 se pueden observar las características del equipo.

**Tabla AVIII.3.** Ficha técnica de la marmita.

FICHA TÉCNICA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS			
Equipo (ref): <b>Marmita eléctrica</b>		Simbología: PR001	
Función: Facilita el pelado de los cuyes		N° Unidades: 3	
Especificaciones operativas: no ubicar el equipo en lugares inundados por agua			
Componentes: 1		Peso aproximado: 115 Kg	
Dimensionamiento:			
Geometría:	Ancho:	Largo:	Alto:
Paralelepípedo	1,596 m	1,310 m	1,090 m
Consumo eléctrico	Energía (kW)	Tensión (v)	Frecuencia (Hz)
	32	110-220	0
Consumo	Agua (L)	Vapor	Aire comprimido
	10	0	0
Esquema del equipo:			
			

## Bombo marinador de vacío

El bombo marinador de vacío permite impregnar la solución de sales curantes y aromatizar la carne con las especias. Posee un tanque cisterna donde se genera vacío mediante una bomba. En la Tabla AVIII.4 se pueden observar las características del equipo.

**Tabla AVIII.4.** Ficha técnica de la marinadora de vacío.

FICHA TÉCNICA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS			
Equipo (ref): <b>Marinadora de vacío (600 Kg)</b>		Simbología: PR002	
Función: Facilita el curado de la carne mediante impregnación por inmersión		Nº Unidades: 1	
Especificaciones operativas: requiere mantener vacío y debe ubicarse en un lugar nivelado			
Componentes: 1		Peso aproximado: 220 Kg	
Dimensionamiento:			
Geometría:	Ancho:	Largo:	Alto:
Paralelepípedo	2,49 m	0,93 m	1,94 m
Consumo eléctrico	Potencia requerida (hp)	Tensión (V)	Frecuencia (Hz)
	5	220	0
Esquema del equipo:			
			

## Empacadora de vacío

La empacadora de vacío permite empacar la carne de cuy cortada en cuartos. Posee doble campana para optimizar los tiempos de producción. Puede trabajar entre 2 y 3 ciclos por minuto. En la Tabla AVIII.5 se pueden observar las características del equipo.

**Tabla AVIII.5.** Ficha técnica de la empacadora al vacío de doble campana.

FICHA TÉCNICA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS			
Equipo (ref): <b>Empacadora al vacío de doble campana</b>		Simbología: PR003	
Función: Sellar las bolsas de empaque		N° Unidades: 1	
Especificaciones operativas: requiere mantener vacío y estar en un lugar estable y nivelado			
Componentes: 1		Peso aproximado: 200 Kg	
Dimensionamiento:			
Geometría:	Ancho:	Largo:	Alto:
Paralelepípedo	3,80 m	4,00 m	1,10 m
Consumo eléctrico	Potencia requerida (kW)	Tensión (V)	Frecuencia (Hz)
	2,5	220	0
Esquema del equipo:			
			

## Cámaras de congelación

Las cámaras de congelación permiten almacenar la carne de cuy empacada. Posee dos puertas, para el ingreso de productos y la salida de los mismos. Su capacidad de almacenamiento está diseñada para guardar la producción diaria. En la Tabla AVIII.6 se pueden observar las características del equipo.

**Tabla AVIII.6.** Ficha técnica de la cámara de congelación.

FICHA TÉCNICA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS			
Equipo (ref): <b>Cámara de congelación</b>		Simbología: AL003	
Función: Almacenar y mantener en congelación la carne de cuy empacada		N° Unidades: 5	
Especificaciones operativas: Requiere estar en lugares donde no inundados por agua.			
Componentes: 1		Peso aproximado: 320 kg	
Dimensionamiento:			
Geometría:	Alto:	Largo:	Ancho
Paralelepípedo	3 m	12 m	5 m
Consumo eléctrico	Potencia requerida (CV)	Tensión (V)	Frecuencia (Hz)
	3 kW	220	0
Esquema del equipo:			
