

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo investigativo se realizó en las instalaciones de la Granja “La Pradera” de propiedad de la Universidad Técnica del Norte, ubicada en la parroquia San José de Chaltura del Cantón Antonio Ante en la Provincia de Imbabura.

##### **3.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR DE CAMPO**

<b>PAIS:</b>	Ecuador
<b>PROVINCIA:</b>	Imbabura.
<b>CANTON:</b>	Antonio Ante
<b>PARROQUIA:</b>	Chaltura.
<b>LUGAR:</b>	Granja La Pradera (ubicada a 20 minutos de la ciudad de Ibarra) (ver anexo 1)
<b>ALTITUD:</b>	2350 m.s.n.m
<b>LATITUD:</b>	00° 22' 00" Norte
<b>LONGITUD:</b>	78° 11' 00" Oeste

TEMPERATURA MEDIA ANUAL: 16.4 °C

PRECIPITACION MEDIA ANUAL: 500 mm

LUMINOSIDAD: 12 horas / día

HUMEDAD RELATIVA: 68.9 % en los meses secos

Fuente: Dirección de Aviación Civil Ibarra – Ecuador (Mayo 2006)

## **3.2 MATERIALES Y EQUIPOS**

### **3.2.1 Materias Primas e Insumos**

- Plumas de pollo Broiler
- Harina de trigo.
- Maíz duro (morochillo)
- Melaza
- Harina de Cebada
- Cebo de res
- Sal mineralizada (Poderfos)
- Carbonato de calcio
- Torta de soya
- Alfarina.
- Balanceado comercial (Cunimentos)

### **3.2.2 Medicinas**

- Neguvón

- Cipermetrina
- Ivermectina
- Nuvan
- Creso
- Vanodine

### **3.2.3 Equipos**

- Autoclave
- Hornilla industrial
- Cilindro de gas
- Molino de piedras
- Bandejas de secado
- Mezcladora

### **3.2.4 Herramientas menores**

- Balanza
- Bomba de fumigar
- Carretilla
- Palas
- Rastrillos
- Video cámara
- Termómetro
- Reloj

### **3.2.5 Materiales**

- Materiales de oficina
- Manguera
- Baldes
- Triples

### **3.2.6 Material Experimental**

Se utilizaron 90 cuyes (*Cavia porcellus*) con las siguientes características:

- Tipo: peruano mejorado
- Edad: 21 días (destetados)
- Sexo: machos
- Procedencia: criadero Fundación IMCARI (Diócesis de Ibarra)
- Número de animales: 90

## **3.3 FACTOR EN ESTUDIO**

El factor en estudio estuvo conformado por los siguientes niveles de harina de plumas hidrolizadas en la dieta: 6%, 8%, 10%, 12%.

### **3.3.1 Tratamientos**

Los tratamientos son los siguientes:

**Cuadro 3.1. Dosificación de alimento de los tratamientos**

SIMBOLOGIA	TRATAMIENTOS
T1	100 % Alfalfa
T2	Balanceado comercial + alfalfa
T3	Balanceado harina de plumas al 6 % + alfalfa
T4	Balanceado harina de plumas al 8 % + alfalfa
T5	Balanceado harina de plumas al 10 % + alfalfa
T6	Balanceado harina de plumas al 12 % + alfalfa

### **3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Para el presente proyecto, el Diseño experimental utilizado es el siguiente:

- Tipo de diseño: Completamente al azar (D.C.A.)
- Repeticiones: 3
- Tratamientos: 6
- N° de unidades experimentales: 18
- Característica unidad experimental: conformada por 5 cuyes seleccionados al azar, de peso y edad similar, y del mismo tipo.

### **3.5 ESQUEMA DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

#### **3.5.1 Esquema del ADEVA.**

El esquema del ADEVA para el presente proyecto, es el siguiente:

**Cuadro 3.2. Esquema del ADEVA**

<b>FUENTE DE VARIACION</b>	<b>G. L</b>
TOTAL	17
TRATAMIENTOS	5
ERROR EXPERIMENTAL	12

➤  $CV = \%$

### **3.5.2 Análisis funcional**

Se calculó el coeficiente de variación (C.V.) y la prueba de TUKEY al 5% para verificar diferencias estadísticas entre tratamientos.

### **3.5.3 Análisis económico**

Se determinó el mejor tratamiento que garantice la más alta rentabilidad por costo de inversión, empleando las siguientes variables:

- Consumo total del concentrado desde el inicio del ensayo hasta los 70 días de finalización
- El costo por kilogramo de harina de plumas.
- El costo por kilogramo de concentrado para cada tratamiento.
- Costos de alimentación según el consumo del animal.

## **3.6 VARIABLES EVALUADAS**

- Consumo de alimento en materia seca
- Incremento de peso

- Conversión alimenticia
- Rendimiento a la canal
- Propiedades organolépticas de la carne.

### **3.7 MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS TOMADOS DURANTE EL MANEJO DEL EXPERIMENTO.**

#### **3.7.1 Consumo de alimento en Materia Seca**

El consumo de alimento se determinó realizando la diferencia de peso entre el alimento suministrado y el rechazado, para expresar en materia seca el consumo de alimento, se determinó el contenido de humedad en la alfalfa y el balanceado (cada 15 días) mediante el método de la estufa. Con los datos de humedad se sacó la diferencia del contenido de humedad de la alfalfa y el balanceado.

Se detallo en gramos el consumo medio del alimento en materia seca durante el ensayo, la tendencia del consumo medio de alimento en materia seca y el análisis de la variancia para la variable consumo de alimento en materia seca. Conforme los cuadros # 4.8 y 4.9 y el gráfico # 4.2.

#### **3.7.2 Incremento de peso**

Los animales se pesaron al inicio del ensayo, y luego a los 15, 30, 45, 60 y 70 días, se determinó el incremento medio de peso durante el ensayo, la tendencia del

incremento medio de peso y el análisis de la variancia para la variable incremento medio de peso. Conforme los cuadros # 4.1. y 4.2., y el gráfico # 4.1.

### 3.7.3 Conversión alimenticia.

Para la conversión alimenticia se utilizó la siguiente fórmula:

$$C.A. = \frac{C.M.A. (Kg)}{I.M.P. (kg)}$$

Donde:	C.M.A.	Consumo medio de alimento
	I.M.P.	Incremento medio de peso.
	C.A.	Conversión alimenticia

Se determinó la Conversión Alimenticia promedio, la tendencia de la conversión alimenticia promedio y el análisis de la variancia para la variable Conversión Alimenticia. Conforme los cuadros # 4.15 y 4.16 y el gráfico # 4.3.

### 3.7.4 Rendimiento a la Canal.

Para evaluar esta variable se procedió a faenar los animales y a obtener la canal que incluyó: canal con cabeza, con miembros anteriores y posteriores, sin vísceras y sin pelo; la canal se pesó en caliente, se expresó en porcentaje de peso del animal vivo.

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$R.C. = \frac{P.C.C.}{P.A.V.} \times 100\%$$

Donde: R.C. = Rendimiento a la canal  
P.C.C. = Peso de la canal en caliente  
P.A.V. = Peso animal vivo

Se determinó el rendimiento a la canal por unidad experimental expresado en porcentaje y se hizo el análisis de variancia para la variable rendimiento a la canal. Conforme los cuadros # 4.22 y # 4.23

### 3.7.5 Propiedades Organolépticas.

Para la evaluación de esta variable se realizó la degustación de la carne de cuy; utilizando una escala de 1 al 5 para sabor, olor y textura; los degustadores dieron su apreciación. Conforme anexo 2 y cuadros # 5.16 y # 5.17

Para establecer diferencias estadísticas entre tratamientos se utilizó la prueba de Freedman al 5%.

12

$$X^2R = \frac{\Sigma R^2 - [3(d)(t+1)]}{D \times t(t+1)}$$

Donde: 12 = Constante

$\Sigma R^2$  = Sumatoria de rangos al cuadrado

d = Número de degustadores

t = Número de tratamientos

### **3.8 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO**

#### **3.8.1 Acondicionamiento y adecuación de instalaciones.**

A las pozas existentes en las instalaciones (90 pozas de 45 cm. Largo y ancho x 50 cm. De alto), se les realizó breves trabajos de reconstrucción reemplazando 12 pedazos de triples de 1m x 50 cm. Se realizó los acoples y soportes necesarios para evitar movimientos o destrucción y se colocó posteriormente sobre el piso.

Previo a la incorporación de los animales se realizó trabajos de desinfección de todo el ambiente con Vanodine (60 ml./15 lt. Agua), luego se regó una capa de cal sobre el piso y sobre esta se colocó en cada poza la cama de viruta de aproximadamente 10 cm. De espesor.

#### **3.8.2 Selección de animales.**

Se utilizaron 90 cuyes todos machos de tipo peruano mejorado de 21 días de edad aproximadamente con un peso de 336.5 g. Con una diferencia  $\pm$  de 30.5 g. Procedentes del criadero de la Fundación IMCARI de la Diócesis de Ibarra, ubicado en la ciudad de Cotacachi.

### 3.8.3 Período de adaptación de animales.

Los animales fueron sometidos a un período de adaptación de diez días, en este tiempo, se suministró el alimento a voluntad para poder determinar la cantidad de alimento inicial en la investigación y facilitar la palatabilidad del balanceado.

### 3.8.4 Alimentación.

La ración alimenticia se ofreció diariamente hasta finalizar el ensayo de acuerdo a cada tratamiento preestablecido inicialmente, como se muestra en el cuadro # 3.3

**Cuadro 3.3: Suministro y consumo de alimento por tratamiento, expresado en gramos / animal**

TRATAMIENTOS	ALFALFA			BALANCEADO		
	OFRECIDO	CONSUMO	RECHAZO	OFRECIDO	CONSUMO	RECHAZO
T1 (INICIO)	225 g.	220.67 g.	4.33 g.			
T1 (FINAL)	440 g.	436.4 g.	3.4 g.			
T2 al T6 (INICIO)	170 g.	169.06 g.	0.94 g.	8.0 g.	5.93 g.	2.07 g.
T2 al T6 (FINAL)	250 g.	247.43 g.	2.57 g.	40.0 g.	35.75 g.	4.25 g.

El balanceado se suministro en la mañana y la alfalfa por la tarde; los datos de consumo y rechazo de alimentos fueron tomados individualmente a cada animal.

### 3.8.5 Bioseguridad.

Como normas de bioseguridad para evitar problemas durante la investigación, se realizó limpieza y desinfección (vanodine 4ml / litro de agua) de pozas, comederos y bebederos dos veces por semana; el cambio de cama se lo realizó

cada quince días; se realizó controles preventivos de ecto y endo parásitos, hongos, enfermedades respiratorias, salmonelosis, coccidiosis utilizando Ivermectina 0.3 ml / animal, Cipermetrina 1 ml / kg peso animal, Neguvón y Nuvan 2 g. / litro de agua, Creso 1 gota en la herida.

### **3.8.6 Descripción del proceso de elaboración de la harina de plumas hidrolizadas.**

RECOLECCIÓN.- Las plumas de pollos broiler son recolectadas de las fosas de residuos y vísceras.

PRIMER SECADO.- Para evitar la fácil descomposición antes de la cocción se procede a secar al ambiente durante 4 a 5 horas.

COCCIÓN.- Previamente seca, la pluma pasa a la cocción en autoclave a una presión de 125 PSI por un tiempo de 180 minutos.

ACONDICIONAMIENTO DE LA PLUMA.- La pluma cocida se recolecta en bandejas y se esparce para exponer la mayor área posible al secado.

SEGUNDO SECADO.- Se procede a medir el tiempo de 4 a 5 horas de secado al ambiente

ENFRIAMIENTO.- La masa seca se ubica sobre una superficie limpia y ventilada.

MOLTURACIÓN DE LA PLUMA.- Este proceso se realiza en un molino de piedras, utilizando una criba de 2 milímetros.

ENVASADO DE LA HARINA DE PLUMAS.- Se realiza en sacos de yute o fundas de polipropileno.

CONTROL DE CALIDAD DE LA HARINA DE PLUMAS.- Se realiza análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la harina de plumas hidrolizadas para constatar su calidad.

Para la obtención de 1000 gr. de harina de plumas hidrolizadas se necesita 1056 gr., de plumas crudas obteniendo esta cantidad de 15 pollos broiler. Todo el proceso desde la recolección hasta el control de calidad dura en promedio 48 horas, a partir de este tiempo la harina está lista para ser mezclada en la formulación del concentrado.

### **3.8.7 Descripción del proceso de elaboración del balanceado para cuyes.**

RECEPCIÓN MATERIAS PRIMAS PARA EL CONCENTRADO.- Se reciben las materias primas que componen el balanceado, las cuales son: harina de plumas hidrolizadas, maíz duro, cebada de tercera, trigo de tercera, cebo de res, sal mineralizada, melaza, carbonato de calcio, torta de soya y alfarina.

CONTROL DE CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS.- Se revisa que las materias primas no contengan agentes externos de contaminación.

MOLTURACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS ENTERAS.- se realiza en molino de martillos.

FORMULACIÓN.- Se formula utilizando el método del tanteo en concentraciones de harina de pluma del: 6%, 8%, 10% y 12%.

DOSIFICACIÓN.- Conforme a la formulación se pesa cada uno de los ingredientes, como se muestra en los cuadros # 3.4 al # 3.7

MEZCLADO.- Se realiza en fundas para cada uno de los tratamientos propuestos.

CONTROL DE CALIDAD DEL BALANCEADO.- Se realiza análisis microbiológico y de formulación al balanceado, como indica el anexo # 3.

ENVASADO.- En sacos de yute o fundas plásticas.

ALMACENAJE.- Se lo realiza en condiciones ambientales.

### **3.8.8 Descripción del proceso de faenamiento.**

INSPECCIÓN ANTE MORTEM.- Al seleccionar los animales se revisa que no presenten síntomas de alguna lesión física o enfermedad.

**REPOSO Y RECUPERACIÓN.-** Antes de faenar, a los animales se les somete a un período de ayuno de 24 horas, en este tiempo se les suministra solo agua para evitar la pérdida de peso.

**PESAJE.-** Se realiza el pesaje del animal en vivo, para determinar el rendimiento a la canal, se utiliza una balanza.

**ATURDIMIENTO.-** Sujetando al cuy por las extremidades posteriores y halándolo del cuello para generar una ruptura de las vértebras cervicales.

**SANGRADO.-** Realizando una herida en el cuello a nivel de la yugular, facilita la eliminación de la sangre.

**DEPILADO.-** Una vez desangrado, se sumerge al animal en agua caliente con temperatura de entre 75 – 80 °C por un tiempo de 10 a 15 segundos sumergido en su totalidad, luego se depila manualmente o en maquina depiladora centrifuga, se termina el depilado con la extracción de las uñas.

**LAVADO.-** Una vez depilado, el animal es lavado en agua fría eliminando todo el pelo.

**EVISCERACIÓN.-** Mediante un corte longitudinal en el vientre, se extrae las vísceras (intestinos, traquea, esófago, yugular, hígado y baso).

LAVADO DE LA CANAL.- El lavado se realiza con agua corriente para eliminar todo residuo de sangre, pelo y partículas extrañas y mejorar la presentación de la canal.

PESAJE DE LA CANAL.- Una vez escurrida el agua de las canales, se pesan para determinar los rendimientos, en donde se incluye cabezas y patas.

REFRIGERACIÓN.- Para preservar la carne se almacena a temperaturas de 4 – 6 °C durante 24 a 48 horas.

### 3.8.9 FORMULACIÓN DEL ALIMENTO BALANCEADO.

En los cuadros 3.4 a 3.7 se muestra la formulación de los concentrados en base a harina de pluma como fuente principal de proteína:

**Cuadro 3.4. Formulación del balanceado para cuyes: 6 % harina de plumas hidrolizadas**

INGREDIENTE	CANT. %	MATERIA SECA		PROTEINA BRUTA.		GRASA BRUTA		FIBRA BRUTA		E.M kcal/kg		CENIZAS		CALCIO		FOSFORO TOTAL	
		Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%
morochillo	10	88,0	8,8	9,1	0,9	3,0	0,3	1,6	0,2	3606,0	360,6	1,9	0,2	0,01	0,0	0,3	0,0
harina de cebada	0	89,0	0,0	7,3	0,0	1,6	0,0	5,0	0,0	3612,0	0,0	3,2	0,0	1,0	0,0	0,4	0,0
harina de trigo	27	88,0	23,8	12,8	3,5	3,4	0,9	3,0	0,8	3528,0	952,6	1,5	0,4	0,1	0,0	0,4	0,1
cebo de res	0,5	99,5	0,5	0,0	0,0	95,0	0,5	0,0	0,0	7050,0	35,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
harina de pluma hidrolizada	6	93,2	5,6	96,8	5,8	2,9	0,2	1,3	0,1	2354,0	141,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
sal mineralizada (poderfos)	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	0,2	15,0	0,2
melaza	24	73,5	17,6	3,7	0,9	3,0	0,7	0,0	0,0	2263,0	543,1	11,3	2,7	0,8	0,2	0,1	0,0
carbonato de calcio	1,5	100,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,0	0,6	0,0	0,0
soya torta	10	89,6	9,0	45,1	4,5	5,2	0,5	4,6	0,5	3508,0	350,8	7,4	0,7	0,3	0,0	0,6	0,1
alfarina	20	0,0	0,0	10,9	2,2	1,0	0,2	42,2	8,4	2606,0	521,2	28,6	5,7	0,5	0,1	0,2	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>		<b>66,74</b>		<b>17,74</b>		<b>3,30</b>		<b>9,94</b>		<b>2904,77</b>		<b>9,77</b>		<b>1,13</b>		<b>0,40</b>

Elaborado: Autor

**Cuadro 3.5. Formulación del balanceado para cuyes: 8 % harina de plumas hidrolizadas**

INGREDIENTE	CANT. %	MATERIA SECA		PROTEINA BRUTA.		GRASA BRUTA		FIBRA BRUTA		E.M kcal/kg		CENIZAS		CALCIO		FOSFORO TOTAL	
		Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%
morochillo	16	88	14	9.1	1.5	3	0.5	1.6	0	3608	577	1.9	0.3	0.01	0.002	0.25	0.04
harina de trigo	46	88	40	12.8	5.9	3.4	1.6	3	1	3528	1623	1.5	0.7	0.05	0.023	0.41	0.19
harina de pluma hidrolizada	8	93	7.5	96.8	7.7	2.94	0.2	1.3	0	2354	188	0	0	0.12	0.01	0.07	0.01
sal mineralizada (poderfos)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0.46	15	0.3
melaza	6.5	74	4.8	3.7	0.2	3	0.2	0	0	2263	147	11.3	0.7	0.82	0.053	0.08	0.01
carbonato de calcio	1.5	100	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0.57	0	0
alfarina	20	0	0	10.9	2.2	1	0.2	42	8	2606	521	28.6	5.7	0.48	0.095	0.2	0.04
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>				<b>17.51</b>		<b>2.7</b>		<b>10</b>		<b>3056</b>		<b>7.45</b>		<b>1.2</b>		<b>0.6</b>

Elaborado: Autor

**Cuadro 3.6. Formulación del balanceado para cuyes: 10% harina de plumas hidrolizadas**

INGREDIENTE	CANT. %	MATERIA SECA		PROTEINA BRUTA.		GRASA BRUTA		FIBRA BRUTA		E.M kcal/kg		CENIZAS		CALCIO		FOSFORO TOTAL	
		Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%
morochillo	10	88,0	8.8	9,1	0.9	3,0	0.3	1,6	0	3606,0	361	1,9	0.2	0,01	0.001	0,25	0.03
harina de cebada	12	89,0	11	7,3	0.9	1,6	0.2	5,0	1	3612,0	433	3,2	0.4	1,0	0.124	0,4	0.05
harina de trigo	23	88,0	20	12,8	2.9	3,4	0.8	3,0	1	3528,0	811	1,5	0.3	0,1	0.012	0,4	0.09
cebo de res	1	99,5	1	0,0	0	95,0	1	0,0	0	7050,0	70.6	0,0	0	0,0	0	0,0	0
harina de pluma hidrolizada	10	93,2	9.3	96,8	9.7	2,9	0.3	1,3	0	2354,0	235	0,0	0	0,1	0.012	0,1	0.01
sal mineralizada (poderfos)	2	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	23,0	0.46	15,0	0.3
melaza	17.5	73,5	13	3,7	0.6	3,0	0.5	0,0	0	2263,0	396	11,3	2	0,8	0.144	0,1	0.01
carbonato de calcio	1.5	100,0	1.5	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	38,0	0.57	0,0	0
alfarina	23	0	0	10,9	2.5	1,0	0.2	42,2	10	2606,0	599	28,6	6.6	0,5	0.109	0,2	0.25
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>				<b>17.56</b>		<b>3.3</b>		<b>11</b>		<b>2907</b>		<b>9.47</b>		<b>1.4</b>		<b>0.5</b>

Elaborado: Autor

**Cuadro 3.7. Formulación del balanceado para cuyes: 12% harina de plumas**

**hidrolizadas**

INGREDIENTE	CANT. %	MATERIA SECA		PROTEINA BRUTA.		GRASA BRUTA		FIBRA BRUTA		E.M kcal/kg		CENIZAS		CALCIO		FOSFORO TOTAL	
		Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%	Kg/100	%
morochillo	20	88,0	18	9,1	1.8	3,0	0.6	1,6	0	3606,0	721	1,9	0.4	0,0	0.002	0,3	0.05
harina de cebada	16	89,0	14	7,3	1.2	1,6	0.3	5,0	1	3612,0	578	3,2	0.5	1,0	0.165	0,4	0.07
harina de trigo	0	88,0	0	12,8	0	3,4	0	3,0	0	3528,0	0	1,5	0	0,1	0	0,4	0
cebo de res	1.5	99,5	1.5	0,0	0	95,0	1.4	0,0	0	7050,0	106	0,0	0	0,0	0	0,0	0
harina de pluma hidrolizada	12	93,2	11	96,8	12	2,9	0.4	1,3	0	2354,0	282	0,0	0	0,1	0.014	0,1	0.01
sal mineralizada (poderfos)	2	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	23,0	0.46	15,0	0.3
melaza	25.5	73,5	19	3,7	0.9	3,0	0.8	0,0	0	2263,0	577	11,3	2.9	0,8	0.209	0,1	0.02
carbonato de calcio	1	100,0	1	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	38,0	0.38	0,0	0
alfarina	22	0,0	0	10,9	2.4	1,0	0.2	42,2	9	2606,0	573	28,6	6.3	0,5	0.105	0,2	0.04
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>				<b>17,94</b>		<b>3,6</b>		<b>11</b>		<b>2838</b>		<b>10.07</b>		<b>1,3</b>		<b>0,5</b>

Elaborado: Autor