

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**Evaluación de Forraje verde hidropónico de (*Hordeum vulgare* L.)
“cebada” (*Amaranthus caudatus* L.)”kiwicha” en la ganancia de peso,
talla y calidad de carcasa en cuyes raza Perú.**

T E S I S

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

AUTORES:

Bach. LUGGUE MICHELS ZELADA YOPLAC

Bach. JOSÉ ELÍ CARRANZA GOICOCHEA

ASESOR:

Lic. MSC. CARLOS EDUARDO MILLONES CHANAMÉ

CO - ASESOR:

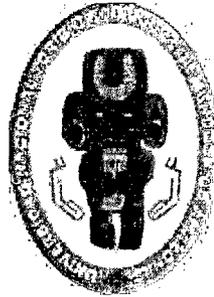
Lic. ERNESTINA ROSARIO CASTRO VÁSQUEZ

CHACHAPOYAS - PERÚ

2 0 1 1

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA
DE AMAZONAS**

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Evaluación de Forraje verde hidropónico de (*Hordeum vulgare* L.) “cebada” y (*Amaranthus caudatus* L.) “kiwicha” en la ganancia de peso, talla, y calidad de carcasa en cuyes raza Perú.

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL.**

**Autores :Bach. LUGGUE MICHELS ZELADA YOPLAC
Bach. JOSÉ ELÍ CARRANZA GOICOCHEA**

Asesor :Lic. MSC. CARLOS EDUARDO MILLONES CHANAMÉ

Co-Asesor :Lic. ERNESTINA ROSARIO CASTRO VÁSQUEZ

CHACHAPOYAS, PERÚ

2011

DEDICATORIA

A **Dios** que nos iluminó con el don de la sabiduría, el entendimiento para culminar nuestros estudios superiores en la carrera profesional de ingeniería agroindustrial y la fortaleza que nos brinda cada día para enfrentar con éxito los retos.

A nuestros **padres** por su respaldo, dedicación, y apoyo moral durante el desarrollo de la carrera profesional de ingeniería agroindustrial, así como durante el tiempo que duró la presente tesis de investigación. A nuestros hermanos (as) por su incondicional apoyo, esfuerzo y confianza.

A nuestra Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas por ser un ejemplo de superación y gestora de cambio educativo en nuestra región Amazonas.

L. MICHELS ZELADA Y- J. ELI CARRANZA G.

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento especial al **Lic. MSC. CARLOS EDUARDO MILLONES CHANAMÉ** por su confianza y apoyo incondicional, como guía permanente para el desarrollo de la presente investigación.

Así también expresamos nuestro sincero agradecimiento a:

Lic. Ernestina Rosario Castro Vásquez, por su apoyo, valiosos conocimientos, aportes y sugerencias como coasesor.

Ing. Erick Aldo Auquiñivín Silva, por su valioso apoyo y sugerencias en el análisis de parámetros de calidad de la carcasa de cuy.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

PH. Dr. MARINO VICENTE CASTAÑEDA CHÁVEZ

Rector

Lic. MS.C. ROBERTO JOSÉ NERVI CHACÓN

Vicerrector Académico

Blga. MS.C. ZOILA ROSA GUEVARA MUÑOZ

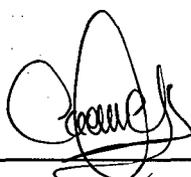
Vicerrector Administrativo

Ing. MS.C. WILSON MANUEL CASTRO SILUPU

Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias

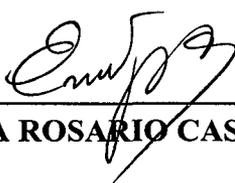
Agrarias

VISTO BUENO DEL ASESOR



Lic. MSC. CARLOS E. MILLONES CHANAMÉ

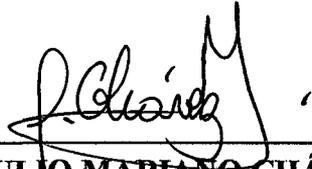
ASESOR DE TESIS



Lic. ERNESTINA ROSARIO CASTRO VÁSQUEZ

CO - ASESOR DE TESIS

JURADO CALIFICADOR



Blgo. MSC. JULIO MARIANO CHÁVEZ MILLA

PRESIDENTE



Lic. AGUSTÍN ROBERTO, MENDOZA ALFARO

SECRETARIO



Ing. HELÍ HUMBERTO, AGUIRRE ZAQUINAULA

VOCAL

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	iii
VISTO BUENO DEL ASESOR	iv
JURADO CALIFICADOR	v
TABLA DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CUY	3
1.1.1. Origen	3
1.1.2. Principales Líneas	3
1.1.2.1. Perú	3
1.1.2.2. Andina	4
1.1.2.3. Inti	4
1.1.2.4. Criollo Mejorado	5
1.2.3. Clasificación	5
1.1.3.1. Por su conformación	5
1.1.3.2. Por su pelaje	5
1.1.4. Sistemas de Producción	6
1.1.4.1. Crianza Familiar	6
1.1.4.2. Crianza Familiar – Comercial	7
1.1.4.3. Crianza Comercial	7
1.1.5. Principales Productos	8
1.1.6. Reproducción	8

1.1.7. Índice de Conversión Alimenticia en cuyes	10
1.1.8. Alimentación y Nutrición	10
1.1.8.1. Alimentación con Forraje	10
1.1.8.2. Alimentación Mixta	11
1.1.8.3. Alimentación Balanceada	11
1.1.8.4. Requerimientos Nutricionales del cuy	12
1.1.9. Insumos alimenticios utilizados en cuyes	18
1.1.9.1. Insumos forrajeros	18
1.1.9.2. Insumos energéticos	22
1.2. Forraje verde hidropónico (FVH)	27
1.2.1. Factores que Influyen en la Producción	28
1.2.1.1. Calidad de la Semilla	28
1.2.1.2. Iluminación	28
1.2.1.3. Temperatura	29
1.2.1.4. Humedad	30
1.2.1.5. Calidad del agua de riego	31
1.2.1.6. El pH del agua de riego	31
1.2.1.7. Conductividad eléctrica del agua de riego	31
1.2.1.8. Densidad de siembra	30
1.2.1.9. Especies	32
1.2.2. Beneficios de la producción de FVH	33
1.3. Objetivos	35
II. MATERIALES Y MÉTODOS	36
2.1. Evaluación de peso, talla e índice de conversión alimenticia	36
2.1.1. Material Biológico	36
2.1.2. Recolección de datos	36
2.1.2.1. Ensayos de germinación de la semilla de cebada y kiwicha	36
2.1.2.2. Instalación del Invernadero para la producción de Forraje verde hidropónico	37
2.1.2.3. Métodos de Producción del Forraje Verde Hidropónico	38
2.1.2.4. Instalación de las Pozas	40
2.1.2.5. Formulación Alimenticia	41

2.1.2.6. Medición de peso, talla e índice de conversión alimenticia	42
2.2. Evaluación de los parámetros de calidad de la carcasa	43
2.2.1. Recolección de datos	43
2.2.1.1. Obtención de la carcasa de cuy	43
2.2.1.2. Medición de pH, acidez total titulable, capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de emulsificación (CE) y porcentaje de humedad	43
2.3. Análisis estadístico	46
2.4.1. Análisis de los datos	46
3.4.2. Modelo Aditivo Lineal	46
III. RESULTADOS	47
3.1. Ganancia de peso de los cuyes	47
3.2. Ganancia de talla de los cuyes	48
3.3. Índice de conversión alimenticia	49
3.4. Parámetros de calidad de la carcasa de cuy	50
3.5. Costo de producción del Forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha	53
IV. DISCUSIONES	55
V. CONCLUSIONES	61
VI. RECOMENDACIONES	63
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
VIII. ANEXOS	75
Anexo N° 01: Instalación de un sistema hidropónico y construcción del Galpón para cuyes raza Perú	76

Anexo N° 02: Distribución de los cuyes en las pozas para ser alimentados con formulaciones de forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha durante 30 días	79
Anexo N° 03: Medición de peso y talla de los cuyes sometidos a una alimentación a base de forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha durante 30 días	83
Anexo N° 04: Fotografías de la evaluación de los parámetros de calidad de la carcasa de cuyes raza Perú, después de haber sido alimentados con formulaciones de forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha durante 30 días	85
Anexo N° 05: Análisis de varianza y comparaciones múltiples de los datos sobre peso, talla e índice de conversión alimenticia de los cuyes raza Perú, alimentados con formulaciones de forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha durante 30 días	92
Anexo N° 06: Análisis de Varianza y Comparaciones Múltiples de los datos sobre parámetros de calidad de la carcasa de cuyes raza Perú, después de haber sido alimentados con formulaciones de forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha durante 30 días	96
Anexo N° 07: Descripción de la metodología utilizada para el sacrificio de los cuyes raza Perú y obtención de carcasa para el análisis de los parámetros de calidad de la carne	98
Anexo N° 08: Descripción de los métodos de análisis, utilizados para determinar los parámetros de calidad de la carcasa de cuyes raza Perú después de haber sido alimentados con formulaciones de forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha durante 30 días	99

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Tabla 1. Composición de la carne de cuy	8
Tabla 2. Necesidades nutritivas del cuy en crecimiento	13
Tabla 3. Composición química de los forrajes utilizados en cuyes	19
Tabla 4. Digestibilidad aparente de la alfalfa verde en el cuy	20
Tabla 5. Composición nutricional del grano de cebada	24
Tabla 6. Composición nutricional del grano de Kiwicha en comparación con otros cereales	26
Tabla 7. Comparación entre las características del FVH (cebada) y otras fuentes alimenticias	34
Tabla 8: Evaluación de los parámetros productivos del forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha, evaluados en la dieta alimenticia de cuyes raza Perú al término de los 30 días	47
Tabla 9: Evaluación de parámetros de calidad de la carcasa de cuy raza Perú, después de haber sido alimentados con forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha durante 30 días	51
Tabla 10: Análisis de varianza para los datos de peso a los 0 días del experimento	92
Tabla 11: Análisis de varianza para los datos de peso a los 30 días del experimento	92
Tabla 12: Pruebas de significancia de Tukey (0,05), para los datos de peso a los de 30 días del experimento	92
Tabla 13: Análisis de varianza para los datos de talla a los 0 días del experimento	93

Tabla 14: Análisis de varianza para los datos de talla a los 30 días del experimento	93
Tabla 15: Pruebas de significancia de tukey (0,05) para los datos de talla a los 30 días del experimento	93
Tabla 16: Análisis de varianza para los datos de índice de conversión alimenticia a los 30 días del experimento	94
Tabla 17: Pruebas de significancia de Tukey (0,05) para los datos de índice de conversión alimenticia a los 30 días del experimento	94
Tabla 18: Pruebas de significancia de Tukey (0,05) para los datos de peso, medidos cada 5 días durante 1 mes	95
Tabla 19: Pruebas de significancia de Tukey (0,05) para los datos de talla, medidos cada 5 días durante 1 mes	95
Tabla 20: Análisis de varianza de los datos de pH	96
Tabla 21: Análisis de varianza de los datos de Acidez total titulable	96
Tabla 22: Análisis de varianza de los datos de capacidad de retención de agua (CRA)	96
Tabla 23: Análisis de varianza de los datos de Capacidad de Emulsificación (CE)	97
Tabla 24: Análisis de varianza de los datos de porcentaje de humedad	97

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Ganancia de peso de los cuyes raza Perú alimentados con forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha al término de los 30 días del experimento	48
Figura 2: Ganancia de talla de los cuyes raza Perú alimentados con forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha al término de los 30 días del experimento	49
Figura 3: Índice de conversión alimenticia de los cuyes raza Perú alimentados con forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha al término de los 30 días del experimento	50
Figura 4: pH, acidez total titulable y capacidad de retención de agua (CRA) de las muestras de carne de cuy después de los 30 días de alimentación con forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha a diferentes concentraciones	52
Figura 5: Capacidad de emulsificación y porcentaje de humedad de las muestras de carne de cuy después de los 30 días de alimentación con forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha a diferentes concentraciones	53
Figura 6. Instalación de un sistema hidropónico para la producción de FVH de cebada y kiwicha	76
Figura 7. Instalación de un galpón para cuyes raza Perú	77
Figura 8. Cámara de germinación conteniendo bandejas con semilla germinada	78
Figura 9. Galpón para cuyes con dos niveles y 6 divisiones	78
Figura 10. Poza Testigo: cuyes alimentados con 100 % cebada	79

Figura 11. Poza N° 02: Cuyes alimentados con 70 % cebada y 30 % kiwicha	79
Figura 12. Poza N° 03: Cuyes alimentados con 50 % cebada y 50 % kiwicha	80
Figura 13. Poza N° 04: Cuyes alimentados con 30 % cebada y 70 % kiwicha	80
Figura 14. Poza N° 05: Cuyes alimentados con 100 % kiwicha	81
Figura 15. Poza N° 06 (Testigo): cuyes alimentados con 100 % alfalfa	81
Figura 16. FVH de kiwicha pesado en una Balanza digital marca CC, modelo EK3651	82
Figura 17. Bandejas con forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha	82
Figura 18. Balanza digital marca CC, modelo EK3651	83
Figura 19. Medición del peso de los cuyes	83
Figura 20. Medidor manual para determinar la talla de los cuyes	84
Figura 21. Medición de la talla de los cuyes en un medidor manual	84
Figura 22. Obtención de las carcasas frescas de los cuyes raza Perú	85
Figura 23. Evaluación de los parámetros de calidad de la carcasa de cuy, realizados en el Laboratorio de Tecnología – UNTRMA	85
Figura 24. Proceso de trituración de la carne	86
Figura 25. Proceso de pesado de la carne	86
Figura 26. Proceso de titulación de las muestra de carne en un sistema de titulación	87

Figura 27. Final del proceso de titulación de las muestras de carne	87
Figura 28. Las muestras de carne son molidas, para luego transferirlos a los tubos de centrifuga	88
Figura 29. Tubos de centrifuga conteniendo carne molida y solución de cloruro de sodio al 0,6 M	88
Figura 30. Proceso de centrifugación de los tubos a 10 000 rpm por 12 minutos	89
Figura 31. Determinación de la capacidad de retención de agua, calculada por el volumen de agua retenida en la carne molida después de la centrifugación	89
Figura 32. Trituración y pesado de la carne de cuy	90
Figura 33. Determinación de la capacidad de emulsificación, calculada por el volumen de aceite agregado a la pasta de carne antes de la ruptura de la emulsión	90
Figura 34. Balanza de humedad del laboratorio de la UNTRM- A	91
Figura 35. Balanza de humedad en actividad para determinar el porcentaje de humedad de la carne	91

RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la ganancia de peso, talla, índice de conversión alimenticia y parámetros de calidad de la carcasa de cuyes machos raza Perú (*Cavia Porcellus*), alimentados con forraje verde hidropónico (FVH) de cebada (*Hordeum vulgare* L.) y kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.). Los cuyes se distribuyeron en pozas construidas de madera y malla metálica, siendo alimentados según las formulaciones: T1 (100 % cebada), T2 (70 % cebada – 30 % kiwicha), T3 (50 % cebada – 50 % kiwicha), T4 (30 % cebada – 70 % kiwicha), T5 (100 % kiwicha) y Testigo (100 % Alfalfa), respectivamente. La producción de FVH se realizó en bandejas construidas a base de madera y forradas con plástico de color blanco, las cuales permanecieron en la cámara de germinación hasta los 8 días, con riego constante con solución hidropónica; posteriormente, las semillas fueron germinadas en bandejas de producción, donde permanecieron hasta la cosecha, alrededor de los 15 días. Para el análisis de datos de peso, talla e índice de conversión alimenticia, se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con 06 tratamientos y 6 repeticiones. En cambio para los parámetros de calidad de la carcasa: pH, acidez total titulable, capacidad de retención de agua, capacidad de emulsificación y porcentaje de humedad de la carcasa fresca de cuy, se utilizó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) con 6 tratamientos y 3 bloques, para la comparación de medias se empleó la prueba Tukey al 95 % de confianza. La mejor ganancia de peso, talla e índice de conversión alimenticia de los cuyes se obtuvieron en los tratamientos T2 (70 % cebada – 30 % kiwicha), T3 (50% cebada - 50% kiwicha), con valores de peso (507,00 g y 417,00 g), talla (12,17 cm y 11,08 cm) e índice de conversión alimenticia (3,755 y 3,758), respectivamente. Los parámetros de calidad de la carcasa fresca de cuy: pH (6,377 y 6,397), acidez total titulable (0,0103 % y 0,0123 %), capacidad de retención de agua (0,787 mL/g y 0,933 mL/g), capacidad de emulsificación (1,420 mL/g y 1,373 mL/g) y porcentaje de humedad (73,2667 % y 75,3667 %) fueron no significativos y estuvieron próximos a la Norma Técnica Peruana (NTP 201.058) para Carne y productos cárnicos: (Definiciones, clasificación y requisitos de carcasas y carne de cuy).

Palabras Claves: Cuyes raza Perú, Forraje verde hidropónico, kiwicha

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the increase in weight, size as well as feed conversion ratio and the parameter of the quality of the carcass of the male Peruvian guinea pig (*Cavia Porcellus*) when fed green hydroponic fodder (GHF) of barley (*Hordeum vulgare* L.) and amaranth (*Amaranthus caudatus* L.). The guinea pigs were put in containers of wood and mesh and fed accordingly: T1 (100 % barley), T2 (70 % barley – 30 % amaranth), T3 (50 % barley – 50 % amaranth), T4 (30 % barley – 70 % amaranth), T5 (100 % amaranth) and a control group (100 % Alfalfa). GHF productions was carried out in trays of wood with white plastic lining. It remained in the germination chamber for eight days with constant irrigation of the hydroponic solution. Then the seeds were germinated in trays where they remained until harvest for about 15 days. For the analysis of the data on the weight size and the feed conversion ratio a completely randomized design (CDR) was used with 06 treatments and 6 repetitions. In contrast to the parameters of the quality of the chassis: pH, total titratable acidity, capacity of water retention, emulsifying capacity and moisture content of the guinea pig chassis, the randomized block design (CRBD) was used, with six treatments and three blocks. For comparison of the means the Tukey test was used at 95 % confidence. The most gain of weight, size and feed conversion ratio of the guinea pigs was seen in the treatments of T2 (70 % barley – 30 % amaranth), T3 (50 % barley – 50 % amaranth) with weight values of 507,00 g and 417,00 g, size 12,17 cm and 11,08 cm and feed conversion ratio 3,755 and 3,758, respectively. The parameters of the quality of the fresh carcass of guinea pigs measured: pH 6,377 and 6,397, total titratable acidity 0,0103 % and 0,0123 %, capacity of water retention 0,787 mL/g and 0,933 mL/g, capacity of emulsification 1,420 mL/g and 1,373 mL/g, and moisture content 73,2667 % and 75,3667 %. These were not significant and were closet o the Peruvian Technical Standard (Norma Técnica Peruana (NTP 201.058) for meat and meat products): (definitions, classification and requirements of the chassis of of guinea pigs).

Key words: Peruvian guinea pigs, green hydroponic fodder, amaranth

I. INTRODUCCIÓN

El cuy como animal nativo, siempre ha constituido una importante fuente de proteína para los consumidores. Su relativa facilidad de crianza y su demanda local, regional y nacional en continuo crecimiento, lo ponen en ventaja productiva frente a otras especies pecuarias. La mayoría de los productores utilizan mayormente en la alimentación de sus cuyes forrajes y residuos de cosecha, no obstante sus parámetros productivos no alcanzan niveles satisfactorios en la producción de cuyes. Esta situación desarrolla nuevas estrategias de alimentación que permitan optimizar la productividad de la crianza del cuy (Chauca, 1997).

El problema de utilizar sólo forrajes y residuos de cosecha hace que la cantidad de nutrientes que estos alimentos aportan sea variable y en algunos casos no son suficientes para satisfacer los requeridos por el cuy habiendo un bajo contenido de energía lo cual influye en el lento crecimiento del cuy. La deficiencia de energía puede corregirse mediante la suplementación de insumos de mayor densidad energética como son los cereales que en su gran mayoría tienen un alto contenido de proteínas y energía que facilitan un rápido desarrollo de los animales menores (Bojórquez *et al.*, 2006).

Actualmente los forrajes que más se utilizan para la producción de cuyes son tradicionales, limitándose en su gran mayoría a hierbas y pastos tradicionales como rye grass, trébol, alfalfa; y en una pequeña escala se crían con alimentos balanceados; es por estas razones que el crecimiento y desarrollo del cuy, después del destete hasta que llegue a un peso comercial, es largo y poco productivo (Roca Rey, 2001).

Dentro del contexto anterior, el Forraje verde hidropónico representa una alternativa de producción de forraje para la alimentación de corderos, terneros, vacas en ordeño, caballos, de carrera, conejos, cuyes, entre otros animales domésticos; y de especial utilidad durante los períodos de escasez de forraje verde (FAO, 2002).

El Forraje verde hidropónico es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. El Forraje verde hidropónico o “green

fodder hydroponics” es un forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal. En términos prácticos, el Forraje verde hidropónico consiste en la germinación de granos (semillas de cereales o de leguminosas) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo. Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo (FAO, 2002).

El proceso de producción de FVH se realiza en recipientes planos y tiene un tiempo de duración no mayor a los 12 o 15 días, realizándose riegos con agua hasta que los brotes alcancen una altura de 3 a 4 centímetros. A partir de ese momento se continúan los riegos con una solución hidropónica la cual tiene por finalidad aportar los elementos químicos necesarios (especialmente el nitrógeno) necesarios para el óptimo crecimiento del forraje, así como también de otorgarle características de alta palatabilidad, buena digestibilidad y excelente sustituto del alimento concentrado (Huterwal, 1960 y Níguez, 1988).

El Forraje verde hidropónico es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta sanidad y calidad nutricional producido muy rápidamente (9 a 15 días), en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello. La tecnología Forraje verde hidropónico es complementaria y no competitiva a la producción convencional de forraje a partir de especies aptas (avena, mezclas de trébol y gramíneas, alfalfa, etc.) para cultivo forrajero convencional (FAO, 2002).

1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CUY

1.1.1. Origen

El cuy es una especie originaria de los Andes. La población de cuyes se encuentra distribuida en todo el Perú, donde son criados para aprovechar su carne en la alimentación humana. El cuy es un animal que proporciona carne de rico sabor y excelente calidad. Su rusticidad, fácil manejo y rápida reproducción han hecho que la crianza de cuyes se haya mantenido desde épocas muy antiguas hasta nuestros días (FAO, 1991).

Las ventajas de la crianza de cuyes incluyen su calidad de especie herbívora, su ciclo reproductivo corto y la facilidad de adaptación a diferentes ecosistemas. (Chauca, 1997).

1.1.2. Principales Líneas

Según (INIA, 1995) el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) ha desarrollado líneas comerciales de cuyes entre las que se encuentran:

1.1.2.1. Perú

Es una raza con un desarrollo muscular marcado, precoz y eficiente convertidora de alimento. El color de su capa es alazán con blanco, puede ser combinado o fajado, por su pelo liso corresponde al Tipo 1. Puede o no tener remolino en la cabeza, con orejas caídas, ojos negros; aunque existen individuos con ojos rojos. No es un animal polidáctilo, existe predominancia de animales con 4 dedos en los miembros anteriores y 3 en los posteriores (INIA, 1995).

Origen

Los cuyes de la raza Perú, provienen de ecotipos muestreados en la sierra norte del país, mediante selección en base a peso vivo individual. Mediante mejoramiento genético se pudo formar una raza precoz. La raza es originaria de Cajamarca, desarrollada en la costa central a una altitud de 250 m.s.n.m (INIA, 1995).

Adaptación

La raza Perú ha demostrado su adaptación a los ecosistemas de costa y sierra, desde el nivel del mar hasta altitudes de 3500 m.s.n.m (INIA, 1995).

Conversión alimenticia

Pueden alcanzar su peso de comercialización a las nueve semanas, con un índice de conversión alimenticia de 3,81 en óptimas condiciones. Tienen en promedio 2,8 crías por parto (INIA, 1995).

1.1.2.2. Andina

Son de color blanco y seleccionados por su prolificidad, obtienen un mayor número de crías por unidad de tiempo (3,9 crías por parto) (INIA, 1995).

1.1.2.3. Inti

Son de doble propósito y con gran potencial para la sierra, por su rusticidad y adaptabilidad a la altura. Alcanzan un promedio de 800 gramos a las diez semanas de edad, con una prolificidad de 3,2 crías por parto (INIA, 1995).

1.1.2.4. Criollo Mejorado

En los países andinos, abundan los cuyes nativos y/o criollos que son animales pequeños y rústicos con bajos niveles productivos, pero que cruzados con líneas mejoradas producen cuyes con mayores índices de prolificidad y precocidad (INIA, 1995).

1.1.3. Clasificación

Chauca (1993), ha clasificado a los cuyes por su conformación y pelaje, de la siguiente manera:

1.2.3.1. Por su conformación

Tipo A

Cuyes de razas mejoradas que tengan una buena longitud, profundidad y ancho para obtener un mayor grado de desarrollo muscular. Son de temperamento tranquilo y buenos convertidores de alimento.

Tipo B

Se caracterizan por tener cuerpo de poca profundidad y desarrollo muscular escaso. Es de carácter muy nervioso, poco adaptado para vivir en pozas y de manejo dificultoso.

1.1.3.2. Por su pelaje

Tipo I

De pelo corto y pegado al cuerpo. Puede tener o no remolino en la cabeza, pueden ser de colores simples y claros, oscuros o combinados.

Tipo II

De pelo corto en forma de rosetas a lo largo del cuerpo, menos precoz. En su mayoría son cuyes criollos. No son una población dominante y se caracterizan por ser de diversos colores.

Tipo III

De pelo largo y lacio, no es buen productor de carne y es más utilizado como ornamento.

Tipo IV

De pelo corto y erizado, al nacer presentan pelo ensortijado, su forma de cabeza y cuerpo redondeados. Es de tamaño medio de carne muy apetecible, de buena implantación muscular. La variabilidad de sus parámetros productivos y reproductivos le da un potencial como productor de carne.

1.1.4. Sistemas de Producción

Chauca (1993), menciona que la crianza de cuyes que conduce en tres diferentes sistemas (familiar, familiar-comercial y comercial) caracterizado por la función que esta cumple dentro del contexto de la unidad productiva.

1.1.4.1. Crianza Familiar

La crianza de cuyes a nivel familiar da seguridad alimentaria y sostenibilidad a las actividades de los pequeños productores. Es el sistema más difundido, y se distingue por desarrollarse en el seno de la familia, fundamentalmente a base de insumos y mano de obra excedentes. Este sistema es el que predomina en las comunidades rurales, donde los cuyes y campesinos comparten una misma habitación. Los animales son criados exclusivamente para el

consumo familiar ya que este sistema de crianza no permite obtener niveles buenos de reproducción, crecimiento y engorde. Los insumos alimenticios empleados son por lo general forrajes, residuos de cosechas y de cocina (Chauca, 1993).

1.1.4.2. Crianza Familiar – Comercial

El sistema de crianza familiar-comercial genera empleo y permite disminuir la migración de los pobladores del área rural. En este sistema se mantiene una población no mayor de 500 cuyes. Se ponen en práctica mejores técnicas de cría, lo cual se traduce en la composición del lote. La alimentación es normalmente a base de subproductos agrícolas y pastos cultivados. En algunos casos se complementa con alimentos balanceados. El control sanitario es más estricto. La crianza se realiza en instalaciones adecuadas (las pozas de cría) que se construyen con materiales de proveniencia local. Los cuyes se agrupan en lotes por edad, sexo y clase, razón por la cual este sistema exige mayor mano de obra para el manejo y mantenimiento de las pasturas (Chauca, 1993).

1.1.4.3. Crianza Comercial

Actividad orientada al mercado, por lo tanto busca optimizar el proceso productivo para maximizar ganancias. Son muy pocos los productores que se dedican a esta actividad, ubicándose las explotaciones en zonas circundantes a las grandes ciudades. Se caracteriza por: Predominancia de poblaciones de líneas selectas (generalmente Perú e Inti) que son productoras de carne destinadas exclusivamente para la venta. Se logra mayor ganancia de peso (hasta 10 g/animal/día) que en los otros sistemas y el mejor manejo de la población permite alcanzar un óptimo índice productivo (Chauca, 1993).

1.1.5. Principales Productos

El principal producto de estos animales es su carne, la cual se consume en diversos platos típicos como: el cuy chactado, el pepián de cuy, etc. La carne de cuy se caracteriza por presentar buenas características nutritivas, con un 19,1 % de proteína y 7,41 % de grasa. El peso promedio comercial de las carcasas llega a 600 g. El guano es otro producto de importancia, utilizado como abono para fertilizar los suelos (INIA, 1995).

Tabla 1. Composición de la carne de cuy.

Especie	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Carbohidratos (%)	Minerales (%)
Cuy	70,6	20,3	7,8	0,5	0,8
Aves	70,2	18,3	9,3	1,2	1,0
Cerdos	46,8	14,5	37,3	0,7	0,7
Ovinos	50,6	16,4	31,1	0,9	1,0
Vacuno	58,9	17,5	21,8	0,8	1,0

Fuente: Aliaga (1994).

1.1.6. Reproducción

La reproducción no es más que el acto que permite perpetuar a las especies, es el cruce de la hembra y el macho para fecundar un embrión que luego dará origen a un nuevo animal (INIA, 1995).

Ciclo Estral

Los cuyes son poliestrales durante todo el año. Los celos aparecen cada 16 días y es la época propicia para que la hembra quede preñada. El ciclo estral desaparece con la preñez (INIA, 1995).

Pubertad

Se conoce así a la edad en que los cuyes han alcanzado la madurez sexual y son capaces de tener crías. La pubertad depende en gran parte de la calidad de la alimentación y el manejo. Los cuyes son muy precoces. En las hembras la pubertad puede aparecer a los 25 días, por lo que se hace necesario realizar el destete a tiempo para evitar que sean servidas por sus padres al estar en la misma poza. En los cuyes machos la pubertad es más lenta y llega a los 60 y 70 días de edad (INIA, 1995).

Empadre

Consiste en juntar a las hembras y los machos para que realicen la reproducción, a esos animales se les conoce como reproductores. En las pozas de empadre se juntan a 1 macho y 10 a 12 hembras (INIA, 1995).

Gestación y preñez

Es el período de tiempo que dura la formación de un nuevo cuy en el vientre de la hembra. El tiempo promedio es de 67 días y varía según el tamaño de la camada (INIA, 1995).

Lactancia y destete

Los cuyes nacen cubiertos de pelo y con los ojos abiertos. A las tres horas son capaces de alimentarse por si mismos. Sin embargo, es necesario que consuman leche materna ya que es muy nutritiva y proveerá los anticuerpos a las crías para combatir y soportar las enfermedades. El tiempo de lactancia dura 21 días, luego de este período se desteta a las crías y se pasan a otras pozas para su crecimiento y engorde (INIA, 1995).

1.1.7. Índice de Conversión Alimenticia en cuyes

Según (INIA, 1995) el índice de conversión alimenticia para cuyes en promedio es de 3,81 en óptimas condiciones y se calculan estimando el consumo de materia seca del alimento suministrado.

En general la conversión alimenticia es una medida de la productividad de un animal y se define como la relación entre el alimento que consume y el peso que éste gana (Barrena y Avilez, 2001).

Normalmente se calcula como consumo de alimento sobre la ganancia de peso del animal. Por ejemplo si se proporciona 0,230 kilos de forraje por cuy día, y aumenta 0,030 gramos por día, entonces se puede calcular así: 7,6 de conversión en base fresca o una conversión de 3,51 en materia seca; entre menor sea este valor, es más eficiente la alimentación (Botero y De la Ossa, 2003).

1.1.8. Alimentación y Nutrición

El cuy, especie herbívora monogástrica, tiene dos tipos de digestión: la enzimática, a nivel del estómago e intestino delgado, y la microbiana, a nivel del ciego. Su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración alimenticia. Este factor contribuye a dar versatilidad a los sistemas de alimentación. Los sistemas de alimentación son de tres tipos: con forraje, con forraje más balanceados, y con balanceados más agua y vitamina C. Estos sistemas pueden aplicarse en forma individual o alternada, de acuerdo con la disponibilidad de alimento existente en el sistema de producción (familiar, familiar-comercial o comercial) y su costo a lo largo del año. En la explotación tradicional la alimentación del cuy es del 80 % a base de pastos verdes y algunas malezas, suplementada en ocasiones con desperdicios de cocina y hortalizas. Este sistema de alimentación no llena los requisitos mínimos nutricionales del animal presentándose susceptibilidad a enfermedades, índices bajos de natalidad y pesos bajos en el nacimiento y destete. La alimentación es uno de los factores de la producción de mayor

importancia en el proceso productivo, ya que representa más del 50 % de los costos totales de producción en la explotación pecuaria. Por esto, cualquier variación en los costos de alimentación repercute fuertemente en los costos totales, pudiendo significar el éxito o fracaso de la empresa (INIA, 1995).

1.1.8.1. Alimentación con Forraje

Generalmente su alimentación es a base de forraje verde en un 80 %. Los pastos utilizados como forraje deben ser una mezcla entre gramíneas y leguminosas con el fin de balancear los nutrientes. Así mismo, se pueden utilizar hortalizas, desperdicios de cocina especialmente cáscara de papa por su alto contenido de vitamina C. Los forrajes más utilizados en la alimentación son: alfalfa, ray grass, pasto azul, trébol y avena, entre otros (INIA, 1995).

1.1.8.2. Alimentación Mixta

En este tipo de alimentación se considera el suministro de forraje más un balanceado, pudiendo utilizarse afrecho de trigo más alfalfa, los cuales han demostrado superioridad del comportamiento de los cuyes cuando reciben un suplemento alimenticio conformado por una ración balanceada. Aunque los herbívoros, en este caso los cuyes, pueden sobrevivir con raciones exclusivas de pasto, los requerimientos de una ración balanceada con un alto contenido de proteína, grasa y minerales es realmente importante (INIA, 1995).

1.1.8.3. Alimentación Balanceada

Se conoce con este nombre a los alimentos que resultan de la combinación o la mezcla de varias materias primas tanto de origen animal como vegetal (especialmente de granos), que complementan la acción nutritiva de la ración alimenticia corriente (INIA, 1995).

1.1.8.4. Requerimientos Nutricionales del cuy

Así se define a la cantidad necesaria de nutrientes que deben estar presentes en la dieta alimenticia diaria de los animales para que puedan desarrollarse y reproducirse con normalidad. El conocimiento de las necesidades nutritivas del cuy permite la elaboración de raciones alimenticias óptimas para un mejor desarrollo del animal en sus diferentes etapas. Estas necesidades nutritivas que generalmente utilizamos para formular raciones, han sido determinadas por la National Research Council (NRC, 1995).

Tabla 2. Necesidades nutritivas del cuy en crecimiento.

Componente Nutritivo	Cantidad
Proteína (%)	18,0
Energía digestible (kcal/kg)	3 000,0
Fibra (%)	15,0
Ácidos grasos insaturados (%)	menor a 1,0
Calcio (%)	0,8
Fosforo (%)	0,4
Magnesio (%)	0,1
Potasio (%)	0,5
Zinc (mg/kg)	20,0
Manganeso (mg/kg)	40,0
Cobre (mg/kg)	6,0
Yodo (ug/kg)	150,0
Selenio (ug/kg)	150,0
Cromo (mg/kg)	0,6
Vitamina A (mg/kg)	6,6
Vitamina D (mg/kg)	0,025
Vitamina E (mg/kg)	26,7
Vitamina K (mg/kg)	5,0
Vitamina C (mg/kg)	200,0
Tiamina (mg/kg)	2,0
Riboflavina (mg/kg)	3,0
Niacina (mg/kg)	10,0
Piridoxina (mg/kg)	2,0-3,0
Acido fólico (mg/kg)	3,0-6,0
Colina (g/kg)	1,8

Fuente: NRC (1995).

Proteína

La síntesis o formación de tejido corporal requiere del aporte de proteínas, por lo que un suministro inadecuado, especialmente en animales jóvenes, etapa de mayor demanda proteica, produce un crecimiento retardado y menor eficiencia en la utilización de los alimentos (Maynard *et al.*, 1981; Mc Donald *et al.*, 2006).

La respuesta animal al aporte de proteína en la ración puede estar influenciada por el genotipo animal, el tipo, calidad, cantidad y número de los insumos empleados. Respecto al genotipo, el tamaño y velocidad de crecimiento de los cobayos es proporcional a los requerimientos de proteína, así los cuyes mejorados alcanzan incrementos diarios de peso de 15,4 g con consumos de proteína de 8,48 g/animal/día (Saravia, 1994); los cruzados ganan 8-10 g diarios con 7,2 g de proteína/animal/día (Chauca, 1995), mientras que los criollos obtienen un incremento diario aproximado de 3,2 a 4 g/día con un requerimiento aproximado de 8 g/animal/día (Higaona *et al.*, 1990; Chauca, 1995). Estas variaciones ayudan a explicar por qué bajo un mismo sistema de producción con dieta forrajera, un cuy criollo puede llegar a 480 g a las 13 semanas, mientras que uno mejorado logra llegar a 574 g (Roca Rey, 2001).

La mayor disponibilidad de aminoácidos esenciales: lisina, triptófano, metionina, valina, histidina, fenilalanina, leucina, isoleucina, treonina, y arginina (Caycedo, 2000) se da en los insumos concentrados proteicos de origen vegetal, dado su mejor digestibilidad, respecto a los insumos concentrados de origen animal (Tsukahara y Ushida, 2000). La combinación de insumos proteicos brinda mejores resultados durante el crecimiento (Aliaga, 1993) debido a que se complementan los aminoácidos proveídos por cada insumo, especialmente cuando los insumos tienen un origen marcadamente diferenciado.

Energía

Los carbohidratos, lípidos y proteínas proveen de energía al animal, y el consumo en exceso de energía, se almacena como grasa dentro del cuerpo (Maynard *et al.*, 1981). La NRC (1995), sugiere un nivel de energía digestible (ED) de 3000 Kcal por kilogramo (kg) de materia seca (MS) en cuyes, no obstante los animales empleados en esta estimación poseen 25 % menor tamaño que los cobayos mejorados peruanos (Gómez y Vergara, 1995). Además los requerimientos de mantenimiento pueden incrementarse cuando los animales se encuentran por debajo de su zona termoneutral, es decir menos de 18 °C para el caso de los cobayos.

La mayoría de los autores coinciden en que el nivel de energía ofrecido en la dieta es directamente proporcional a la respuesta animal en ganancia de peso (Mercado, 1972; Paucar, 1992; Torres *et al.*, 2006), luego de evaluar un rango de energía en la ración desde 2200 hasta 3080 Kcal ED/kg de alimento.

Grasa

El cobayo requiere de un aporte permanente en la dieta de dos ácidos grasos esenciales, el linolénico y el linoleico. La deficiencia de estos ocasiona retardo en el crecimiento, anemia microcítica, y dermatitis (Navia y Hunt, 1976). Una respuesta satisfactoria en cobayos en crecimiento se logra incluyendo 1 % de lípidos en la dieta. Sin embargo, para fines prácticos es recomendable un nivel de 3 % en la ración (Reid, 1954).

Fibra

Para insumos forrajeros fibrosos como el heno de alfalfa (33,07 % FC) y el maíz chala (33,55 % FC); Correa (1994) encuentra coeficientes de digestibilidad de la MS de 62,57 % y 59,60 %,

respectivamente, valores que son altos en cobayos y prueban su eficiencia en utilización de la fibra respecto a los conejos y otros roedores (Sakaguchi *et al.*, 1987). El procesamiento de la fibra se da por digestión microbiana a nivel del ciego y colon obteniendo entre sus productos ácidos grasos de cadena corta que contribuyen a satisfacer los requerimientos de energía de esta especie. Sin embargo cuando el forraje posee alto grado de lignificación y consecuentemente baja digestibilidad, como ocurre con la panca de maíz (28,2 % de digestibilidad de MS); los cobayos realizan una respuesta compensatoria incrementando su consumo (Gómez *et al.*, 1992).

Minerales

Unos 21 elementos pueden considerarse como esenciales para el organismo animal: calcio, fosforo, magnesio, azufre, manganeso, potasio, cloro, sodio, zinc, hierro, cobre, cobalto, molibdeno, iodo, selenio, cromo, flúor, níquel, vanadio, sílice y estaño, cuyos requerimientos son más difíciles de determinar con exactitud que los otros nutrientes orgánicos ya que muchos factores determinan su aprovechamiento como la interrelación de estos en el organismo (Maynard *et al.*, 1981).

El calcio, elemento mineral más abundante e importante en los organismos animales (Mc Donald *et al.*, 2006), debe suministrarse en cobayos en un nivel de 0,8 % y en una relación Ca:P de 2:1 (NRC, 1995); no obstante Flores (1991) sugiere 1 % de calcio y Afuso (1976) un 0,5 % de fósforo para una óptima respuesta en conversión alimenticia e incrementos de peso. Un exceso en el aporte de Ca y P incrementa los requerimientos de Mg y K, ocasionando con su deficiencia trastornos en el crecimiento, pobre coordinación muscular y anemia en el caso de Mg y muerte temprana para el caso del K cuando la dieta proporciona menos de 1 g/kg de alimento (Rico y Rivas, 2003).

Vitaminas

El cuy carece de la capacidad de sintetizar el ácido ascórbico (vitamina C), razón fundamental por la cual deben consumir permanentemente forrajes verdes. La adición de 30 mg de vitamina C a dietas con exclusión de forraje verde permite una respuesta en el crecimiento de cuyes similar a la obtenida con dietas de forraje más concentrado. No obstante niveles de vitamina C menores a 30 mg afectan el crecimiento (Amaro, 1977).

En cuanto a la vitamina A, (Zevallos,1996) menciona que el cuy tiene baja capacidad para almacenarla, por eso normalmente satisface su requerimiento mediante la libre asimilación de carotenos, como parte constituyente de su dieta forrajera, la deficiencia de esta ocasionaría pérdida de peso, dermatitis severa y principalmente formación defectuosa de dentina en los incisivos de los cobayos.

La vitamina D cumple una función reguladora en el metabolismo de Ca y P a nivel intestinal (Rico y Rivas, 2003), corrigiendo los excesos de estos minerales; aunque no hay muchos estudios cuantitativos del requerimiento de ésta en cobayos, la NRC ha establecido una necesidad de 1000 IU/kg de ración.

Las necesidades de vitamina B12 parece que son satisfechos por la síntesis bacteriana del tracto gastrointestinal siempre que se administre una adecuada cantidad de cobalto en la dieta (Zevallos, 1996).

Agua

El agua constituye el 60 a 70 % del organismo animal, es importante para el transporte de metabolitos, nutrientes y desechos, interviene en los procesos metabólicos como la termoregulación, hidrólisis de proteínas, grasas y carbohidratos y en los procesos productivos como la producción de leche (Maynard *et al.*, 1981).

El requerimiento diario depende del tamaño del animal, estado fisiológico, temperatura y humedad ambiental. Cuando la alimentación es exclusivamente de forraje verde o se suministra en altas cantidades (más de 200 g) no requiere suministro adicional de agua. Sin embargo, si se suministra forraje restringido (30 g/animal/día de materia seca) requiere 85 mL de agua (Chauca y Zaldivar, 1995).

1.1.9. Insumos alimenticios utilizados en cuyes

El cuy es un animal muy versátil para incluir una gran variedad de insumos en su dieta, desde forrajes (alfalfa, rye grass, trébol rojo), granos (cebada, maíz, trigo), tubérculos; así como sus subproductos y residuos de cosecha (Castaño, 1975).

En 1995, el INIA realizó un estudio en el Valle del Mantaro determinando un mayor uso de la alfalfa (46 %) en la alimentación de cobayos, además de otros forrajes como el rye grass italiano, trébol rojo, avena, cebada, etc.

1.1.9.1. Insumos forrajeros

Los insumos forrajeros pueden dividirse en dos grandes grupos: las leguminosas, con alto contenido proteico (15-25%) y energético (2,3-2,5 Mcal ED/kg MS); y las gramíneas, con similar contenido energético a las leguminosas, pero son deficientes en el contenido proteico (6-15%) (Bojórquez *et al.*, 2006).

La calidad nutritiva de los forrajes es muy variada y está influenciada por factores inherentes a la planta como su composición química y digestibilidad, factores inherentes al animal como el consumo y eficiencia en la utilización de los nutrientes y factores relacionados a la interacción forraje-animal (San Martín, 1992). Un animal en crecimiento debe consumir de 160-200 g de forraje fresco al día para cubrir sus requerimientos de agua y vitamina C, (Zevallos, 1996; Chauca y Zaldivar, 1995).

Tabla 3. Composición química de los forrajes utilizados en cuyes.

Composición	Leguminosas			Gramíneas		
	Alfalfa	Trébol rojo	Vicia Forraj.	Rye grass	Avena Forraj.	Maíz chala
MS (%)	22d	22c	-	17d	26-39ef	30b
Proteína (%)	20-26d	21-23	22 d	17d	4-10e	12a
Fibra (%)	13d	-	28d	16d	35-39e	28a
E.N. (%)	44d	-	37d	55d	43-53e	52a
Ca (%)	1,72b	-	-	0,28d	0,45e	0,13a
P (%)	0,31	-	-	0,14d	0,23e	-

Fuente: aSilva, 1994; bNRC, 1995; cLaforé, 1999; dCaycedo, 2000; eCabrera y Figueroa, 2006; fNoli *et al.*, 2006.

Alfalfa (*Medicago sativa*)

La alfalfa es una leguminosa cultivada tanto en climas tropicales como templados. Varias de las variedades introducidas en el Perú se adaptaron muy bien a las condiciones de la Sierra Central (Hinojosa *et al.*, 2006), alcanzando altos rendimientos de materia seca que pueden variar entre 13-20 Toneladas por hectárea al año (Ordoñez *et al.*, 2001; Bojórquez *et al.*, 2006).

A diferencia de las gramíneas, la alfalfa no posee grandes cantidades de polisacáridos de reserva en forma de pentosas, pero contiene pequeñas cantidades de almidón y relativamente grandes de pectina. Su contenido en proteínas es alto, pudiendo llegar a más del 20 % cuando la planta se corta al principio de la floración (Mac Donald *et al.*, 2006). El contenido de energía digestible fue estimado por (Correa, 1994) en 2,48 Mcal /kg de MS; mientras que el contenido de minerales se estima en 0,31, 1,72, y 0,27 % por kg de MS de fósforo, calcio, y magnesio, respectivamente (NRC, 1995).

Tabla 4. Digestibilidad aparente de la alfalfa verde en el cuy.

Parámetro	Digestibilidad (%) MS	Fuente
Materia seca	66	Duchi, 1993
	63-66*	Escobar y Blas, 1987
	71,40	Escobar y Blas, 1989
	60,59	Mosqueira, 1971
	74,80	Saravia <i>et al.</i> , 1984
Proteína bruta	78,10	Duchi, 1993
	76,60	Escobar y Blas, 1989
	74,76	Mosqueira, 1971
	58,98 ^a	Ninanya, 1974
	82,20	Saravia <i>et al.</i> , 1984
Fibra bruta	41,00	Duchi, 1993
	74,80	Saravia <i>et al.</i> , 1992
	40,71 ^a	Ninanya, 1974

*Variación de acuerdo al estado vegetativo (botón floral, inicio de floración, y plena floración). ^aFloración, en base a heno de alfalfa.

Rye Grass Italiano (*Lolium multiflorum*)

Es un pasto originario de Europa y de crecimiento alto (60 a 70 cm). En nuestro medio, en campos bien manejados permanece cuatro o cinco años, siendo muy productivo con rendimientos entre 16 a 20 toneladas de MS/hectárea/año (Bojórquez *et al.*, 2006). Se desarrolla bien en suelos fértiles con pH entre 6 a 7 y se asocia bien con el Rye grass inglés, trébol rojo y alfalfa (Malpartida, 1992).

El rye grass aporta aproximadamente 2,51 Mcal ED/Kg MS, y solo 9,6 % PC (Laforé, 1999), con una digestibilidad de 69,78 % para MS (Duchi, 1993). Cuando se asocia a trébol rojo puede lograr índices de conversión en cobayos de 8,84, que no difiere de 8,86 obtenido con alfalfa (Nureña, 1988). El rye grass es muy preferido por los cobayos, pues registra consumos de hasta 46 % del peso vivo (Castro y Chirinos, 1992).

Avena forrajera (*Avena sativa*)

La avena es originaria de Asia y el Mediterráneo, tiene plantas vigorosas, que poseen bastantes raíces fibrosas que crecen hasta una profundidad de 40 a 50 cm. Se adapta muy bien a climas fríos y a alturas entre 2500 a 4200 m pudiendo ser resistente a periodos de sequía. Según la variedad, puede llegar a producir hasta 40 toneladas de forraje verde por hectárea/año (Noli, *et al.*, 2006), pero asociada a la vicia puede llegar hasta 58 toneladas de forraje verde por hectárea al año (Florián, 2006).

La avena forrajera es pobre en proteína (6 a 10 % PC), pero con un buen contenido de carbohidratos (43 a 53 %), con una tasa de digestibilidad de 55,4 % en cobayos (Duchi, 1993), puede dar aproximadamente 2,44 Mcal ED/kg MS. Asimismo al asociarse a la vicia puede incrementar el contenido de proteína hasta 15 % PC (Florián, 2006).

Maíz (*Zea mays*)

Es la planta forrajera más utilizada en la costa central, de clima cálido y poco resistente al frío. La disponibilidad de maíz chala en la Sierra es entre los meses de enero a abril, mientras que en la Costa, es durante todo el año. El maíz chala es una planta forrajera con un coeficiente de digestibilidad de materia seca en el cobayo de 59,4 %, aporta aproximadamente 2,381 Mcal ED/kg MS, 12,17 % PC (Saravia *et al.*, 1992; Correa, 1994), siendo sus hojas las que presentan una mayor digestibilidad de la proteína cruda con 66 % en comparación a los tallos con 35 % (Saravia *et al.*, 1984).

El consumo voluntario en cobayos de dietas exclusivas con maíz chala en base fresca ha sido estimado en 23,1 % del peso vivo (Castro y Chirinos, 1992) y en 7,31 g por cada 100 g de peso vivo en base seca (Saravia *et al.*, 1992).

1.1.9.2. Insumos energéticos

Constituidos principalmente por subproductos de molinería como el afrechillo y granos no aptos para consumo humano. Los insumos energéticos son alternativas que vienen siendo ampliamente usados como suplementos que mejoran el contenido energético de las dietas, sobre todo para el caso de dietas forrajeras (Florián, 2006).

Cebada (*Hordeum vulgare* L.)

La cebada, es una planta monocotiledónea anual perteneciente a la familia de las poáceas (gramíneas), está representada por dos importantes especies cultivadas: *Hordeum distichon* L., que se emplea para la obtención de cerveza, y *Hordeum hexastichon* L., que se utiliza básicamente como forraje para la alimentación animal; ambas especies pueden agruparse bajo el nombre único de *Hordeum vulgare* L. ssp. *Vulgare*. Todas las cebadas cultivadas a nivel

comercial se clasifican dentro del género *Hordeum*, de la familia de las gramíneas. Sus espigas se componen de un eje llamado raquis, formado por nudos en zig zag, en cada uno de los cuales se encuentran tres flores hermafroditas que presentan tres estambres y un ovario con estigma doble; estas estructuras se hallan protegidas por la corola, la cual esta constituida por la lema y la palea. El cáliz de la flor lo componen dos glumas situadas en el lado donde se localiza la lema, o sea en el lado externo de la flor respecto a su posición en el nudo (Morrison, 1980).

La cebada es un alimento altamente energético, con un valor de 3,72 Mcal ED/kg MS y coeficientes de digestibilidad en cuyes de 83 % para la materia seca y de 84 % para la materia orgánica (Correa, 1994), así mismo contiene 16 % PC altamente digestible en cobayos (63,7 a 65 %). Es bajo en fibra (7%) con una digestibilidad de 53 % (Morrison, 1980; Porras *et al.*, 1991; Córdor, 2004).

A partir de la cebada, como subproducto de molienda, se obtiene la harina o “hechizo” de cebada, el cual también es utilizado en la alimentación animal. Este insumo tiene una digestibilidad de la materia seca de 91,4 % en cobayos, y aporta 10,2 % PC (Farfán, 1992). Su consumo voluntario se estima en 3,8 % en cobayos (Castro y Chirinos, 1992). Se ha demostrado que cobayos alimentados con dietas forrajeras y suplementados con cebada grano (Córdor, 2004; Lozada, 2008) o harina de cebada (Hidalgo y Manyari, 1990) obtuvieron mejores parámetros productivos en etapa de crecimiento.

Variedades Comerciales

Las cebadas que se cultivan comercialmente se clasifican en dos grupos: cebadas de seis hileras o hexásticas y cebadas de dos hileras o dísticas (Guerrero, 1992).

Cebadas de seis hileras o hexásticas

Se distinguen por poseer tres flores fértiles en cada nudo del raquis en lados alternos. El raquis de la espiga mide de 7 a 10 centímetros de longitud, posee 15 nudos y contiene 50 granos aproximadamente (Guerrero, 1992).

Cebadas de dos hileras o dísticas

Estas variedades poseen una flor fértil, debido a que las flores laterales son abortivas. El raquis de la espiga mide de 5 a 10 centímetros, tiene 16 nudos y 27 granos (Guerrero, 1992).

Tabla 5. Composición nutricional del grano de cebada.

Composición del grano de cebada	(% en materia seca)
Proteínas	10,0
Materia grasa	1,80
Hidratos de carbono	66,5
Celulosa	5,20
Materias minerales	2,60
Agua	14,0

Fuente: Dendy y Dobraszczyk (2003).

Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.)

El cultivo de *Amaranthus caudatus* "kiwicha" es uno de los cultivos andinos limitadamente cultivados y si lo realizan sólo lo hacen con fines de autoconsumo. Haciendo una comparación, y en especial con las gramíneas como: la cebada, el trigo y el maíz, quedan relegados nutricionalmente a diferencia de la kiwicha. La kiwicha es una de las tres especies del género *Amaranthus* que, por sus granos, se cultivaron y se cultivan en toda América. Los granos son muy

pequeños de 1,50 mm de diámetro por 0,50 mm de espesor, de diversos colores, predominando el blanco, son harinosos y de alto valor nutritivo. Un gramo de semilla contiene aproximadamente de 800 a 1600 semillas. La kiwicha, por su riqueza nutricional, puede servir como complemento de otros cereales y leguminosas en la dieta alimenticia de las personas (Sumar, 1993).

Fisiología

La kiwicha está dentro del grupo de plantas que sostienen una fotosíntesis por el camino C_4 , a semejanza del sorgo y de la caña de azúcar. El camino C_4 es una modificación del proceso normal de fotosíntesis, haciendo un uso eficiente del dióxido de carbono disponible en el aire, concentrándolo en los cloroplastos de las células especializadas que circundan los haces vasculares (Sumar, 1993).

La pérdida foto-respiratoria del dióxido de carbono, la unidad básica para la producción de carbonato, es suprimida en las plantas C_4 . De esta manera, las plantas que usan el camino C_4 pueden convertir una alta cantidad de carbón atmosférico en azúcar, por unidad de agua perdida, más que aquellas plantas que poseen el clásico C_3 (Ciclo de calvin). Incluso cuando los estomas están parcialmente cerrados las plantas que tienen el camino C_4 pueden mantener relativamente altos índices de fijación del dióxido de carbono. Los estomas se cierran cuando la planta está en un ambiente de tensión (como sequía o salinidad). Las plantas C_4 , como la kiwicha, funcionan mejor que las plantas C_3 , también en condiciones adversas. A través de un ajuste osmótico las plantas pueden tolerar alguna falta de agua sin marchitarse o morir. Esto es también una adaptación para sobrevivir en período de sequía. La habilidad potencial para fotosintetizar en altas proporciones bajo altas temperaturas es otra ventaja fisiológica de las plantas C_4 (Sumar, 1993).

Variedades.

Sumar (1993), la distribución geográfica del género *Amaranthus* en amplias zonas de la Cordillera Andina ha dado lugar a numerosas variedades. Es así que a lo largo de los Andes se han colectado al menos 1200 ecotipos de kiwicha, las cuales se diferencian por sus granos, forma de la panoja o panícula, color de la planta y otras características.

Las variedades más conocidas de kiwicha son:

- Noel Vietmeyer: de grano rosado y no usado como hortaliza.
- Oscar Blanco: de grano blanco y usado como hortaliza.
- Chullpi: con granos de tipo reventón, adecuados para cocción en seco.
- Alan García: de pequeño tamaño y susceptible a enfermedades.

Tabla 6. Composición nutricional del grano de Kiwicha en comparación con otros cereales.

Componente	Tipos de cereales			
	Kiwicha	Quinoa	Cañihua	Trigo
Proteína (%)	12,6	11,7	14,0	8,6
Grasa (%)	7,2	6,3	4,3	1,5
Carbohidratos (%)	65,1	68,0	64,0	73,7
Fibra (%)	6,7	5,2	9,8	3,0
Ceniza (%)	2,5	2,8	5,4	1,7
Humedad (%)	12,3	11,2	12,2	14,5

Fuente: FAO (1991).

1.2. Forraje verde hidropónico (FVH)

El FVH es un alimento (forraje vivo en pleno crecimiento) de alta palatabilidad para cualquier animal y excelente valor nutritivo (Níñez, 1988; Morales, 1987; y Sánchez, 1998). Un gran número de experimentos y experiencias prácticas comerciales han demostrado que es posible sustituir parcialmente la materia seca que aporta el forraje obtenido mediante métodos convencionales, así como también aquel proveniente de granos secos o alimentos concentrados por su equivalente en FVH (FAO, 2002). El FVH ha demostrado ser una herramienta eficiente y útil en la producción animal, entre los resultados prácticos más promisorios se ha demostrado:

- Aumento significativo de peso vivo en corderos precozmente destetados al suministrarles dosis crecientes de FVH hasta un máximo comprobado de 300 gramos de materia seca al día (Morales, 1987).
- Aumento de producción en vacas lecheras a partir del uso de FVH obtenido de semillas de avena variedad "Nehuén" y cebada cervecera variedad "Triumph" existiendo también en este caso antecedentes en el uso del maíz, sorgo, trigo, arroz y tritricale (Sepúlveda, 1994).
- Sustitución en conejos, de hasta el 75 % del concentrado por FVH de cebada sin afectar la eficiencia en la ganancia de peso alcanzándose el peso de (2,1 a 2,3 kg de peso vivo) a los 72 días (Sánchez, 1997 y 1998).

La eficiencia del sistema de producción de FVH es muy alta. Estudios realizados en México (FAO, 2002) con control del volumen de agua, luz, nutrientes y CO₂ demostraron que a partir de 22 kg de semillas de trigo es posible obtener en un área de 11,6 m² (1,89 kg semilla/ m²) una óptima producción de 112 kg de FVH por día (9,65 kg FVH/m²/día).

1.2.1. Factores que Influyen en la Producción

Los factores que influyen en la producción de FVH son todas aquellas variables que por su significativa importancia, condicionan en la mayoría de las veces, el éxito o fracaso de un emprendimiento hidropónico (FAO, 2002).

1.2.1.1. Calidad de la Semilla

El éxito del forraje verde hidropónico comienza con la elección de una buena semilla, tanto en calidad genética como fisiológica. La semilla debe presentar como mínimo un porcentaje de germinación no inferior al 75 % para evitar pérdidas en los rendimientos de forraje verde hidropónico. Se debe tener presente que el porcentaje mínimo de germinación de la semilla debe ser en lo posible mayor o igual a 70 – 75 %; la semilla a utilizar debe estar limpia y tratada con una solución de hipoclorito de sodio al 1 % a través de un baño de inmersión, el cual debe durar como máximo 10 minutos; y que el lote de semillas no debería contener semillas partidas ni semillas de otros cultivares comerciales (FAO, 2002).

1.2.1.2. Iluminación

Si no existiera luz dentro de los recintos para forraje verde hidropónico, la función fotosintética no podría ser cumplida por las células verdes de las hojas y por lo tanto no existiría producción de biomasa. La radiación solar es por lo tanto básica para el crecimiento vegetal, a la vez es promotora de la síntesis de compuestos (por ejemplo: Vitaminas), los cuales serán de vital importancia para la alimentación animal. Al comienzo del ciclo de producción de forraje verde hidropónico, la presencia de luz durante la germinación de las semillas no es deseable por lo que, hasta el tercer o cuarto día de sembradas, las bandejas, deberán estar en un ambiente de luz muy tenue pero con oportuno riego para favorecer la aparición de los brotes y el posterior desarrollo de las raíces. A partir del 3ero o 4to

día iniciamos el riego con solución nutritiva y exponemos las bandejas a una iluminación bien distribuida pero nunca directa de luz solar. Una exposición directa a la luz del sol puede traer consecuencias negativas (aumento de la evapotranspiración, endurecimiento de las hojas, quemaduras de las hojas). La excepción se realiza, cuando la producción de forraje verde hidropónico se localiza en recintos cerrados y/o aislados de la luz solar (piezas cerradas, galpones viejos sin muchas ventanas, casa abandonada, etc.), en los dos últimos días del proceso de producción, se exponen las bandejas a la acción de la luz para lograr, como cosa primordial, que el forraje obtenga su color verde intenso característico y por lo tanto complete su riqueza nutricional óptima (Arano, 1998; FAO, 2002; Rodriguez, 2003).

1.2.1.3. Temperatura

La temperatura es una de las variables más importantes en la producción de forraje verde hidropónico. Ello implica efectuar un debido control sobre la regulación de la misma. El rango óptimo para producción de forraje verde hidropónico se sitúa siempre entre los 18 °C y 26 °C. La variabilidad de las temperaturas óptimas para la germinación y posterior crecimiento de los granos en forraje verde hidropónico es diverso. Es así que los granos de avena, cebada, y trigo, entre otros, requieren de temperaturas bajas para germinar. El rango de ellos oscila entre los 18 °C a 21 °C (Saravia, 1994).

Cada especie presenta requerimientos de temperatura óptima para la germinación lo que se suma a los cuidados respecto a la humedad. En las condiciones de producción de forraje verde hidropónico, la humedad relativa del ambiente es generalmente cercana al 100 %. A medida que aumenta la temperatura mínima de germinación, el control del drenaje de las bandejas es básico para evitar excesos de humedad y la aparición de enfermedades provocadas por hongos. La presencia de estos microorganismos puede llegar a ser la causa de

fracasos de producción por lo que la vigilancia a cualquier tipo de situación anómala, debe constituirse en rutina de nuestra producción. El ataque de los hongos usualmente resulta fulminante y puede en cuestión de horas arrasarse con toda nuestra producción, ocasionando problemas en la alimentación para el ganado. Tener una buena aireación del local, así como riegos bien dosificados son un excelente manejo contra este tipo de problemas (Gómez y Vergara, 1995).

Una herramienta importante que debe estar instalada en los locales de producción es un termómetro de máxima y mínima que permitirá llevar el control diario de temperaturas y detectar rápidamente posibles problemas debido a variaciones del rango óptimo de la misma (Laforé, 1999).

1.2.1.4. Humedad

El cuidado de la condición de humedad en el interior del recinto de producción es muy importante. La humedad relativa del recinto de producción no puede ser inferior al 90 %. Valores de humedad superiores al 90 % sin buena ventilación pueden causar graves problemas fitosanitarios debido fundamentalmente a enfermedades fungosas difíciles de combatir y eliminar, además de incrementar los costos operativos (FAO, 2002).

La situación inversa (excesiva ventilación) provoca la desecación del ambiente y disminución significativa de la producción por deshidratación del cultivo. Por lo tanto compatibilizar el porcentaje de humedad relativa con la temperatura óptima es una de las claves para lograr una exitosa producción de forraje verde hidropónico (FAO, 2002).

1.2.1.5. Calidad del agua de riego

La calidad de agua de riego es otro de los factores singulares para tener éxito en nuestra producción hidropónica. La condición básica que debe presentar un agua para ser usada en sistemas hidropónicos es su característica de potabilidad. Si el agua disponible no es potable, tendremos problemas sanitarios y nutricionales con el forraje verde hidropónico (FAO, 2002).

1.2.1.6. El pH del agua de riego

El valor de pH del agua de riego debe oscilar entre 5,2 y 7 y salvo raras excepciones como son las leguminosas, que pueden desarrollarse hasta con pH cercano a 7,5. El resto de las semillas utilizadas (cereales mayormente) en forraje verde hidropónico, no se comportan eficientemente por encima del valor 7 (FAO, 2002).

1.2.1.7. Conductividad eléctrica del agua de riego

La conductividad eléctrica del agua (CE) nos indica cual es la concentración de sales en una solución. En nuestro caso, nos referiremos siempre a la solución hidropónica que se le aplica al cultivo. Su valor se expresa en miliSiemens por centímetro (mS/cm) y se mide con un conductímetro previamente calibrado. En términos fisico-químicos la CE de una solución significa una valoración de la velocidad que tiene un flujo de corriente eléctrica en el agua. Un rango óptimo de CE de una solución hidropónica estaría en torno de 1,5 a 2,0 mS/cm. Por lo tanto, aguas con CE menores a 1,0 serían las más aptas para preparar nuestra solución de riego. Debe tenerse presente también que el contenido de sales en el agua no debe superar los 100 miligramos de carbonato de calcio por litro y que la concentración de cloruros debe estar entre 50-150 miligramos por litro de agua (Ramos, 1999).

Uno de los principales problemas que ocurre en el riego localizado (goteo, microaspersión), es la obstrucción de los emisores por los sólidos en suspensión de las aguas de riego. En general la cloración y un buen filtrado resuelven estos problemas. Se ha encontrado que se puede mantener una operación adecuada de la mayoría de los emisores ensayados, mediante una cloración diaria durante una hora, o cada 3 días con la aplicación de 1 mg/L de cloro residual combinado con un filtrado a través de filtros de 80 mesh (diámetro de los poros de 120 micras) (Ramos, 1999).

1.2.1.8. Densidad de siembra

Una buena densidad de población es un requisito imprescindible para obtener un buen rendimiento en la cosecha. Existen especies que son tolerantes a altas densidades de siembra y otros que no lo son, produciéndose en este segundo caso plantas poco vigorosas y estériles, si la población es excesiva (Guerrero, 1992). Una buena densidad de siembra varía de 2,2 a 3,4 kg/m² considerando que la disposición de las semillas no debe superar 1,5 cm de altura en la bandeja (FAO, 2002).

1.2.1.9. Especies

La especie a utilizar es un factor limitante que se ve asociado con los factores mencionados anteriormente. Dentro de las especies utilizadas para la producción de forraje verde hidropónico tenemos el maíz, trigo, avena y cebada, entre otros, de los cuales se tiene una amplia cantidad de variedades y esta a su vez tienen una amplia gama de comportamientos (Oliver et al., 2004), por lo que es importante realizar pruebas de comportamiento para obtener la mejor opción económica en cuanto a la producción de forraje verde hidropónico.

1.2.2. Beneficios de la producción de FVH

Ahorro de Agua

En el sistema de producción de FVH las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimas al comparar con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, cuyas eficiencias varían entre 270 a 635 litros de agua por kg de materia seca. Alternativamente, la producción de 1 kilogramo de FVH requiere de 2 a 3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila, dependiendo de la especie forrajera, entre un 12 % a 18 %. Esto se traduce en un consumo total de 15 a 20 litros de agua por kilogramo de materia seca obtenida en 14 días (Sánchez, 1997; Rodríguez, 2003).

Eficiencia en el uso del espacio

El sistema de producción de FVH puede ser instalado en forma modular en la dimensión vertical lo que optimiza el uso del espacio útil (FAO, 2002).

Eficiencia en el tiempo de producción

La producción de FVH apto para alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 12 días. En ciertos casos, por estrategia de manejo interno de los establecimientos, la cosecha se realiza a los 14 o 15 días, a pesar que el óptimo definido por varios estudios científicos, no puede extenderse más allá de los 12 días. Aproximadamente a partir de ese día se inicia un marcado descenso en el valor nutricional del FVH (Hidalgo, 1985).

Calidad del forraje para los animales

El FVH es un succulento forraje verde de aproximadamente 20 a 30 cm de altura (dependiendo del período de crecimiento) y de plena aptitud comestible para los animales. En general el grano contiene una energía digestible algo superior (3300 kcal/kg) que el FVH (3200 kcal/kg) (Hidalgo, 1985). Sin

embargo los valores reportados de energía digestible en FVH son ampliamente variables. En el caso particular de la cebada el FVH se aproxima a los valores encontrados para el Concentrado especialmente por su alto valor energético y apropiado nivel de digestibilidad (Sepúlveda, 1994).

Tabla 7. Comparación entre las características del FVH (cebada) y otras fuentes alimenticias.

Parámetros	FVH (Cebada)	Concentrado	Heno
Energía(Kcal/kgM.S)	3216	3000	1680
Proteína cruda (%)	25,0	30,0	9,2
Digestibilidad (%)	81,6	80,0	47,0
Kcal digestible /kg	488	2160	400
kg de proteína digestible/Tm	46,5	216	35,75

Fuente: Sepúlveda (1994).

Inocuidad.

Nos asegura la ingesta de un alimento conocido por su valor alimenticio y su calidad sanitaria. A través del uso del FVH los animales no comerán hierbas o pasturas indeseables que dificulten o perjudiquen los procesos de metabolismo y absorción (Sánchez, 1997).

Costos de producción

Las inversiones necesarias para producir FVH dependerán del nivel y de la escala de producción. Las ventajas que tiene este sistema de producción son sus bajos niveles de costos fijos en relación a las formas convencionales de producción de forrajes. Al no requerir de maquinaria agrícola para su siembra y cosecha (Sánchez, 1997 y 1998).

Por lo antes vertido, la presente investigación evaluó el uso de forraje verde hidropónico de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.) como una alternativa para la alimentación de cuyes raza Perú posterior a la etapa de destete; planteándose los siguientes objetivos:

1.3. Objetivos

- Evaluar diferentes formulaciones de Forraje verde hidropónico de (*Hordeum vulgare* L.) “cebada” y (*Amaranthus caudatus* L.) “kiwicha” en la ganancia de peso y talla de cuyes raza Perú.
- Evaluar el índice de conversión alimenticia del Forraje verde hidropónico en cuyes raza Perú.
- Realizar las evaluaciones de los parámetros de calidad de la carcasa de cuyes raza Perú en los tratamientos planteados.
- Evaluar el costo de producción del Forraje Verde Hidropónico de (*Hordeum vulgare* L.) “cebada” y (*Amaranthus caudatus* L.) “kiwicha”.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló del 17 de julio al 25 de agosto del 2011 en dos etapas: La primera etapa referida a la evaluación de peso, talla e índice de conversión alimenticia en cuyes raza Perú, alimentados con forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha a diferentes concentraciones por un periodo de treinta días. La segunda etapa fue desarrollada en el Laboratorio de Tecnología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; donde se evaluó los parámetros de calidad de la carcasa de cuy tales como: pH, acidez total titulable, capacidad de retención de agua, capacidad de emulsificación y porcentaje de humedad.

2.1. Evaluación de peso, talla e índice de conversión alimenticia

2.1.1. Material Biológico

Estuvo conformado por 36 cuyes machos (*Cavia porcellus* L.) raza Perú destetados a los 21 días, provenientes de la granja PROALCUY de la localidad de Taquia, provincia de Chachapoyas, región Amazonas; los cuales fueron alimentados con diferentes concentraciones de forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha por un periodo de treinta días.

2.1.2. Recolección de datos

Para la recolección de los datos se ejecutó acciones previas como son:

2.1.2.1. Ensayos de germinación de la semilla de cebada y kiwicha

En esta etapa se seleccionó la semilla de gramíneas destinadas a producir forraje verde hidropónico. En el experimento se utilizaron granos de cebada y kiwicha. La elección del grano se hizo de acuerdo a la disponibilidad local de semilla y del precio en el mercado. Las semillas de cebada (*Hordeum vulgare* L.) fue de la variedad comercial de seis hileras, provenientes del distrito de Santo

Tomas, provincia de Chachapoyas; y la semilla de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) fue de la variedad Oscar blanco, provenientes de la sierra central del Perú (Junín). Al realizar las pruebas de germinación de las semillas de cebada y kiwicha, evaluadas en el mes de mayo del 2011 en la ciudad de Chachapoyas; los granos de cebada obtuvieron un poder germinativo en promedio de 89 %, mientras que los granos de kiwicha obtuvieron 85 %, respectivamente.

2.1.2.2. Instalación del Invernadero para la producción de Forraje verde hidropónico

El invernadero se construyó en el distrito de Chachapoyas, con cercanía al galpón de los cuyes para facilitar su mejor manejo. Para iniciar la construcción se niveló el suelo; además se tomó en cuenta que el ambiente tenga disponibilidad de agua de riego de calidad aceptable para abastecer las necesidades del cultivo; y con fácil acceso a energía eléctrica.

La construcción consistió en una estructura artesanal compuesta de madera y malla metálica, cuyas dimensiones fueron 3,0 m de largo, 1,30 m de ancho y una altura de 1,90 m. Las estanterías para la siembra y producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH) fueron construidas de malla metálica sobre listones de madera para sostener las bandejas (Anexo 01, Figura 6). El invernadero contó con dos áreas y dos niveles cada una. La primera área constituyó la cámara de germinación, recubierta con plástico de color negro, con dos niveles y una capacidad para almacenar 28 bandejas de madera revestidas con plástico de color blanco. La segunda mitad (50 % del invernadero) constituyó el área de producción, el cual fue revestido con malla yaschel color verde, que fue adecuada para el ingreso de luz solar necesaria para el desarrollo de los cultivos.

Las bandejas utilizadas para la obtención del FVH de cebada, fueron construidas artesanalmente a base de madera y plástico con dimensiones de 60 cm de largo por 40 cm de ancho y por 5 cm de altura (Anexo 01, Figura 8). En cambio para la obtención del FVH de kiwicha, se utilizaron bandejas plásticas compradas en el mercado de Chachapoyas, cuyas dimensiones fueron las siguientes: largo 50 cm, ancho 30 cm y una altura de 5 cm respectivamente (Anexo 02, Figura 16).

2.1.2.3. Métodos de Producción del Forraje Verde Hidropónico

El proceso de producción de Forraje Verde Hidropónico de cebada y kiwicha, se realizó siguiendo la metodología propuesta por la FAO (2002), adaptada a nuestro experimento, considerando los siguientes elementos y etapas.

Selección de la Semilla

Se utilizó semilla de cebada y kiwicha, con un poder germinativo de 89 % y 85 % realizado antes de la instalación. Estas características de los granos permitió asegurar una alta germinación y rendimiento del FVH. Asimismo, las semillas empleadas en la producción de forraje, se seleccionaron que estén libres de piedras, paja, tierra y semillas partidas, para que no contaminen y dañen el crecimiento y desarrollo del resto de semillas germinadas.

Lavado de la semilla

Las semillas fueron lavadas y desinfectadas con solución de hipoclorito de sodio (lejía) al 1 % por 10 minutos. El lavado permitió eliminar hongos y bacterias contaminantes, asimismo, eliminar residuos que dificulten el proceso de germinación de las semillas.

Remojo y germinación de las semillas

Esta etapa consistió en colocar las semillas de cebada y kiwicha dentro de una bolsa de plástico y sumergir completamente en agua limpia por un período de 24 horas. Este tiempo lo dividimos a su vez en 2 períodos de 12 horas cada uno. A las 12 horas de estar las semillas sumergidas procedemos a sacarlas y orearlas (escurrirlas) durante 1 hora, posteriormente sumergimos nuevamente por 12 horas para finalmente realizar el último oreo.

Dosis de siembra

Las dosis adecuadas de semillas a sembrar por metro cuadrado oscilaron entre 2,2 kilos a 3,4 kilos, considerando que la disposición de las semillas o "siembra" no debe superar los 1,5 cm de altura en la bandeja. Según este criterio la cantidad de semilla se calculó teniendo en cuenta las medidas de las bandejas: para cebada se empleó 800 g de semilla por bandeja, en cambio para kiwicha se empleó 350 g de semilla por cada bandeja (Anexo 01, Figura 8).

Siembra en las bandejas e inicio de los riegos

Realizados los pasos previos, se procedió a la siembra definitiva de las semillas en las bandejas de producción. Para ello se distribuyeron una delgada capa de semillas pre-germinadas, la cual no sobrepasó los 1,5 cm de altura o espesor. Posteriormente las bandejas fueron trasladadas a la cámara de germinación, donde permanecieron hasta los 8 días con riego permanente. La siembra de las bandejas de cebada y kiwicha se realizó cada 4 días con 6 bandejas de cebada y 9 bandejas de kiwicha respectivamente, para abastecer con alimento suficiente a los cuyes y tener forraje hidropónico en las distintas etapas de crecimiento.

Riego de las bandejas

El riego de las bandejas de crecimiento del forraje verde hidropónico se realizó a través de microaspersores manuales, y con una mochila bomba de fumigar. Al comienzo de los primeros 4 días, se aplicó un riego de 0,5 litros de agua por metro cuadrado y por día; es decir, 125 mL de agua por bandeja aproximadamente, hasta llegar a un promedio de 0,9 a 1,5 litros por metro cuadrado. La frecuencia de riego fue de 5 a 6 veces en el transcurso del día, teniendo éste una duración no mayor a 2 minutos.

Riego con solución hidropónica

Cuando aparecieron las primeras hojas, entre el 4° y 5° día, se comenzó el riego con la solución hidropónica. La cantidad de solución hidropónica utilizada fue de 1,25 cc de solución concentrada “A” y 0,5 cc de solución concentrada “B” por cada litro de agua utilizado. Después de los 8 días que las bandejas permanecieron en la cámara de germinación, se trasladaron al área de producción para que ocurra la fotosíntesis de las plántulas. Se continuó con el riego de las bandejas hasta la cosecha, que fue alrededor de los 15 días.

2.1.2.4. Instalación de las Pozas

El galpón para los cuyes se construyó dentro de un ambiente cerrado, paredes de ladrillo y techo de calamina. La construcción del galpón se realizó con materiales (madera y malla metálica), con 2 niveles y 6 divisiones (Anexo 01, Figura 7). El piso se construyó con malla metálica. Las dimensiones del galpón fueron: largo 4,5 m, ancho 0,9 m, altura 1,5 m y una distancia de 0,50 m del suelo para facilitar su limpieza. Las pozas constituyeron las 6 divisiones, 3 en el primer nivel y 3 en el segundo nivel; las dimensiones de cada poza fueron: largo 1,5 m, ancho 0,9 m y altura 0,5 m respectivamente.

En la parte inferior de las divisiones de cada piso se colocó un material impermeable (manta de nylon) para retener el excremento de los animales de las pozas superiores.

2.1.2.5. Formulación Alimenticia

Los cuyes se distribuyeron al azar en cada poza, lugar donde fueron sometidos a una alimentación con las diferentes formulaciones de forraje verde hidropónico de kiwicha y cebada propuestas en la investigación (Anexo 02, Figuras 10-15). La cantidad de alimento diario suministrada a los cuyes estuvo dado por la siguiente formulación: El 7 % del peso del cuy dividido entre el porcentaje de materia seca del alimento. La materia seca del forraje hidropónico de cebada estuvo aproximadamente en 26 %, para la kiwicha en un 23 % y la alfalfa en un 18 %. La cantidad de alimento ofrecido se incrementaba en relación a la ganancia de peso de los cuyes.

Poza Testigo: 6 cuyes y una alimentación de 100 % alfalfa.

Poza N° 01: 6 cuyes y una alimentación de 100% cebada.

Poza N° 02: 6 cuyes y una alimentación de 70% cebada y 30 % kiwicha.

Poza N° 03: 6 cuyes y una alimentación de 50% cebada y 50% kiwicha.

Poza N° 04: 6 cuyes y una alimentación de 30% cebada y 70% kiwicha.

Poza N° 05: 6 cuyes y una alimentación de 100% kiwicha.

2.1.2.6. Medición de peso, talla e índice de conversión alimenticia

Medición del peso

Los cuyes machos raza Perú provenientes de la granja PROALCUY de la localidad de Taquia, provincia de Chachapoyas, se instalaron en cada poza en un número de 06 gazapos por poza en la fecha del 17 de julio del año 2011, en el galpón instalado para el experimento en la ciudad de Chachapoyas. Los cuyes fueron pesados en una balanza digital marca C€, modelo EK3651, para lo cual cada cuy se colocó en una bolsa de malla de nylon (Anexo 03, Figura 19) previamente estandarizado, obteniendo de esta manera el peso inicial; cuya duración fue de aproximadamente 40 minutos en total. Los cuyes se pesaron cada 5 días durante un mes. Para distinguir cada cuy por poza durante el experimento, se coloreó el pelo con pintura (esmaltek) en una pequeña porción de la cabeza, esta acción se realizó juntamente con las medidas iniciales de peso y talla de los cuyes.

Medición de la talla

La talla se midió juntamente con el peso, es decir cada 5 días durante un mes. Para realizar esta acción se diseñó un medidor de talla, que consistió en colocar una regla fija sobre una madera lisa en forma horizontal, luego los datos se obtuvieron colocando cada cuy en el medidor; tomando en cuenta los extremos de la anatomía del cuy (cabeza y extremidades posteriores) (Anexo 03, Figura 21).

Medición del índice de conversión alimenticia

Para calcular el índice de conversión alimenticia de los cuyes por cada poza se realizó siguiendo la metodología propuesta por Botero y De la Ossa (2003).

Primeramente se calculó el porcentaje de materia seca de los forrajes tanto de cebada, kiwicha y del testigo (alfalfa). Dicha determinación se realizó en el Laboratorio de Tecnología Agroindustrial de la UNTRM, mediante el método de la balanza de humedad, que es el método digital que nos determina automáticamente la humedad del forraje y por diferencia se obtiene el porcentaje de materia seca. Luego se calculó la cantidad de forraje verde hidropónico consumido en fresco por cada cuy diariamente. Seguidamente se calculó la ganancia diaria de peso de cada cuy, que se obtuvo dividiendo entre cinco el peso total a los cinco días. Finalmente se obtuvo el índice de conversión alimenticia en promedio de cada poza al dividir la cantidad de alimento ofrecido entre la cantidad de cuyes de la poza, este resultado se dividió entre la ganancia diaria de peso de los cuyes, obteniéndose dicho resultado en base fresca; para obtener en base seca, se dividió dicho resultado entre el porcentaje de materia seca multiplicado por cien.

2.2. Evaluación de los parámetros de calidad de la carcasa

2.2.1. Recolección de datos

Para la recolección de los datos sobre parámetros de calidad de la carcasa de cuy se ejecutó acciones previas como son:

2.2.1.1. Obtención de la carcasa de cuy

Según la Norma Técnica Peruana (NTP 201. 058: 2006), referido a Carne y productos cárnicos: (Definiciones, clasificación y requisitos de carcasas y carne de cuy); define a la carcasa o canal, como el cuerpo del animal después de haber sido faenado. En el caso de cuyes, con piel y con o sin menudencias. Las menudencias lo conforman los órganos de la cabeza, corazón, hígado, pulmones, riñones y extremidades (manos y patas). En tal sentido, el proceso para obtener la carcasa fresca de cuy, se inicio por la selección de los

cuyes destinados para el sacrificio, en una cantidad de 3 ejemplares por cada poza; los cuales fueron beneficiados en un número de 06 ejemplares, cada 2 días, pertenecientes a las 06 pozas experimentales de cuyes. El beneficio de los cuyes se realizó siguiendo el método recomendado por las consultoras de la cadena de cuyes; Rico y Rivas (2003) (Anexo N° 07) y teniendo en cuenta los reglamentos de la Norma Técnica Peruana (NTP 201. 058: 2006), referido a Carne y productos cárnicos: (Definiciones, clasificación y requisitos de carcasas y carne de cuy). Una vez sacrificados los cuyes, se evisceraron para obtener las carcasas frescas de cuy (Anexo 04, Figura 22). Posteriormente las carcasas fueron colocadas en fuentes plásticas herméticamente cerradas, hasta su traslado al Laboratorio de Tecnología Agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, donde se evaluaron los parámetros de calidad de la carcasa fresca de cuy propuestos en la presente investigación.

2.2.1.2. Medición de pH, acidez total titulable, capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de emulsificación (CE) y porcentaje de humedad

Medición del pH

Para determinar el nivel de pH de las muestras de carne de cuy (Anexo 04, Figura 24) se utilizó el método del pH-metro digital (HANNA HI-7669A), metodología propuesta por Guerrero y Arteaga (1990).

Determinación de acidez total titulable

Método: Acidez total por volumetría

Para determinar la acidez total de la carne de cuy (Anexo 04, Figuras 26-27), se utilizó el método acidez total por volumetría, metodología propuesta por Guerrero y Arteaga (1990).

Evaluación de la capacidad de retención de agua (CRA)

Para determinar la capacidad de retención de agua (CRA) de las muestras de carne de cuy (Anexo 04, Figuras 28-31), se utilizó el método de Centrifugación a baja velocidad propuesto por Robertson *et al*, (2000).

Evaluación de la capacidad de emulsificación (CE)

Método: Volumetría

Para determina la capacidad de emulsificación (CE) de las muestras de carne de cuy (Anexo 04, Figuras 32-33), se utilizó el método Volumétrico, metodología propuesta por Fennema (1993).

Determinación del Porcentaje de Humedad

Método instrumental: Balanza de humedad

Para determinar el porcentaje de humedad de la carne de cuy (Anexo 04, Figura 34-35), se utilizó el método de la Balanza de humedad, metodología propuesto por Kirk *et al*, (1996).

2.3. Análisis estadístico

2.3.1. Análisis de los datos

Para el análisis de los datos de peso, talla, índice de conversión alimenticia y parámetros de calidad de la carcasa de cuy se empleó un experimento bajo un diseño unifactorial completamente al azar (DCA) con 6 tratamientos y 6 repeticiones, donde el factor de estudio está constituido por el alimento a base de Forraje verde hidropónico.

Para obtener el nivel de significancia de los tratamientos se utilizó el cuadro ANVA, y para las comparaciones múltiples se utilizó la prueba de TUKEY con un 95 % y 99 % de confianza.

2.3.2. Modelo Aditivo Lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad i=1, \dots, t \quad j=1, \dots, r_j$$

Donde:

Y_{ij} = Es el Peso, talla, índice de conversión alimenticia y parámetros de calidad de la carcasa del cuy, observados en la i – ésima formulación de forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha, en la j – ésima unidad experimental.

μ = Es el efecto de la media general.

τ_i = Es el efecto de la i – ésima formulación del forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha.

ε_{ij} = Es el efecto del error experimental.

Nivel de significancia = 5%.

III. RESULTADOS

3.1. Ganancia de peso de los cuyes

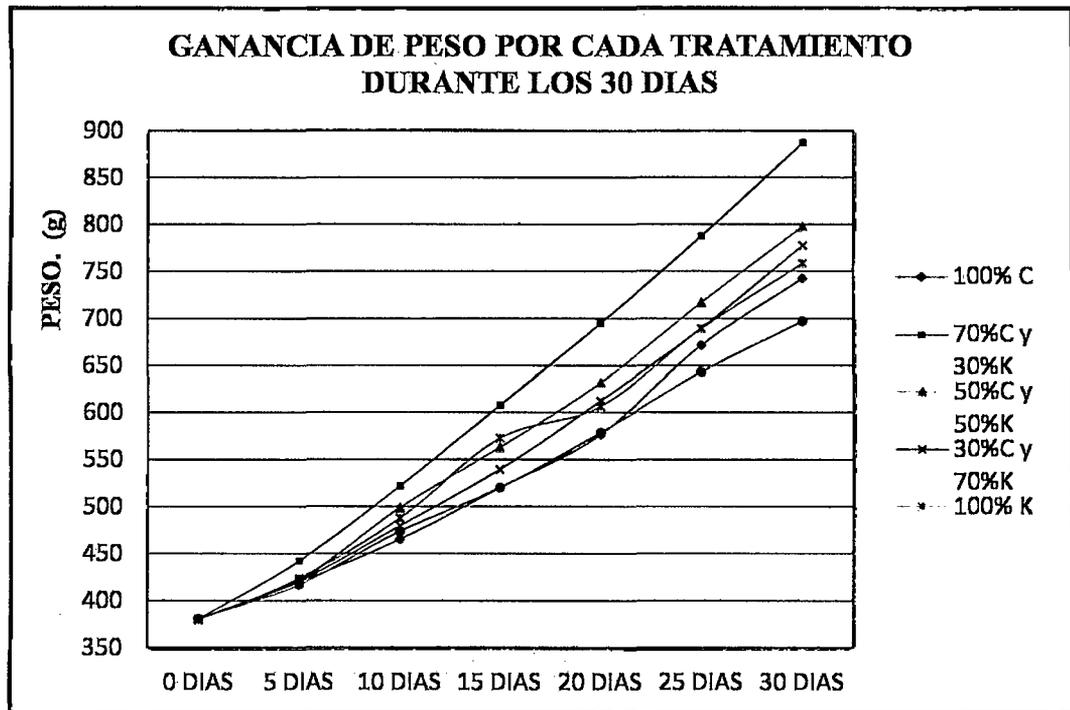
La ganancia de peso promedio de los cuyes alimentados con formulaciones de forraje verde hidropónico durante 30 días, presentó valores entre 316,67 g y 507,0 g respectivamente (Tabla 8 y Figura 1). La mayor ganancia de peso a los 30 días lo obtuvieron los tratamientos (T2) y (T3) con valores de 507,00 g y 417,00 g en promedio; los cuales estuvieron compuestos por cuyes alimentados con (70% cebada - 30% Kiwicha) y (50% cebada - 50% Kiwicha) respectivamente. Cuando se realizó el análisis estadístico de los datos sobre análisis de varianza y la prueba de Tukey al 95% y 99% (Anexo 05, Tablas 11-12); se encontró similitudes entre los tratamientos (T2) y (T3) y diferencias significativas con los tratamientos (T1), (T4), (T5) y (Testigo) respectivamente. En cuanto a los tratamientos (T1), (T4), (T5) y (Testigo) no se encontró diferencias significativas. Entonces los mejores tratamientos en ganancia de peso corresponden a los tratamientos (T2) y (T3) cuyos valores que se diferencian de los demás tratamientos incluyendo al testigo.

Tabla 8: Evaluación de los parámetros productivos del forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha, evaluados en la dieta alimenticia de cuyes raza Perú al término de los 30 días.

Tratamientos	Alfalfa	FVH		Peso (g) (*)	Talla (cm) (*)	I.C Alimenticia (*)
		Cebada	Kiwicha			
Test.	100%	-----	-----	316,67 ^b	8,73 ^b	3,832 ^a
T1	-----	100%	-----	362,50 ^b	10,30 ^{ab}	3,827 ^a
T2	-----	70%	30%	507,00 ^a	12,17 ^a	3,755 ^b
T3	-----	50%	50%	417,00 ^{ab}	11,08 ^a	3,758 ^b
T4	-----	30%	70%	337,00 ^b	10,60 ^{ab}	3,828 ^a
T5	-----	-----	100%	379,17 ^b	9,57 ^b	3,830 ^a

(*) Diferentes letras indican diferencias significativas entre tratamientos para $p \leq 0,05$ y 0,09 de acuerdo a la prueba de tukey (ALS_{(T) 0,05}).

Figura 1. Ganancia de peso de los cuyes raza Perú alimentados con forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha al término de los 30 días del experimento.

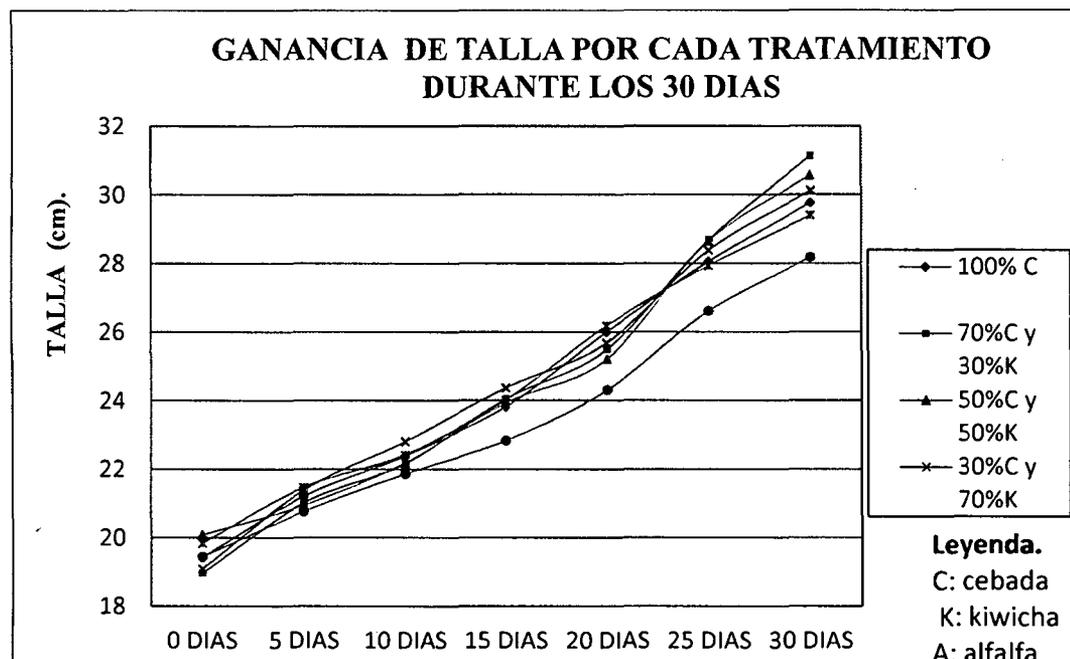


Fuente: Elaboración Propia

3.2. Ganancia de talla de los cuyes

La ganancia de talla de los cuyes, al término de los 30 días, presentó valores entre 8,73 cm y 12,17 cm (Tabla 8 y Figura 2). La mejores ganancias de talla a los 30 días lo obtuvieron los tratamientos (T2) y (T3) con valores de 12,17 cm y 11,08 cm en promedio; los cuales estuvieron compuestos por cuyes alimentados con (70% cebada - 30% Kiwicha) y (50% cebada - 50% Kiwicha) respectivamente. Cuando se realizó el análisis estadístico de los datos sobre análisis de varianza y la prueba de Tukey al 95% y 99% (Anexo 05, Tablas 14-15); se encontró similitudes entre los tratamientos (T2) y (T3); los mismos que se diferenciaron significativamente de los tratamientos (T1) (T4) (T5) y el (Testigo), respectivamente. Por lo tanto las mejores tallas de los cuyes corresponden a los tratamientos (T2) y (T3) cuyos valores al término de los 30 días fueron los más altos (12,17 cm y 11,08 cm) respectivamente.

Figura 2. Ganancia de talla de los cuyes raza Perú alimentados con forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha al término de los 30 días del experimento.

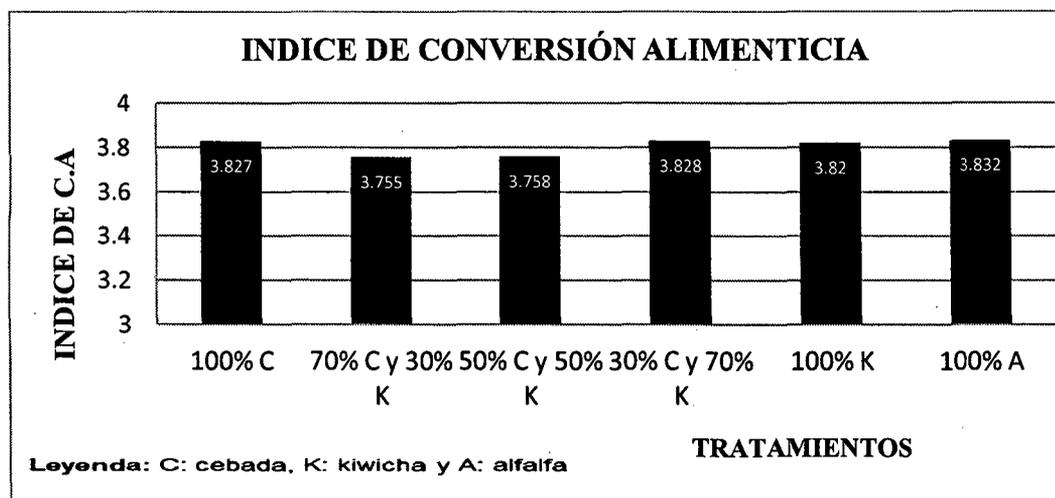


Fuente: Elaboración Propia

3.3. Índice de conversión alimenticia

El índice de conversión alimenticia de los cuyes alimentados con forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha durante 30 días, presentó valores entre 3,755 y 3,830 (Tabla 8 y Figura 3). Las mejores índices de conversión alimenticia lo encontramos en los tratamientos con valores más bajos (3,755 y 3,758) pertenecientes a los tratamientos (T2) y (T3); los cuales estuvieron compuestos por cuyes alimentados con (70% cebada - 30% Kiwicha) y (50% cebada - 50% Kiwicha) respectivamente. El análisis estadístico de los datos sobre análisis de varianza y prueba de tukey al 95 y 99% (Anexo 05, Tablas 16-17); mostró similitudes entre los tratamientos (T1), (T4), (T5) y (Testigo); los mismos que se diferenciaron significativamente de los tratamientos (T2), (T3), respectivamente. Por lo tanto los mejores índices de conversión alimenticia corresponden a los valores más bajos de los tratamientos (T2) y (T3); es decir que en dichos tratamientos hubo una mayor eficiencia en la asimilación del forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha.

Figura 3. Índice de conversión alimenticia de los cuyes raza Perú alimentados con forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha al término de los 30 días del experimento.



Fuente: Elaboración Propia

3.4. Parámetros de calidad de la carcasa de cuy

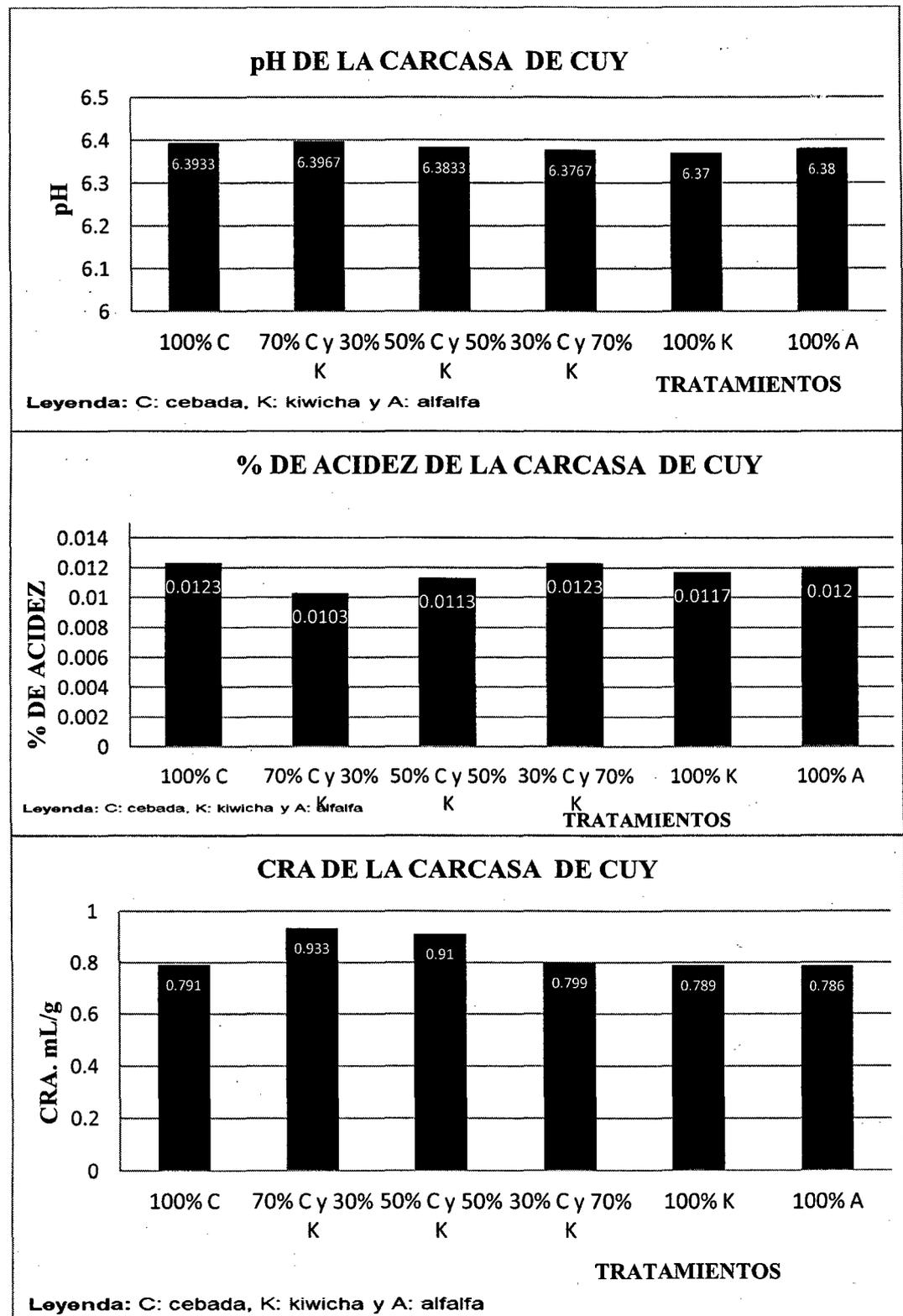
Las muestras de carne de cuy de los tratamientos evaluados en la presente investigación, presentaron niveles de pH entre (6,377 y 6,397); valores de acidez titulable entre (0,0103 % y 0,0123 %); valores de capacidad de retención de agua entre (0,787 mL/g y 0,933 mL/g) (Tabla 9 y Figura 4); capacidad de emulsificación entre (1,373 mL/g y 1,420 mL/g); y valores de porcentaje de humedad entre (73,267 % y 75,367 %) (Tabla 9 y Figura 5), respectivamente. El análisis estadístico de los datos realizados sobre análisis de varianza y prueba de Tukey al 95 % y 99 % (Anexo 06, Tablas 20-24); no mostró diferencias significativas entre las muestras de los diferentes tratamientos respecto a los parámetros de calidad: pH, acidez total titulable, capacidad de retención de agua, capacidad de emulsificación y porcentaje de humedad respectivamente. Por lo tanto la carne fresca de cuyes raza Perú, alimentados con forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha durante 30 días, no mostró variación significativa entre los tratamientos respecto a sus parámetros de calidad de la carcasa.

Tabla 9: Evaluación de parámetros de calidad de la carcasa de cuyes raza Perú, después de haber sido alimentados con forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha durante 30 días.

Ttos.	Alfalf.	FVH		pH (*)	Acidez (% (*)	H (% (*)	CRA (mL/g) (*)	CE (mLg) (*)
		C	K					
Test.	100%	-----	-----	6,380 ^a	0,0120 ^a	75,367 ^a	0,7870 ^a	1,373 ^a
T1	-----	100%	-----	6,383 ^a	0,0110 ^a	74,767 ^a	0,791 ^a	1,377 ^a
T2	-----	70%	30%	6,397 ^a	0,0103 ^a	73,267 ^a	0,933 ^a	1,420 ^a
T3	-----	50%	50%	6,393 ^a	0,0113 ^a	74,533 ^a	0,910 ^a	1,403 ^a
T4	-----	30%	70%	6,377 ^a	0,0123 ^a	75,067 ^a	0,799 ^a	1,387 ^a
T5	-----	-----	100%	6,370 ^a	0,0117 ^a	74,700 ^a	0,789 ^a	1,380 ^a

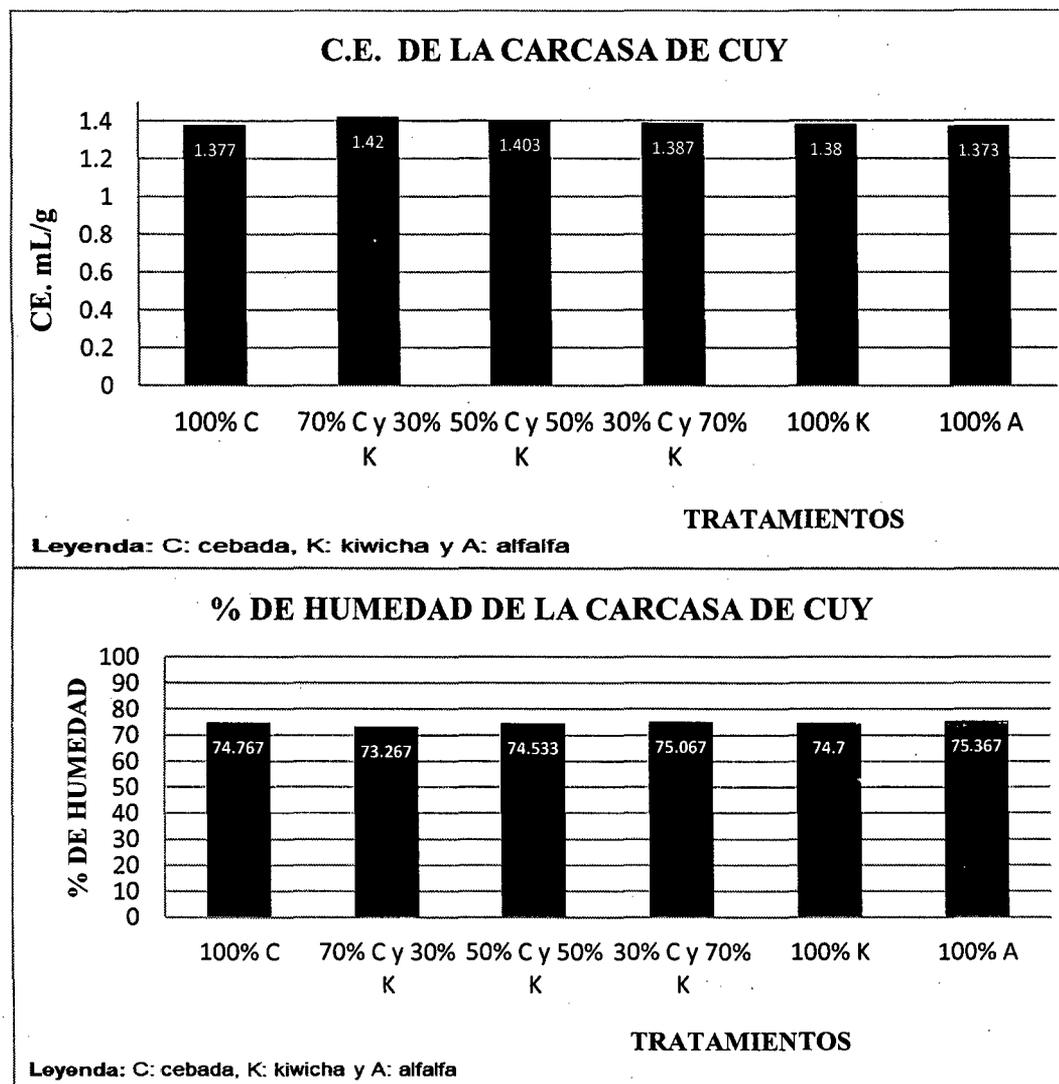
(*) Diferentes letras indican diferencias significativas entre tratamientos para $p \leq 0,05$ y $0,09$ de acuerdo ala prueba de tukey (ALS_{(T) 0,05}).

Figura 4. pH, acidez total titulable y capacidad de retención de agua (CRA) de las muestras de carne de cuy después de 30 días de alimentación con forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha a diferentes concentraciones.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5. Capacidad de emulsificación y porcentaje de humedad de las muestras de carne de cuy después de 30 días de alimentación con forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha a diferentes concentraciones.



Fuente: Elaboración Propia

3.5. Costo de producción del Forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha

Las inversiones necesarias para producir FVH van a depender del nivel y de la escala de producción. Considerando los costos unitarios del insumo básico (semilla) el forraje verde hidropónico es una alternativa económicamente viable que merece ser considerada por los pequeños y medianos productores.

Costo de producción del Forraje verde hidropónico de cebada

La inversión para producir un 1kg de Forraje verde hidropónico de cebada fue la siguiente:

Costo en el mercado de la semilla de cebada S/. 1,50 /kg, el agua empleada fueron 5,50 L por bandeja a S/. 0,17; de cloro se emplearon 50 mL a 0,25 nuevos soles, el jornal se determinó a S/. 3,00 por bandeja por día; el costo de la instalación e inversión inicial fue de S/. 851,90 valor que amortizado a cinco años arroja una cantidad de S/. 17,38/año lo que dividido entre los 2500 kg de FVH por año, da un valor de S/. 0,10/kg de Forraje verde hidropónico. Por lo anterior, el costo de producción de 1 kg de Forraje verde hidropónico de cebada es de S/. 0,88/kg, valor muy por debajo en comparación con el forraje de alfalfa ofrecido en el mercado, que cuesta S/. 2,00 la porción aproximada de 1 kg.

Costo de producción de 1 kg de Forraje verde hidropónico de kiwicha

El costo de producción de un 1kg de forraje verde hidropónico de kiwicha, es relativamente más costoso en comparación con el de cebada, debido al costo de la semilla en el mercado local de S/. 10,00/kg. Producir 1 kg de forraje verde hidropónico de kiwicha en Chachapoyas, cuesta alrededor de S/. 3,38/kg. El costo de producción del forraje verde hidropónico de kiwicha puede disminuir notablemente en localidades productoras de este cultivo (Región Sierra); donde el costo por kilogramo es más bajo en comparación con el precio de la semilla en el mercado de Chachapoyas. Además en nuestra región amazonas y en especial en Chachapoyas se puede producir forraje hidropónico de kiwicha a menor costo, incentivando la producción de dicho cultivo en las parcelas de los agricultores locales.

IV. DISCUSIONES

En la presente investigación se determinó que la ganancia de peso en cuyes, está directamente relacionada con el contenido de proteínas y carbohidratos del forraje verde hidropónico ofrecido en la dieta alimenticia de los cobayos. En tal sentido, se obtuvieron los mayores índices de pesos en los tratamientos (T2) y (T3) (507,00 g y 417,00 g) con una alimentación de (70 % cebada – 30 % kiwicha) y (50 % cebada – 50 % kiwicha) respectivamente. Los resultados nos demuestran que existe variación significativa en la ganancia de pesos de los cuyes cuando se sustituye la alimentación a base de alfalfa por forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha. La alta digestibilidad y ganancia de peso del forraje verde hidropónico en mamíferos concuerda con lo reportado por Morales, (1987); Sánchez, (1996 y 1997) y Sepúlveda, (1994) quienes demostraron que es posible sustituir parcialmente la materia seca que aporta el forraje obtenido mediante métodos convencionales, así como también aquel proveniente de granos secos o alimentos concentrados, por el Forraje verde hidropónico. Por ejemplo sostienen que alimentando con forraje verde hidropónico, se obtuvo un aumento significativo de peso vivo en corderos precozmente destetados al suministrarles dosis crecientes de forraje verde hidropónico hasta un máximo comprobado de 300 gramos de materia seca al día; ganancia de peso en cerdos con una alimentación en base a forraje verde hidropónico; aumento de producción en vacas lecheras a partir del uso de forraje verde hidropónico obtenido de semillas de avena variedad “Nehuén” y cebada cervecera variedad “Triumph” existiendo también en este caso antecedentes en el uso del maíz, sorgo, trigo, arroz y triticale; sustitución en conejos, de hasta el 75 % del concentrado por forraje verde hidropónico de cebada sin afectar la eficiencia en la ganancia de peso, alcanzándose un peso de (2,1 kg a 2,3 kg de peso vivo) a los 72 días.

La diferencia significativa en cuanto a la ganancia en talla esta relacionado con el contenido proteico del alimento, durante la etapa de crecimiento del animal. Según los resultados del experimento, se obtuvieron mayor talla en cuyes alimentados con (70 % cebada – 30 % kiwicha) y (50 % cebada - 50% kiwicha), cuyos valores fueron (12,17 cm y 11,08 cm) respectivamente. El alimento a base de forraje hidropónico de cebada y kiwicha constituye una fuente importante de proteína digerible para los cuyes, esto se manifiesta en el rápido crecimiento y desarrollo que mostraron al término de los 30

días. Al respecto Maynard *et al.*, (1981); Mc Donald *et al.*, (2006) manifiestan que la síntesis o formación de tejido corporal requiere del aporte de proteínas, por lo que un suministro inadecuado, especialmente en animales jóvenes, etapa de mayor demanda proteica, produce un crecimiento retardado y menor eficiencia en la utilización de los alimentos. Para Saravia, (1994) la respuesta animal al aporte de proteína en la ración puede estar influenciada por el genotipo animal, el tipo, calidad, cantidad y número de los insumos empleados. Respecto al genotipo, el tamaño y velocidad de crecimiento de los cobayos es proporcional a los requerimientos de proteína, así los cuyes mejorados alcanzan incrementos diarios de peso de 15,4 g con consumos de proteína de 8,48 g/animal/día; Higaona *et al.*, (1990); Chauca, (1995) afirman que los cuyes cruzados ganan 8-10 g diarios con 7,2 g de proteína/animal/día, mientras que los criollos obtienen un incremento diario aproximado de 3,2 a 4 g/día con un requerimiento aproximado de 8 g/animal/día. Según Tsukahara y Ushida, (2000) la mayor disponibilidad de aminoácidos esenciales: lisina, triptófano, metionina, valina, histidina, fenilalanina, leucina, isoleucina, treonina, y arginina se da en los insumos concentrados proteicos de origen vegetal, dado su mejor digestibilidad, respecto a los insumos concentrados de origen animal. La combinación de insumos proteicos brinda mejor resultado durante el crecimiento Aliaga, (1993), debido a que se complementan los aminoácidos proveídos por cada insumo, especialmente cuando los insumos tienen un origen marcadamente diferenciado.

El índice de conversión alimenticia de los cuyes raza Perú en nuestro experimento mostró mayor eficiencia en cuyes de los tratamientos (T2) y (T3) (3,755 y 3,758) con una alimentación de (70 % cebada - 30% kiwicha) y (50 % cebada – 50 % kiwicha), respectivamente. Dichos valores están cercanos al promedio reportado por INIA, (1995) en 3,81 de índice de conversión alimenticia, en cuyes raza Perú, en óptimas condiciones. Estos valores cercanos al promedio de nuestro experimento, se debe a una mejor eficiencia del alimento (FVH) de cebada y kiwicha por parte de los cuyes; esto concuerda también con lo reportado por Botero y De la Ossa, (2003) quienes indican que entre menor sea el de índice de conversión alimenticia, mayor es la eficiencia de la alimentación de los cuyes.

En las carcasas de cuy, raza Perú, de nuestro experimento se han obtenido valores de pH (6,377 y 6,397) a las 0 horas de sacrificio; los cuales se hallan dentro del rango de valores permitidos según la Norma Técnica Peruana (NTP 201.058) para Carne y productos cárnicos: (Definiciones, clasificación y requisitos de carcasas y carne de cuy), cuyos valores están en el rango de 5,5 - 6,4 respectivamente; Según Lawrie, (1991) el descenso del pH depende del tipo de fibras que predominan en el músculo y de la actividad muscular antes del sacrificio. Así, los músculos con predominio de fibras de contracción rápida (blancas) alcanzan valores finales de 5,5 mientras que en los músculos en donde predominan las fibras de contracción lenta (rojas) el pH no baja de 6,3 (Con respecto al rigor mortis). Lo cual nos indicaría que existen otros factores que pueden influir en los valores de pH, factores como la composición de la carne, o quizá la presencia y activación de ciertas enzimas. Al respecto Offer y Knight, (1980) afirman que la influencia del pH final del músculo de la carne de ovino y bovino de animales bien alimentados y no estresados tiene un pH de (6,0 - 6,5). En general los valores y rangos de pH encontrados en la bibliografía nos aseguran que los cuyes son una especie menos sensible al estrés que los cerdos o vacunos, razón por lo cual no presentan problemas característicos derivados de pH anormales. Según Sañudo, (1993) el valor final del pH (aproximadamente a las 24 h después del sacrificio) como la velocidad de caída del mismo durante la transformación del músculo en carne, afectan a las características organolépticas (color, jugosidad, flavor, etc.) y tecnológicas de la misma (capacidad de retención de agua, capacidad de conservación). Para Forrest *et al*, (1979) la velocidad de descenso del pH se realiza de una manera gradual y más rápida, durante las 12 primeras horas post mortem, para luego casi estabilizarse hacia las 24 horas. Se reporta que cuando el valor del pH es menor a 6,0 durante la primera hora post mortem, se estaría frente a una carne PSE (pale, soft, exudative), que tiene una coloración pálida con intensa exudación, esta característica es una anomalía común en ciertas carnes. De otro lado, también se reporta que valores de pH por encima de 5,8 a las 24 horas post mortem, denotan una carne DFD (dark, firm, dry), la cual se caracteriza por una elevada retención de agua y una coloración oscura. Estos dos tipos o aspectos de la carne son indeseables por el consumidor porque sus propiedades sensoriales son desagradables.

En cuanto al porcentaje de ácido láctico de la carne, los resultados obtenidos nos muestran un contenido de acidez entre 0,0103 % y 0,0123 %; valores por debajo del promedio, según los reportes de Lawrie, (1991) quien indica que el ácido láctico o sarcoláctico de la carne fresca, entra en una proporción de 0,05 % a 0,07 % a las primeras horas de sacrificio del animal. El ácido láctico varía de 37 mg por gramo en animales robustos y se encuentra libre o unido a bases para formar sales orgánicas. Según Solís, (2005) indica, que un manejo incorrecto del ganado previo a la faena no permite una evolución post-mortem normal, por lo que los procesos bioquímicos y biofísicos que se desencadenan después de la muerte del animal para que el músculo se transforme en carne, no se pueden desarrollar con el suficiente glucógeno (fuente de energía) para transformarlo en ácido láctico (responsable de la acidez), por lo que no se logra el pH normal de la carne.

En nuestros resultados la CRA de la carne de cuy fue de (0,787 mL/g y 0,933 mL/g), valores por debajo de los obtenidos por Swit y Ellis, (1956) de 1,518 mL/g en carne fresca de vacuno, y carne de conejo de 1,701 mL/g; por otra parte, es necesario tener en cuenta que de acuerdo a los métodos de medición varían los resultados. Para Hulot y Ouhayoun, (1999) los cambios en la capacidad de retención de agua están normalmente causados por la caída del pH del músculo que produce una desnaturalización de proteínas afectando a la cantidad de agua libre. El pH último también influye en esta característica, de manera que a medida que disminuye el pH aproximándose al punto isoeléctrico de las proteínas (pH= 5,0-5,5), se van bloqueando los grupos polares, se igualan las cargas positivas y negativas y por lo tanto se produce una disminución en la capacidad para retener jugo. Esto concuerda con lo encontrado en nuestro trabajo ya que los cuyes sacrificados con mayor peso (T2 y T3) fueron los que presentaron un mayor pH (6,397 y 6,393) y una mayor capacidad de retención de agua (0,933 mL/g y 0,910 mL/g) (no significativa). No obstante Damodaran, (2005) también observó que la mayor cantidad de jugo expulsado se obtenía de los músculos con valores de pH más altos. Para Sañudo, (2006), en corderos, señalaron que cuando se incrementaba el peso de canal, la carne presentaba una mayor facilidad para liberar agua. Al respecto Lawrie, (1991) menciona que la carne cruda de los mamíferos inmediatamente después del sacrificio contiene, por término medio, un 75 % de agua, porcentaje que varía con la especie de procedencia y el músculo que se considere. Parte del agua se pierde por evaporación durante el enfriamiento de las canales (las de

bovino pierden hasta un 2 % de su peso y en corderos lechales estas pérdidas pueden llegar a ser de un 5 %) o por goteo, como consecuencia de la sección de los tejidos (según el grado de división de la carne puede perderse hasta un 6 %, porcentaje que llega a duplicarse tras la descongelación y que puede ser mayor aún en las carnes PSE).

La capacidad de emulsificación para el experimento de carne de cuy mostró valores entre 1,4200 mL/g y 1,3733 mL/g; los cuales están por encima de los resultados obtenidos por Webb *et al.*, (1970) en carne de res de 1,061 mL/g-proteína y pulpa de pollo de 1,102 mL/g-proteína. Esta variación se atribuye probablemente al tipo de especie, edad, sexo y manejo del animal antes del sacrificio. Según Otwell y Giddings, (1980) la capacidad de las proteínas de ligar grasas es una propiedad muy importante para el desarrollo de muchas aplicaciones en la industria alimentaria. El papel de las proteínas en las emulsiones, es la de formar una monocapa interfacial entre la fase polar y la apolar. La CE es el parámetro que define la emulsión y consiste en la cantidad de aceite medida en mL que es capaz de emulsionar en 1 g de proteína sin que se rompa o invierta la emulsión. Según Carballo y Lopez, (2001) mencionan que las emulsiones cárnicas constituyen un sistema de dos fases, aunque no son sistema de emulsión propiamente dicho debido a que la fase dispersa se encuentra en glóbulos de más de cinco micras. Para Forrest *et al.*, (1979); Offer y Knight (1980) definen la capacidad de emulsificación (CE) como la cantidad de grasa que puede emulsificarse en una pasta de carne. El sistema de una emulsión de carne es muy complejo, ya que la matriz de la emulsión (fase continua) está fundamentalmente compuesta de agua y proteínas solubilizadas por efecto de la adición de sal, formando una solución salina de baja fuerza iónica que extrae fácilmente a las proteínas miofibrilares que a la vez sirven como emulsificantes a las proteínas sarcoplásmicas. En la fase continua también están presentes sales y otros compuestos responsables del sabor, la extensión del producto y la cohesión. La fase dispersa está constituida por grasa. Algunos factores que también influyen en la CE son el pH, la temperatura y la cantidad de grasa presente.

El porcentaje de humedad en carne fresca de cuy no presentó variación significativa según los resultados obtenidos en el laboratorio, los cuales se encuentran entre 73,2667 % y 75,3667 %, respectivamente; dichos valores se encuentran dentro del rango aceptable, reportado por INIA, (1994) de 69,8 % a 75,2 % en carne fresca de cuy. Al respecto Aliaga, (1994), reportó valores de porcentaje de humedad de 70,6 % y un porcentaje de proteínas de 20,3 % en carne fresca de cuy. Según Carballo y Lopez, (2001) la humedad de la carne depende de la capacidad de retención de agua (CRA), y ésta a su vez depende del pH, de la concentración de proteínas hidrofílicas y de la presencia de iones (Ca, Cl, K, Na, PO₄, etc.). A un pH de 5,8 a 6,0 la CRA es máxima, mientras que un alejamiento de este punto provoca la desnaturalización de proteínas y, por tanto, una baja en la CRA.

Los costos de producción de forraje verde hidropónico resulta muy rentable cuando se produce cebada hidropónica, cuyo costo de 1kg es de S/. 0,88/kg, valor muy por debajo en comparación con el forraje de alfalfa ofrecido en el mercado, que cuesta S/. 2,00 la porción aproximada de 1 kg. Según Tarrillo, (1999.), menciona que el costo del forraje verde hidropónico de cebada aparentemente es mayor al del maíz forrajero (chala), pero se debe considerar la digestibilidad de estos forrajes, así tendremos que de 1,000 kilos de forraje verde hidropónico de cebada, 850 kilos son digestibles, mientras que en el maíz forrajero, de los 1,000 kilos iniciales, sólo 550 kilos son utilizables. De esta manera se tiene que el costo por kg de forraje verde hidropónico de cebada digestible (S/. 0,169) es menor al del maíz forrajero (S/. 0,218).

El costo de producción de 1 kg de forraje hidropónico de kiwicha, cuesta S/. 3,38/kg; precio relativamente superior al costo de cebada y alfalfa, esto debido principalmente al costo de la semilla en el mercado de Chachapoyas, cuya procedencia es de otras regiones del país. Esta situación de reducir el costo de producción del forraje verde hidropónico de kiwicha, en la región Amazonas, puede mejorar y disminuir notablemente incentivando la producción de dicho cultivo, en las parcelas de los pequeños agricultores rurales; teniendo como objetivo principal la mejora de la producción y productividad de los cuyes, mediante una alimentación a base de forraje verde hidropónico, considerando los enormes beneficios que nos ofrece esta producción y los efectos positivos en las economías de las familias rurales.

V. CONCLUSIONES

- Los cuyes Raza Perú alimentados con concentraciones de forraje verde hidropónico (70 % cebada - 30 % kiwicha) (T2) y (50 % cebada – 50 % kiwicha) (T3), presentaron las mayores ganancias de peso (507,00 g y 316,67 g) después de 30 días de alimentación base de las dietas planteadas en los tratamientos de la presente investigación.
- La mayor ganancia de talla en cuyes Raza Perú (12,17 cm y 11,08 cm) correspondieron a los tratamientos T2 (70 % cebada - 30 % kiwicha) y T3 (50 % cebada - 50 % kiwicha); después de 30 días de haber sido alimentados con forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha.
- Los cuyes Raza Perú alimentados con FVH de cebada y kiwicha, obtuvieron los índices de conversión alimenticia más bajos (3,755 y 3,758) en los tratamientos T2 (70 % cebada - 30 % kiwicha) y T3 (50 % cebada - 50 % kiwicha); por lo tanto dichos cuyes alimentados con estas formulaciones de FVH, son los más eficientes en la asimilación del alimento proporcionado diariamente en su dieta alimenticia.
- Los parámetros de calidad de la carcasa fresca de cuyes Raza Perú, como son: pH (6,377 y 6,397), acidez total titulable (0,103 % y 0,123 %), capacidad de retención de agua (0,787 mL/g y 0,933 mL/g), capacidad de emulsificación (1,373 mL/g y 1,420 mL/g) y porcentaje de humedad (73,267 % y 75,367 %); no varían significativamente cuando se les somete a una alimentación a base de forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha a diferentes concentraciones durante 30 días.

- La producción de forraje verde hidropónico de cebada posee un bajo costo de S/. 0,88/kg en comparación con otros forrajes tradicionales como la alfalfa de S/. 2,00/kg y alimento balanceado (maíz molido) de S/. 1,50/kg. Esto se debe a su alto rendimiento productivo en la cosecha, alrededor de cuatro veces su peso inicial y el bajo costo de inversión en infraestructura y mano de obra.
- En el sistema de producción de forraje verde hidropónico, las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimas al comparar con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, cuyas eficiencias varían entre 270 a 635 litros de agua por kg de materia seca. Alternativamente, la producción de 1 kilo de FVH requiere de 2 a 3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila, dependiendo de la especie forrajera, entre un 18 % a 25 %. Esto se traduce en un consumo total de 15 a 20 litros de agua por kilogramo de materia seca obtenida en 15 días.
- En la producción de FVH se obtienen grandes rendimientos de forraje, producidos en pequeñas áreas sin requerir gran cantidad de maquinaria y además se hace uso más eficiente del agua.
- La alta demanda de carne de cuy en el mercado nacional e internacional nos orienta a una crianza comercial. Donde se aumente la productividad haciendo uso eficiente de la alimentación y manejo tecnificado de los galpones; para lo cual el forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha constituye una alternativa importante para los productores de cuyes, quienes necesitan obtener cuyes para el mercado, con un mayor peso y talla, en menor tiempo y con mayores ingresos familiares.

VI. RECOMENDACIONES

- Cuando se desee producir forraje verde hidropónico de cebada, kiwicha u otro tipo de semillas, se recomienda trabajar con semilla fresca de buena calidad, que nos asegure un alto poder germinativo, no menor del 70% por ciento; puesto que una mala elección de la semilla afectará notablemente el rendimiento en la cosecha.
- Cuando se desee producir forraje verde hidropónico, de una especie de semilla de gramínea o leguminosa nueva, es recomendable evaluar si dicha semilla germinada es apetecible para los cuyes caso contrario no se tendría éxito en el experimento.
- Es recomendable realizar comparaciones de costos de producción del forraje verde hidropónico de nuevas semillas, que se experimenten, con los forrajes tradicionales, cuya finalidad nos permita determinar la rentabilidad y el rendimiento de dicho FVH.
- En investigaciones similares se recomienda realizar análisis de calidad de la carcasa de cuyes, alimentados con FVH, cuando se somete a métodos de conservación de la carne durante un determinado tiempo y luego evaluar los cambios que ocurren, respecto a sus parámetros de calidad.
- Durante la alimentación de los cuyes es recomendable proporcionarles agua para que sea ingerida a libre voluntad, ya que una deficiencia en su consumo puede producir retardos en el crecimiento. Además es importante mantener los comederos, bebederos del área del galpón en constante limpieza, para evitar la infestación de parásitos y enfermedades que pueden afectar gravemente al desarrollo de esta actividad.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFUSO A. 1976. Evaluación de la roca fosfatada de Bayovar como fuente de fósforo en cuyes. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Univ. Nac. Agraria La Molina. p. 84. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/W6562s/w6562s08.htm>. Accesado: 23/03/2011.

ALIAGA L. 1993 - 1994. Crianza de Cuyes. Lima: INIA. Serie de informes Técnicos. P 210.

AMARO F. 1977. Diferentes niveles de vitamina C en la alimentación de cuyes a base de concentrado, desde el destete hasta la saca. Tesis de Ing. Zootecnista. Huancayo: Univ. Nac. del Centro del Perú. p. 68. Disponible en: <http://www.perucuy.com/site/modules.php?name=News&file=article&sid=41>. Accesado: 24/03/2011.

ARANO C. 1998. Forraje Verde Hidropónico y Otras Técnicas de Cultivos sin Tierra. Editado por el propio autor. Prov. de Buenos Aires, Argentina. Disponible en: http://www.elmejorguia.com/hidroponia/Forraje_verde_hidroponico_conclusiones.html. Accesado: 30/04/2011.

BARERA N Y AVILEZ P. 2001. Uso de la harina de semilla de *Cajanus cajan* (guandul) como sustituto parcial de raciones para conejos de levante-ceba. Sincelejo. Tesis Zootecnista. Universidad de Sucre. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

BOJÓRQUEZ C, JIMÉNEZ R, HUAMÁN A. 2006. Producción de pastos para la alimentación de cuyes. Huancayo: EE IVITA El Mantaro. Serie de Informes Técnicos. P. 1-43.

BOTERO L Y DE LA OSSA M. J. 2003. Guía para la cría, manejo y aprovechamiento sostenible de algunas especies animales, mamíferos, herbívoros domésticos. Convenio Andrés Bello. Santafé de Bogotá- Colombia. p. 58.

CABRERA F, FIGUEROA E. 2006. Composición química y rendimiento de avena forrajera (*Avena strigosa*) bajo diferentes niveles de nitrógeno. En: XXIX Reunión APPA. Huancayo: Asociación Peruana de Producción Animal.

CARBALO Y LOPEZ. 2001. Tecnología de la carne y de los productos cárnicos. 1ª Edición. Ediciones Vicente. Madrid-España.

CASTAÑO M. 1975. Explotación del curi o cuy. Colombia: Sociedad Antioqueña de Agricultores. Rev. Bol. Agrícola. p. 15- 651.

CASTRO J, CHIRINOS D. 1992. Consumo voluntario de forrajes, concentrados y residuos agroindustriales y domésticos en cuyes. En: XVI Reunión APPA. Piura: Asociación Peruana de Producción Animal.

CAYCEDO A. 2000. Experiencias investigativas en la producción de cuyes: Obras de Investigación de Caycedo. Univ. de Nariño. Colombia. Serie de informes técnicos. p. 100-104.

CHAUCA L. 1993. Alimentación y nutrición del conejo. Editorial Acribia. Zaragoza- España. p. 429.

CHAUCA L. 1997. Producción de Cuyes (*Cavia porcellus*). INIA. La Molina. Perú.

CHAUCA L, ZALDIVAR M. 1995. Mejore su producción de cuyes. Lima: INIA. Serie Divulgativa. p. 01-23- 95.

CÓNDOR B. 2004. Efecto de la cebada grano y del maíz de descarte en el incremento de peso de cuyes destetados. Tesis de Ing. Zootecnista. Huancayo: Univ. Nac. del Centro del Perú. P. 59. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/documentos/appa-resumen-1994-2007pdf>. Accesado: 24/03/2011.

CORREA S. 1994. Determinación de la digestibilidad de insumos energéticos, proteicos y fibrosos en cuyes. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Univ. Nac. Agraria La Molina. 92. Disponible en: <http://www.cadenacuy.pe/Alimentación%20%20nutrición%20%20cuyes%20-%20sofia.ppt>. Accesado: 15/06/2011.

DAMODARAN S. 2005. Protein stabilization of emulsion and foams. *J. Food Sci.* 70: p. 54-661.

DENDY D.A.V, BOGDAN J. DOBRASZCZYK. 2003. Cereales y productos derivados. Edit. Acribia S.A.C.

DUCHI N. 1993. Digestibilidad de la proteína y fibra de gramíneas y leguminosas forrajeras en cobayos. En sistemas de producción animal (Vol4). Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

ESCOBAR F, BLAS C. 1987. Evaluación del valor nutritivo de la alfalfa en tres periodos vegetativos para cuyes. En: XI Reunión APPA. Piura. Asociación Peruana de Producción Animal.

ESCOBAR F, BLAS C. 1989. Valor nutritivo de alfalfa, maíz y cebada para cuyes. En: XII Reunión APPA. Lima. Asociación Peruana de Producción Animal.

FALEN Y PETERSEN. 1969. Producción de Forraje Verde Hidropónico. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Lima, Perú. Disponible en: http://www.elmejorguia.com/hidroponia/Forraje_Verde_Hidroponico_introduccion.htm. Accesado: 05/07/2011.

FAO. 1991. El Conejo, Cría y Patología. Roma, Italia. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos33/crianza-conejos/crianza-conejos.shtml>. Accesado: 10/08/2011.

FAO. 2002. El Manual Técnico “Producción de forraje verde hidropónico”, Oficina Regional de la FAO Para América Latina y El Caribe. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/aup/pdf/forraje.pdf>. Accesado: 18/08/2011.

FARFÁN A. 1992. Coeficiente de digestibilidad de la harina de challhua (*orestias empyraeus allen*) y hechizo de cebada en cuyes. En: XV Reunión APPA. Pucallpa. Asociación Peruana de Producción Animal.

FENNEMA O. 1993. Química de alimentos. 2^{da} Edición. Editorial Acriba-España.

FLORES F. 1991. Uso de diferentes relaciones Ca:P en la suplementación alimenticia de cuyes destetados. Tesis de Ing. Zootecnista. Huancayo: Univ. Nac. del Centro del Perú. p. 83.

FLORIÁN R. 2006. Evaluación del rendimiento y composición química de la asociación avena-vicia forrajeros en Cajamarca. En: XXIX Reunión APPA. Asociación Peruana de Producción Animal.

FORREST C, E.D. ABERLE, H.B. HEDRICK, M.D. JUDGE, R.A. MERKEL. 1979. Fundamentos de ciencia de la carne. Editorial Acribia. Zaragoza- España. p. 150-153.

GÓMEZ C, CABALLERO N, SARAVIDA J. 1992. Valor nutricional de la panca de maíz, consumo voluntario y digestibilidad en el cuy. En: Sistemas de producción animal (Vol4.). Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

GÓMEZ C, VERGARA V. 1995. Fundamentos de la nutrición y alimentación: Crianza de cuyes. Lima: INIA-DGTT. Serie Guía Didáctica. p. 27-35.

GUERRERO A. 1992. Cultivos herbáceos extensivos. 5^{ta} Edición. Mundi-Prensa. Madrid-España.

GUERRERO, I. & M. R. ARTEAGA. 1990. Tecnología de Carnes; Procedimiento de determinación de PH y Acidez. Editorial Trillas SA. España. p. 17-21.

HIDALGO M. 1985. Producción de forraje en condiciones de hidroponía. Evaluaciones preliminares en avena y triticale. Facultad de ciencias agropecuarias y forestales de la Universidad de Concepción, sede Chillan. Chile.

HIDALGO M, MANYARI E. 1990. Utilización de subproductos de molinería y sales minerales en la alimentación de cuyes (sal negra y sulfato de cobre). En: XIII Reunión APPA. Ayacucho: Asociación Peruana de Producción Animal.

HIGAONA R, CHAUCA L, ZALDIVAR M. 1990. Evaluación de los parámetros productivos del cuy criollo. En: XII Reunión APPA. Lima: Asociación Peruana de Producción Animal.

HINOSTROZA E, BOJÓRQUEZ C, ORDOÑEZ J. 2006. Caracterización del cultivo de alfalfa con dormancia 9 en época seca en la Sierra central del Perú. En: XXIX Reunión APPA. Huancayo: Asociación Peruana de Producción Animal.

HULOT F Y OUHAYOUN J. 1999. Muscular PH and related traits in rabbits: a review. World Rabbit Science, 7: p. 15-36.

HUTERWAL G. 1992. Hidroponía. Editorial Albatros. Buenos Aires-Argentina. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/aup/pdf/forraje.pdf>.
Accesado: 07/08/2011.

INIA 1995. Proyecto Sistemas de Producción de cuyes. Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo CIID, Canadá. Disponible en: <http://www.proyectos.com/carnedeCUY.html>. Accesado: 20/09/2011

INIA 1995. Valor nutricional de la panca de maíz: digestibilidad en el cuy. Lima. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/documentos/PSP%20CUYES%20Tomo%202.pdf>. Accesado: 11/07/2011.

KIRK R, SAWYER R, EGAN H. 1996 Composición y análisis de alimentos de Pearson. 2^{da} Edición. Editorial. Compañía editorial continental S.A de CV. México.

LAFORÉ M. 1999. Diagnostico alimenticio y composición nutricional de los principales insumos de uso pecuario del Valle del Mantaro. Tesis de Medico Veterinario. Lima: Univ. Nac. Mayor de San Marcos. p. 84. Disponible en: http://perulactea.com/wpcontent/uploads/201/11/Tablas_Alimentos_peru_2010.pdf.

Accesado: 11/07/2011.

LAWRIE R. 1991. Ciencia de la Carne. 5ª edición. Editorial. Acribia S.A. Zaragoza-España. p.184.

LOZADA P. 2008. Efecto de incluir cebada en grano y/o semilla de girasol en una dieta basada en forraje sobre el momento óptimo económico de beneficio de cobayos en el Valle del Mantaro. Tesis de Medico Veterinario. Lima: Univ. Nac. Mayor de San Marcos. p.55.

MAC DONALD P, EDWARDS R, GREENHALZH J, MORGAN C. 2006. Nutrición animal. 6^{ta} Edición. Zaragoza-España. Editorial. Acribia. p. 587.

MALPARTIDA E. 1992. Pasturas, establecimiento y manejo. En: Flores A, San Martin F, eds. Manual de forrajes. Lima: RESUMEN. P. 125-226.

MAYNARD L, LOOSLI J, HINTZ H, WARNER R. 1981. Nutrición animal. 7^{ma} Edición. México: Mc Graw Hill. p. 640.

MERCADO L. 1972. Tres niveles de proteínas y dos de energía en raciones para cuyes en crecimiento. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Univ. Nac. Agraria La Molina. p. 66. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/documentos/trabajos2006-.pdf>.
Accesado: 16/07/2011.

MORALES 1987. Diferentes niveles de vitamina C en cuyes en crecimiento. En: XVI Reunión APPA. Piura: Asociación Peruana de Producción Animal.

MORRISON F. 1980. Fundamentos de la nutrición animal. En: Morrison F, eds. Alimentos y alimentación del ganado. México: Unión Tipográfica Hispano Americana. p.722.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1995. Nutrient Requirements of the Guinea Pig. En: Nutrient requirements of laboratory animals. 4th ed. Washington D.C.: National Academy Press. NRC. p. 2-27.

NORMA TECNICA PERUANA (NTP 201.058: 2006). Carne y Productos Cárnicos. Definiciones, clasificación y requisitos de las carcasas y carne de cuy (*Cavia porcellus*). Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI. 1ª Edición. Lima- Perú.

NAVIA J, HUNT C. 1976. Nutrition, nutritional diseases, and nutrition research applications. En: Wagner J, Manning P, eds. The biology of the guinea pig. USA: Academy Press. p. 235- 261.

NINANYA A. 1974. Coeficiente de digestibilidad del heno de alfalfa, afrechillo, maíz y harina de pescado en cuyes. En: Sistemas de producción animal (Vol4.). Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

NOLI E, CANTO A, SEGURA J. 2006. La avena forrajera INIA Mantaro 15 mejorado una alternativa de forraje para la zona Altoandina. En. XXIX Resumen APPA. Lima: Asociación Peruana de Producción Animal.

NUREÑA A. 1988. Utilización de alfalfa, rye grass-trebol y rastrojo de kiwicha en el crecimiento y engorde intensivo de cuyes (*Cavia porcellus*). En: Sistemas de producción animal (Vol4.). Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

ÑÍGUEZ CONCHA M. 1988. Producción de Forraje en Condiciones de Hidroponía II. Selección de Especies y Evaluación de Cebada y Trigo. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.

OFFER G Y KNIGHT P. 1980. The structural basis of water-holding in meat, Part1: General principles and water uptake in meat processing. En Developments in Meat Science, Vol. 4. Editor: Lawrie, R. Elsevier Applied Science. New York, USA.

OLIVER A. GRANT L.R, J.F. PEDERSEN J.P, AND. J.O. REAR J.O. 2004. Comparison of brown midrib-6 and-18 forage sorghum with conventional sorghum and com silage in diets of lactating dairy con COWS. J.

ORDOÑEZ J, BOJORQUEZ C, ARANA C, CIRIA N. 2001. Producciones de materia seca (kg/ha) de variedades de alfalfa sin latencia invernal en el Valle del Mantaro. Rev. Inv. Vet. Perú (Supl. 1): p. 241-243.

OTWELL W Y GIDDINGS G. (1980). Scanning electron microscopy of squid *Loligo pealei*: raw, cooked and frozen mantle. Marine Fisheries Review; 42. p. 67-72.

PORRAS S, CASTRO I, CHIRINOS D. 1991. Valor nutritivo, digestibilidad y NDT de las cascaras de kiwicha, quinua, tarwi y cebada grano en cuyes. En: XIV Reunión APPA. Cerro de Pasco: Asociación Peruana de Producción Animal.

PAUCAR J. 1992. Uso de 3 niveles energéticos en suplementos para cuyes destetados y el efecto de la adición de tiroproteína. Tesis de Ing. Zootecnista. Huancayo: Univ Nac del Centro del Perú. p. 54. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/documentos/trabajos2006-pdf>. Accesado: 09/08/2011.

QUINTANA M. 2009. Suplementación de dietas a base de alfalfa verde con harina de cebada más una mezcla mineral y su efecto sobre el rendimiento y eficiencia productiva en cuyes en crecimiento en el Valle del Mantaro. Tesis médico veterinario. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de medicina veterinaria. Disponible en: <http://www.proyectosperuanos.com/carnedecuy.html>. Accesado: 10/09/2011.

RAMOS, C. 1999. El uso de aguas residuales en riegos localizados en cultivos hidropónicos. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Valencia, España.

REID M. 1954. Production and interaction of a fatty acid deficiency in the guinea pig. Proc. Soc. Exp. Biolog. Med. p. 86-708-709.

RICO E, RIVAS C. 2003. Manual sobre el manejo de cuyes. USA. Benson Agriculture and Food Institute. p. 52. Disponible en: <http://www.bensoninstitute.org/Publication/Manuals/SP/manejodecuyes.pdf>. Accesado: 15/08/2011.

ROBERTSON J.A, MONREDON F.D, DYSSSELER P, GUILLON F, AMDÓ R, Y THIBAUTHL J.F. 2000. Hydration properties of dietary fiber and resistant starch: a European Collaboraty Study. IWT. p. 33: 73-79.

ROCA REY M. 2001. Evaluación de indicadores productivos de cuyes mejorados procedentes de Cajamarca, Lima y Arequipa. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Univ. Nac. Agraria La Molina. Disponible en: <http://www.iniw.gob.pe/documentos/trabajos2006-pdf>. Accesado: 01/07/2011.

RODRIGUEZ, A.C.S. 2003. Como producir con facilidad, rapidez y óptimos resultados de forraje verde hidropónico. Ed. DIANA. México.

SAKAGUCHI E, ITOH H, UCHIDA S, HORIGOME T. 1987. Comparison of fibre digestion and digesta retention time between rabbits, guinea pigs, rats and hamsters. Brit Jour of Nut. p. 149-158.

SÁNCHEZ A. 1996 – 1997. Informes Técnicos de Estadía. Informes Internos de la Dirección Nacional de Empleo (DINAE –Ministerio de Trabajo y Seguridad Social) Montevideo-Uruguay.

SÁNCHEZ A. 1998. Una experiencia de Forraje Verde Hidropónico en el Uruguay. Boletín Informativo de la Red Hidroponía N° 7. Lima-Perú.

SAN MARTIN F. 1992. Nutrición de forrajes. En: Flores A, Malpartida E, San Martin F, eds. Manual de forrajes para zonas áridas y semiáridas andinas. Lima: RESUMEN. p. 227-277.

SAÑUDO, C. 1993. Curso: Tecnología y Calidad en los Productos Cárnicos. Universidad Pública de Navarra.

SAÑUDO C. 2006. Conferencia: Calidad de la canal y de la carne en los ovinos: Factores que la determinan. Revista Argentina de Producción animal 26. p 155-167.

SARAVIA J. 1994. Avances de investigación en la alimentación de cuyes. Lima: INIA/ CIID. Serie Guía Didáctica. p. 17-26.

SARAVIA J, RODRÍGUEZ W, RUESTA I, CHAUCA L, MUSCARI J. 1984. Coeficiente de digestibilidad de la hoja y tallo de maíz chala, alfalfa, grama china, hoja y tallo de camote en cuyes. En: VII Reunión APPA. Lima: Asociación Peruana de Producción Animal.

SARAVIA J, RAMIREZ S, MUSCARI J. 1992. Consumo voluntario y digestibilidad en cuyes de forrajes producidos en la Costa Central. En: XV Reunión APPA. Pucallpa: Asociación Peruana de Producción Animal.

SEPÚLVEDA, R. 1994. Notas Sobre Producción de Forraje Hidropónico. Santiago, Chile.

SILVA E. 1994. Utilización de la *Hordeum vulgare* "cebada" y *Zea mays* "maíz" germinados en la alimentación de cuyes machos en crecimiento y engorde. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Univ. Nac. Agraria La Molina. p73. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/documentos/trabajos2006-.pdf>. Accesado: 11/09/2011.

SOLÍS R 2005. Manual de Practicas de Tecnología de carnes. Departamento Académico de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional del Centro del Perú.

SUMAR K, L. 1993. La Kiwicha y su Cultivo. Centro de Estudios Regionales Andinos "Bartolomé de Las Casas", Cusco – Perú. p. 81. Disponible en: http://www.acros.com.pe/imagesempresa/sv206_adaptabilidad%20de%20la%20kiwicha%20en%220oyoccocha-%20caja%20ep%3%8dritu.pdf. Accesado: 16/04/2011.

SWIFT C Y ELLIS R. 1956. The action of Phosphates in sausage products. I. Factors affecting the water retention of phosphate treated ground meat. Food Technology. p. 546-552.

TARRILLO H. (1999). Tesis: "Utilización del Forraje Verde Hidropónico de Cebada, Alfalfa en pellets y en heno, como forrajes en la alimentación de terneros Holstein en Lactación". Lima-Perú. Disponible en: <http://www.forrajehidroponico.com/art002.html>. Accesado: 10/09/2011.

TORRES E, CHAUCA L, VERGARA V. 2006. Evaluación de dos niveles de energía y proteína en dietas de crecimiento y engorde en cuyes machos. En: XXIX Reunión Científica Anual APPA. Lima: Asociación Peruana de Producción Animal.

TSUKAHARA T, USHIDA K. 2000. Effects of animal or plant protein diets on cecal fermentation in guinea pigs (*Cavia porcellus*), rats (*Rattus norvegicus*) and chicks (*Gallus gallus domesticus*). Comp Biochem Physiol (Part A). p. 139-146.

WEBB N, IVEY F, CRAIG H, JONES V Y MONROE. (1970). The measurement of emulsifying capacity by electrical resistance. J Food Sci.

ZEVALLOS D. 1996. El cuy, su cría y explotación. Edit. EN.C.A.S. Lima-Perú. p. 101, 110, 129, 138.

VIII. ANEXOS

Anexo N° 01

INSTALACIÓN DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO Y CONSTRUCCIÓN DEL GALPÓN PARA CUYES RAZA PERÚ

1) INSTALACIÓN DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO

La Figura 6. Nos muestra el sistema hidropónico, con medidas de: 3,0 m de largo, 1,30 m de ancho y una altura de 1,90 m; construido de madera y malla metálica, de dos pisos con 2 divisiones. La primera conformó la cámara de germinación, cubierta con manta negra donde se colocaron las bandejas por 8 días. La otra mitad conformó el área de producción, la cual fue revestida con malla yaschel, color verde, para evitar el exceso de luminosidad solar. En este ambiente las bandejas permanecieron hasta la cosecha del forraje, de de 12 a 15 días aproximadamente.



Figura 6. Instalación de un sistema hidropónico para la producción de FVH de cebada y kiwicha.

2) Instalación de un galpón para los cuyes

Figura 7. Nos muestra el galpón construido de madera y malla metálica, de dos pisos con 6 divisiones. Cada división constituye una poza con 6 cuyes cada una; los cuyes son alimentados con forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha a diferentes concentraciones durante 30 días. Las dimensiones del galpón son las siguientes:

- largo: 4,50 m
- ancho: 0,90 m
- altura: 1,50 m

Cada división tenía: largo: 1,5 m, ancho 0,9 m y altura 0,5 m; respectivamente.



Figura 7. Instalación de un galpón para cuyes raza Perú.

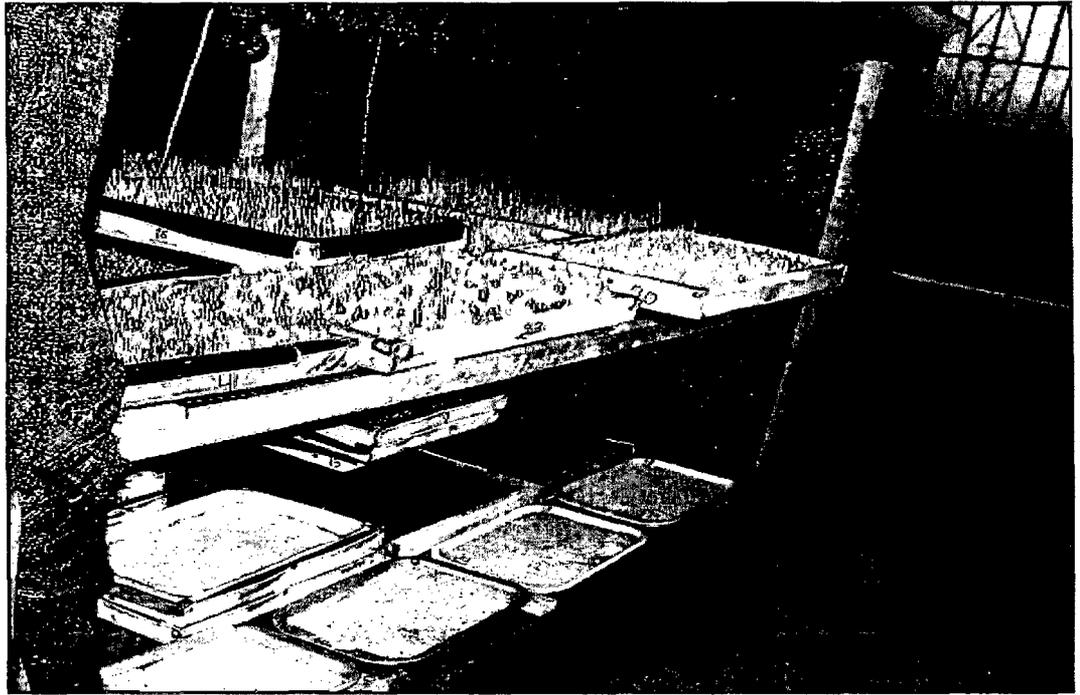


Figura 8. Cámara de germinación conteniendo bandejas con semilla germinada.

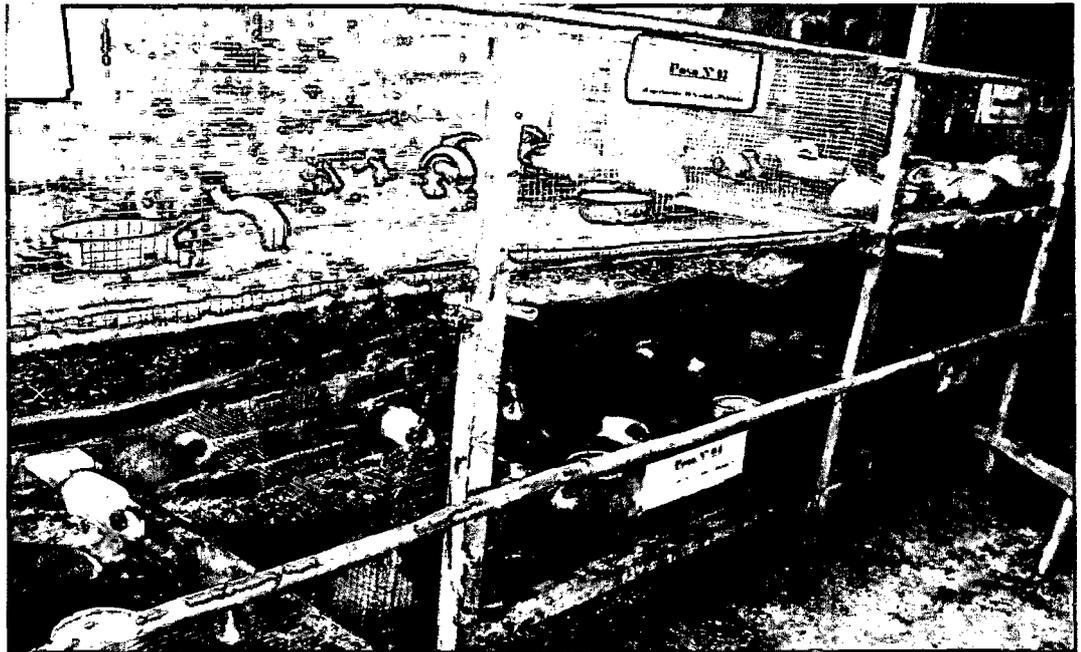


Figura 9. Galpón para cuyes con dos niveles y 6 divisiones.

Anexo N° 02

Distribución de los cuyes en las pozas para ser alimentados con formulaciones de forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha durante 30 días



Figura 10. Poza N° 01: cuyes alimentados con 100 % cebada.

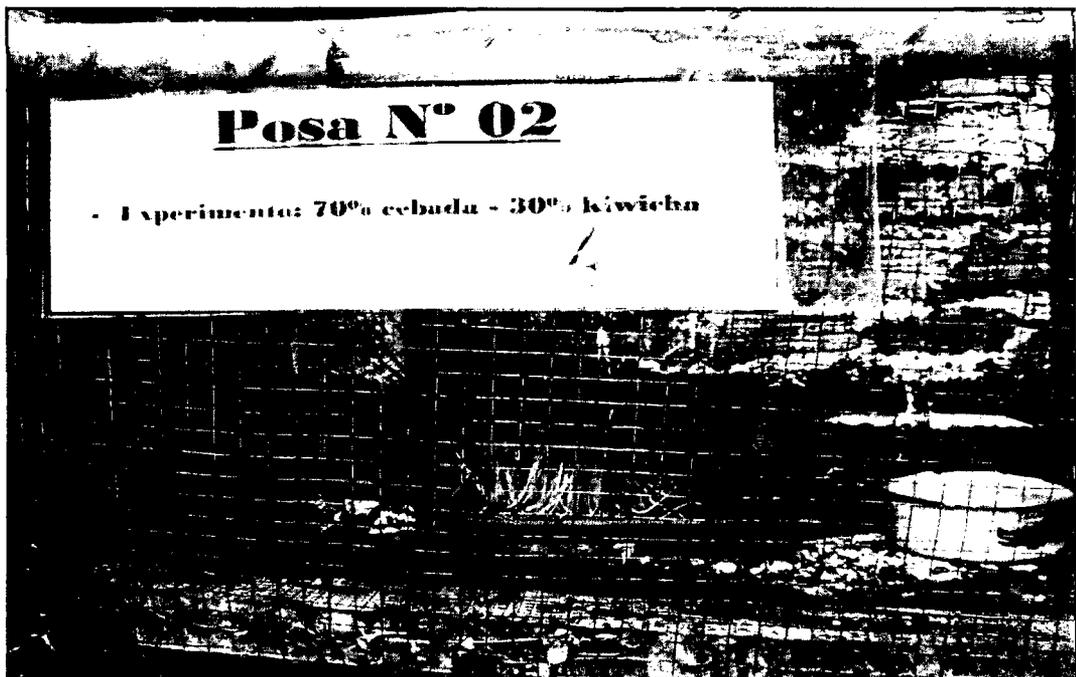


Figura 11. Poza N° 02: Cuyes alimentados con 70 % cebada y 30 % kiwicha.



Figura 12. Poza N° 03: Cuyes alimentados con 50 % cebada y 50 % kiwicha.

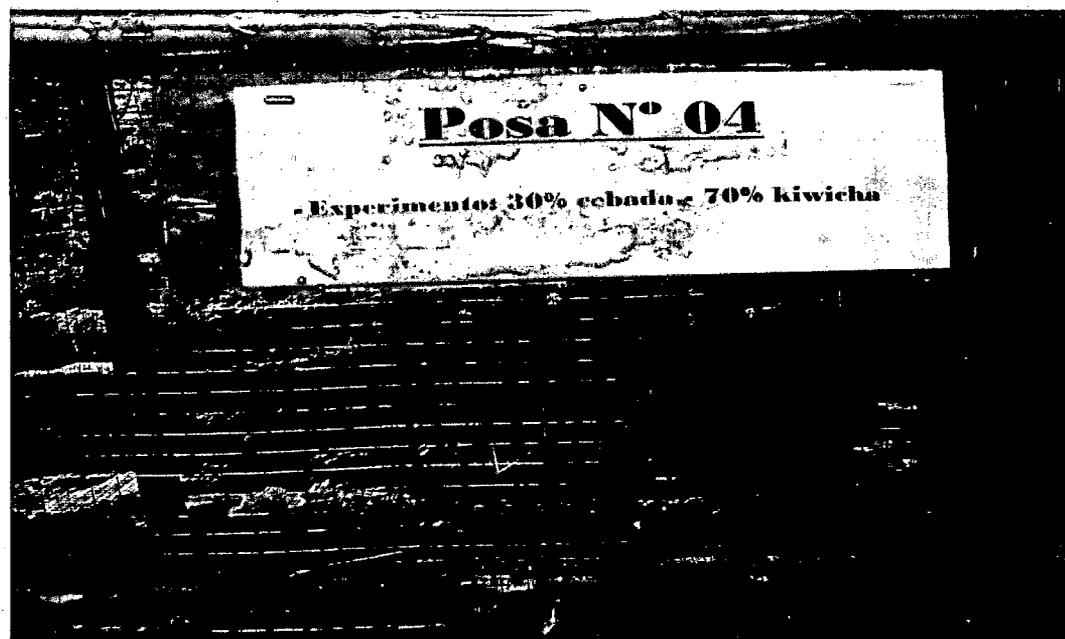


Figura 13. Poza N° 04: Cuyes alimentados con 30 % cebada y 70 % kiwicha.

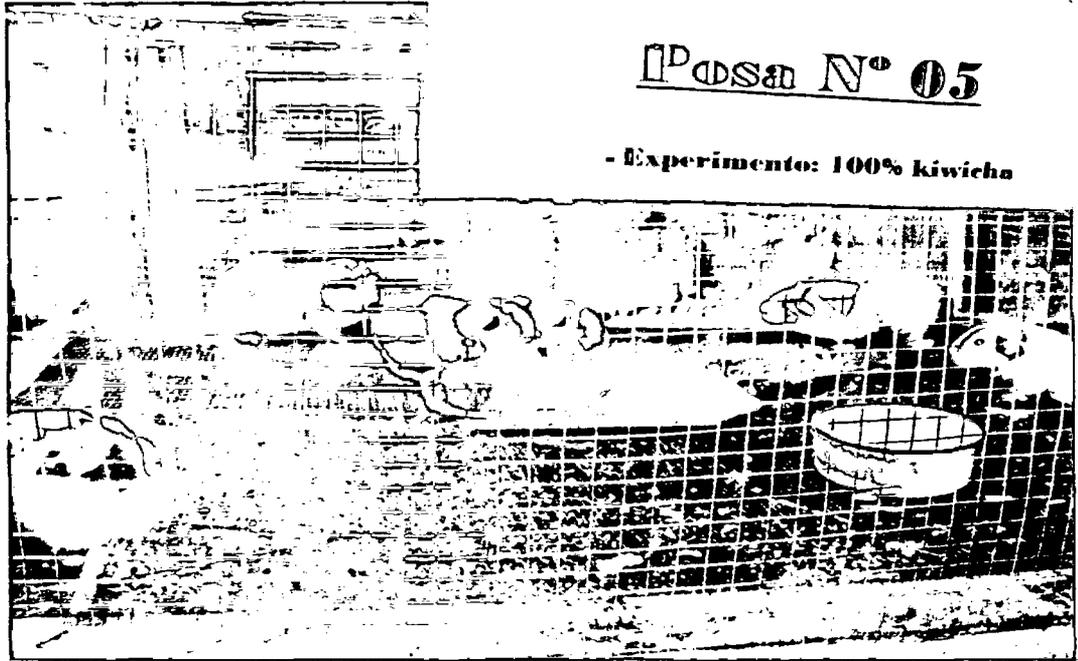


Figura 14. Poza N° 05: Cuyes alimentados con 100 % kiwicha.



Figura 15. Poza N° 06 (Testigo): cuyes alimentados con 100 % alfalfa.



Figura 16. FVH de kiwicha pesado en una Balanza digital marca CC, modelo EK3651.



Figura 17. Bandejas con forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha.

Anexo N° 03

Medición de peso y talla de los cuyes sometidos a una alimentación a base de forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha durante 30 días

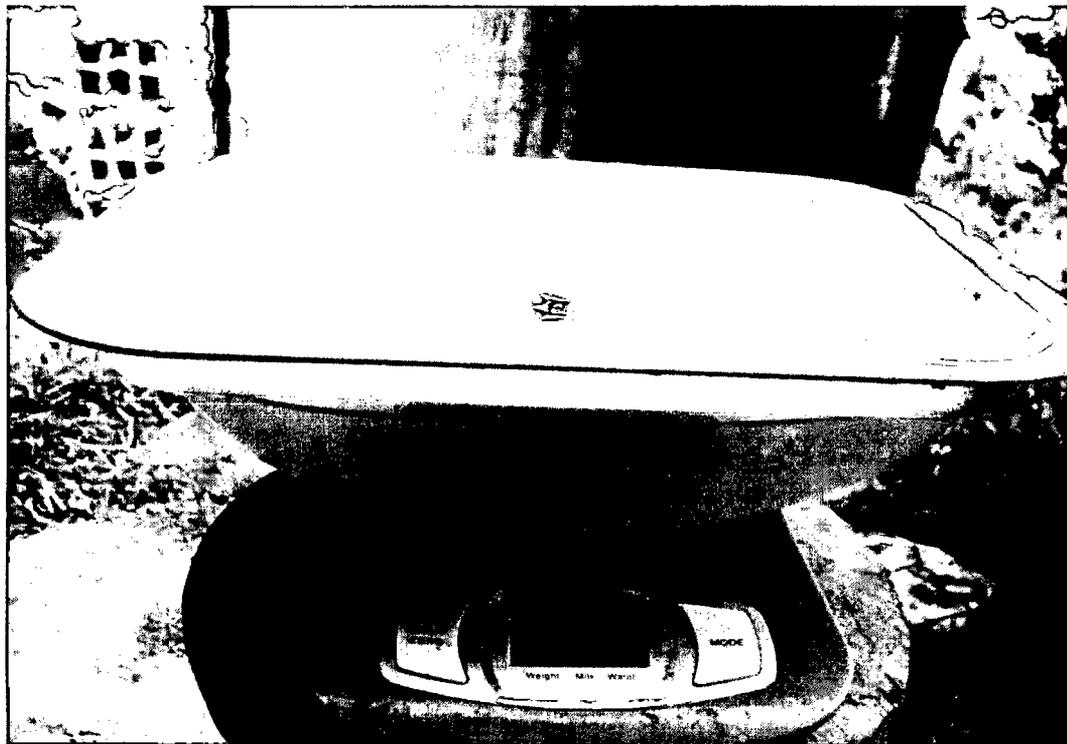


Figura 18. Balanza digital marca CC, modelo EK3651.



Figura 19. Medición del peso de los cuyes.



Figura 20. Medidor manual para determinar la talla de los cuyes.

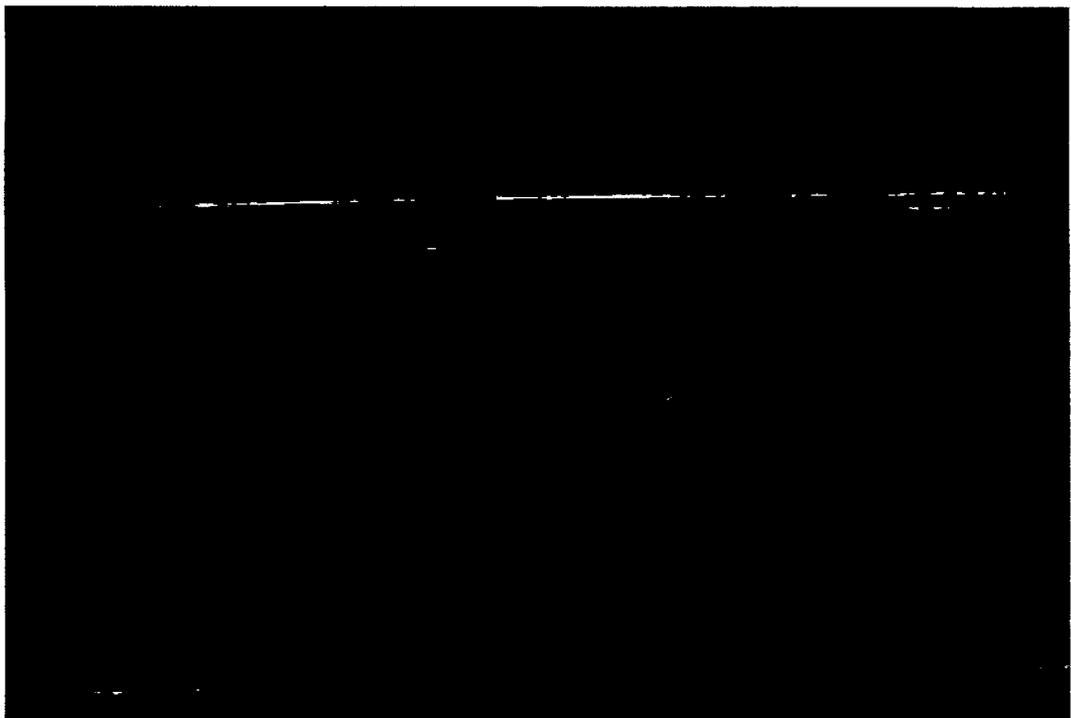


Figura 21. Medición de la talla de los cuyes en un medidor manual.

Anexo N° 04

Fotografías de la evaluación de los parámetros de calidad de la carcasa de cuyes raza Perú, después de haber sido alimentados con formulaciones de forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha durante 30 días



Figura 22. Obtención de las carcasas frescas de los cuyes raza Perú.



Figura 23. Evaluación de los parámetros de calidad de la carcasa de cuy, realizados en el Laboratorio de Tecnología - UNTRMA.



Figura 24 Proceso de trituración de la carne



Figura 25 Proceso de pesado de la carne



Figura 26. Proceso de titulación de las muestra de carne en un sistema de titulación.



Figura 27. Final del proceso de titulación de las muestras de carne.

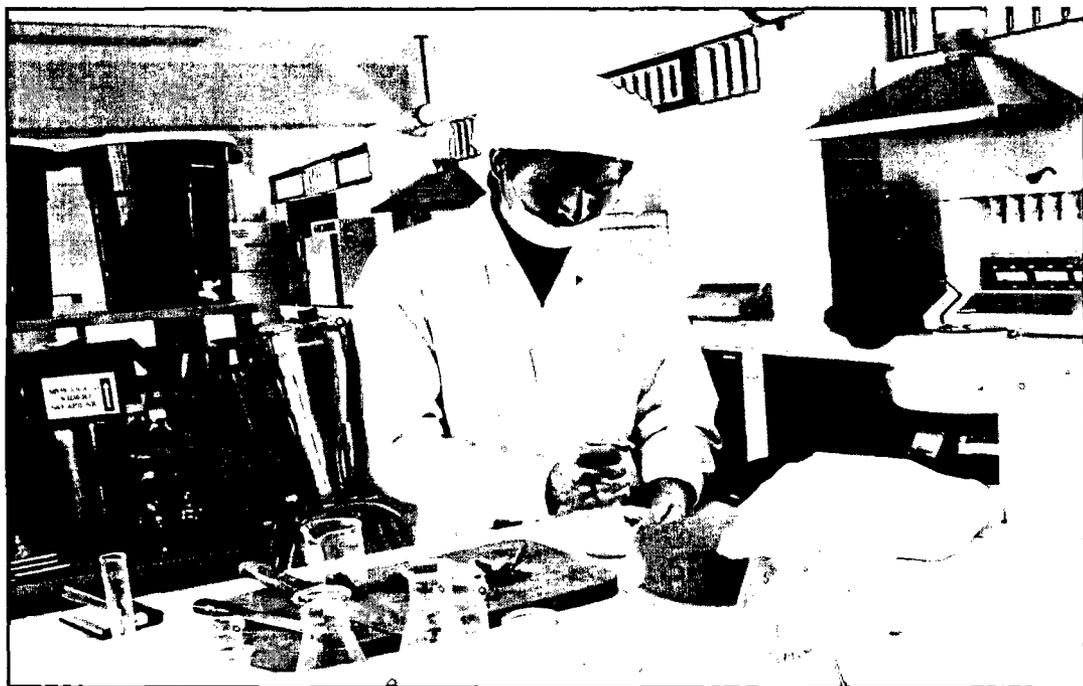


Figura 28. Las muestras de carne son molidas, para luego transferirlos a los tubos de centrifuga.

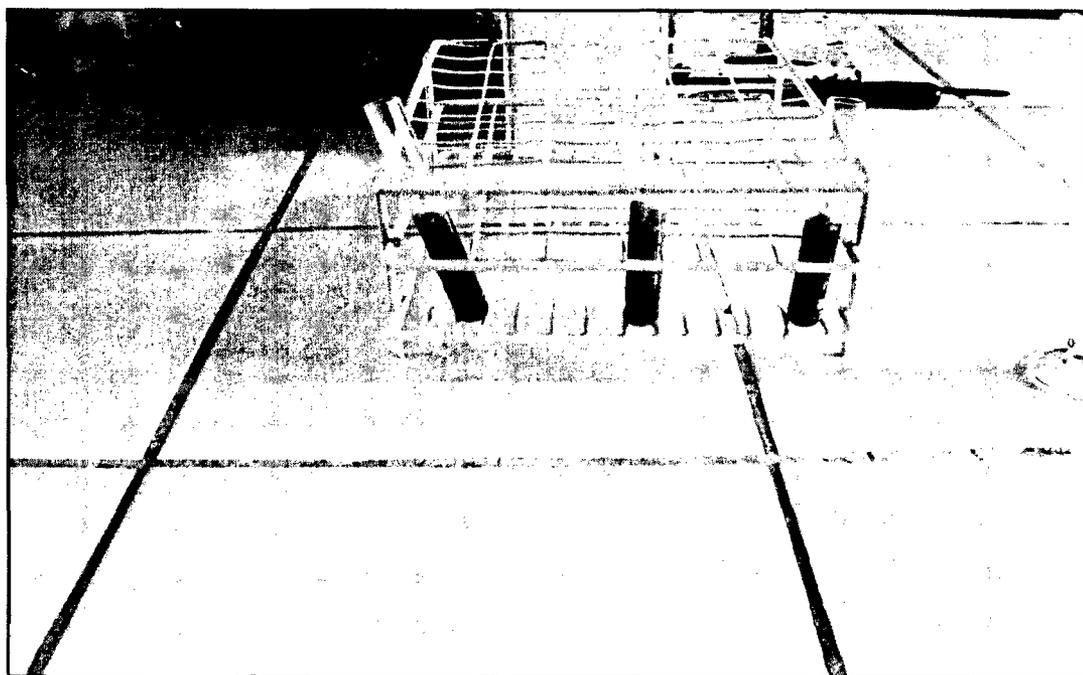


Figura 29. Tubos de centrifuga conteniendo carne molida y solución de cloruro de sodio al 0,6 M.



Figura 30. Proceso de centrifugación de los tubos a 10 000 rpm por 12 minutos.

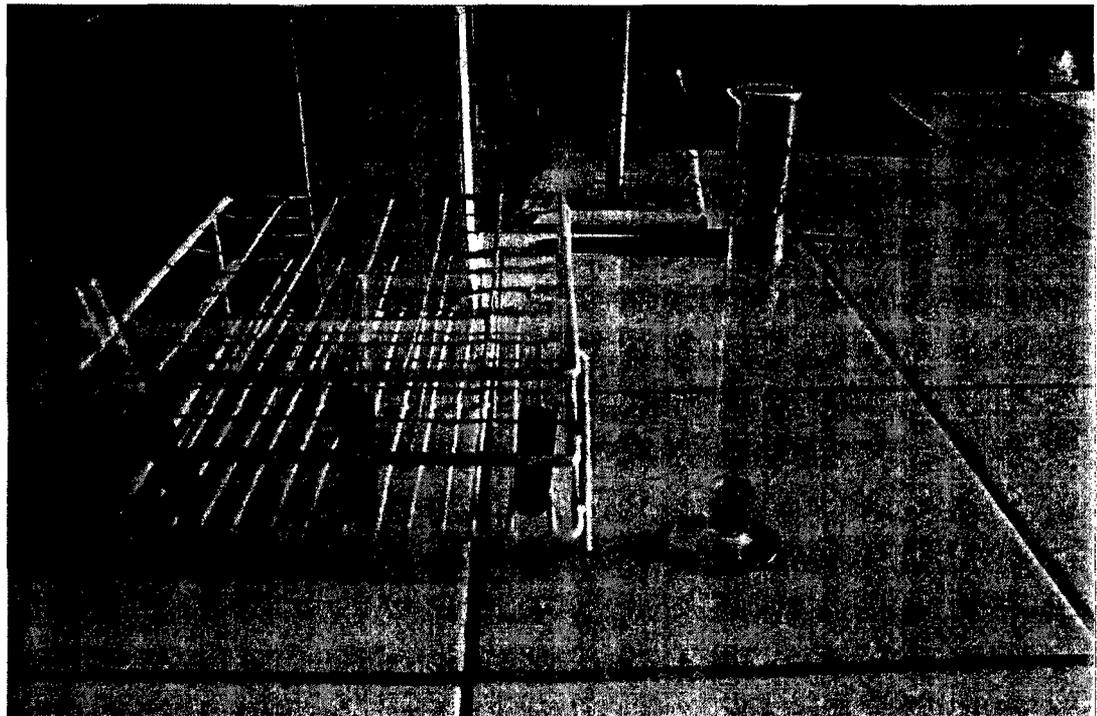


Figura 31. Determinación de la capacidad de retención de agua, calculada por el volumen de agua retenida en la carne molida después de la centrifugación.



Figura 32. Trituración y pesado de la carne de cuy.



Figura 33. Determinación de la capacidad de emulsificación, calculada por el volumen de aceite agregado a la pasta de carne antes de la ruptura de la emulsión.

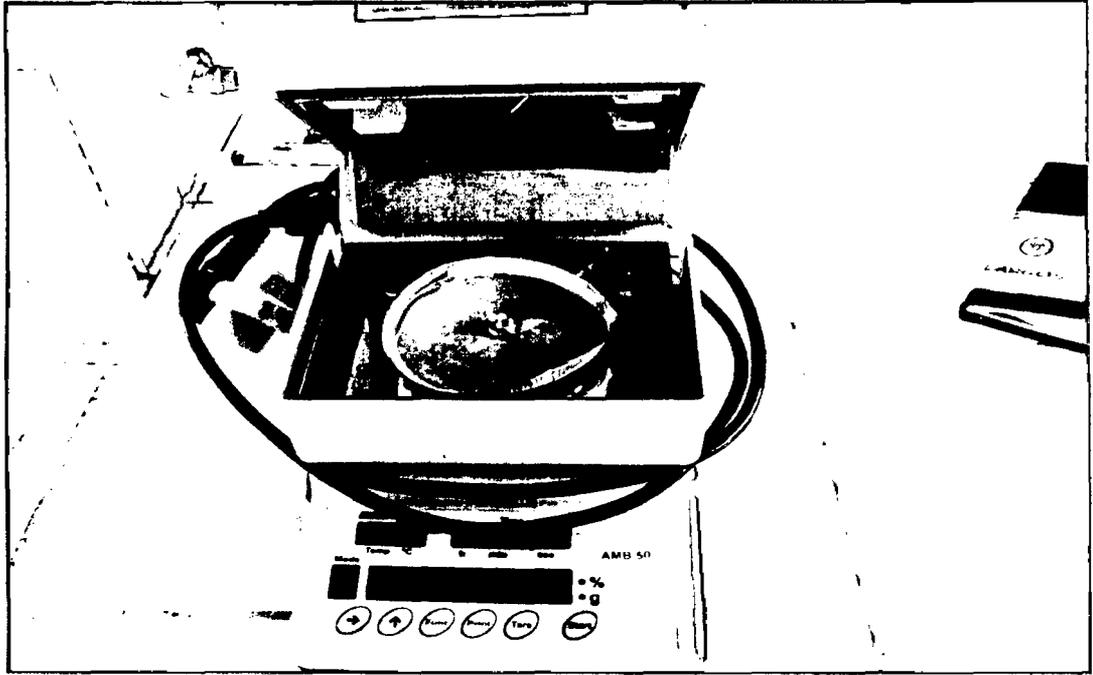


Figura 34. Balanza de humedad del laboratorio de la UNTRM- A.



Figura 35. Balanza de humedad en actividad para determinar el porcentaje de humedad de la carne.

Anexo N° 05

Análisis de varianza y comparaciones múltiples de los datos sobre peso, talla e índice de conversión alimenticia de los cuyes raza Perú, alimentados con formulaciones de forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha durante 30 días

Tabla 10: Análisis de varianza para los datos de peso a los 0 días del experimento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT (0,95)	FT (0,99)	Sig
Tratamientos	5	9,91250000	1,9825	0,325471	2,53	3,70	n.s
Error	30	182,735	6,09116666				
Total	35						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11: Análisis de varianza para los datos de peso a los 30 días del experimento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT (0,95)	FT (0,99)	Sig.
Tratamientos	5	140443,22	28088,6444	6,947036	2,53	3,70	**
Error	30	121297,66	4043,2555				
Total	35						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12: Pruebas de significancia de Tukey (0,05), para los datos de peso a los de 30 días del experimento.

O.M	TRATAMIENTOS	GANANCIA DE PESO (g.)	SIGNIFICACIÓN
6	Testigo(100%alfalfa)	316,67	b
4	T1(100%Cebada)	362,50	b
1	T2(70%C-30%K)	507,00	a
2	T3(50%C-50%K)	417,00	ab
5	T4(30%C-70%K)	337,00	b
3	T5(100%Kiwicha)	379,17	b
ALS (T) =111,624217			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13: Análisis de varianza para los datos de talla a los 0 días del experimento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT (0,95)	FT (0,99)	Sig.
Tratamientos	5	5,4855555	1,0971111	1,84629768	2,53	3,70	n.s
Error	30	17,82666	0,594222				
Total	35						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14: Análisis de varianza para los datos de talla a los 30 días del experimento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT (0,95)	FT (0,99)	Sig.
Tratamientos	5	42,018888	8,40377777	4,0058259	2,53	3,70	**
Error	30	62,936666	2,09788888				
Total	35						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15: Pruebas de significancia de Tukey (0,05) para los datos de talla a los 30 días del experimento.

O.M	TRATAMIENTOS	GANANCIA DE TALLA (cm.)	SIGNIFICACIÓN
6	Testigo(100%alfalfa)	8,73	b
4	T1(100%Cebada)	10,30	ab
1	T2(70%C-30%K)	12,17	a
2	T3(50%C-50%K)	11,08	a
3	T4(30%C-70%K)	10,60	ab
5	T5(100%Kiwicha)	9,57	b
ALS (T) =2,5426353			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16: Análisis de varianza para los datos de índice de conversión alimenticia a los 30 días del experimento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT (0,95)	FT (0,99)	Sig.
Tratamientos	5	0,039666	0,007933	7,055335	2,53	3,70	*
Error	30	0,033733	0,001124				
Total	35						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17: Pruebas de significancia de Tukey (0,05) para los datos de índice de conversión alimenticia a los 30 días del experimento.

O.M	TRATAMIENTOS	ÍNDICE DE CONVER. ALIM.	SIGNIFICACIÓN
1	Testigo(100%alfalfa)	3,832	a
4	T1(100%Cebada)	3,827	a
6	T2(70%C-30%K)	3,755	b
5	T3(50%C-50%K)	3,758	b
3	T4(30%C-70%K)	3,828	a
2	T5(100%Kiwicha)	3,830	a
ALS (T) = 0,05886563			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18: Pruebas de significancia de Tukey (0,05) para los datos de peso, medidos cada 5 días durante 1 mes.

Trat.	Peso de los cuyes (g) pesados cada 5 días					
	5 días	10 días	15 días	20 días	25 días	30 días
Testigo	417,17 ^a	473,83 ^{ab}	520,33 ^{ab}	579,00 ^b	643,33 ^b	697,50 ^c
T1	419,67 ^a	465,33 ^b	520,00 ^b	576,83 ^b	671,67 ^b	742,67 ^{bc}
T2	442,17 ^a	521,83 ^a	607,83 ^a	695,00 ^a	787,67 ^a	887,17 ^a
T3	421,83 ^a	498,83 ^{ab}	563,00 ^{ab}	631,67 ^{ab}	716,83 ^{ab}	797,83 ^b
T4	420,83 ^a	497,50 ^{ab}	539,50 ^{ab}	612,50 ^{ab}	689,67 ^b	777,67 ^b
T5	423,50 ^a	487,67 ^{ab}	572,66 ^{ab}	606,50 ^{ab}	689,17 ^b	758,50 ^b

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19: Pruebas de significancia de Tukey (0,05) para los datos de talla, medidos cada 5 días durante 1 mes.

Trat.	Talla de los cuyes (cm) medido cada 5 días					
	5 días	10 días	15 días	20 días	25 días	30 días
Testigo	20,77 ^a	21,90 ^a	22,83 ^b	24,32 ^b	26,62 ^b	28,18 ^b
T1	21,20 ^a	22,38 ^a	23,82 ^{ab}	26,00 ^a	28,05 ^{ab}	29,77 ^{ab}
T2	21,02 ^a	22,17 ^a	24,05 ^a	25,50 ^a	28,68 ^a	31,13 ^a
T3	20,95 ^a	22,18 ^a	23,93 ^{ab}	25,22 ^{ab}	28,65 ^a	30,57 ^a
T4	21,38 ^a	22,80 ^a	24,37 ^a	25,68 ^a	28,38 ^{ab}	30,12 ^a
T5	21,47 ^a	22,42 ^a	24,02 ^{ab}	26,18 ^a	27,93 ^{ab}	29,40 ^{ab}

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 06

Análisis de Varianza y Comparaciones Múltiples de los datos sobre parámetros de calidad de la carcasa de cuyes raza Perú, después de haber sido alimentados con formulaciones de forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha durante 30 días

Tabla 20: Análisis de varianza de los datos de pH.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT (0,95)	FT (0,99)	Sig.
Tratamientos	5	0,001533333	0,000306667	0,8096	3,20	5,32	n.s.
Bloque	2	0,0009	0,00045	1,188			
Error	11	0,004166667	0,000378788				
Total	17						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21: Análisis de varianza de los datos de Acidez total titulable.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT (0,95)	FT (0,99)	Sig.
Tratamientos	5	0,0000077	0,0000015	0,48580	3,20	5,32	n.s.
Bloque	2	0,0000034	0,0000017	0,53785			
Error	11	0,0000352	0,0000020				
Total	17						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22: Análisis de varianza de los datos de capacidad de retención de agua (CRA).

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT (0,95)	FT (0,99)	Sig.
Tratamientos	5	0,0690064	0,0138012	3,1927346	3,20	5,32	n.s.
Bloque	2	0,0066907	0,0033453	0,7739088			
Error	11	0,0475498	0,0043227				
Total	17						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23: Análisis de varianza de los datos de Capacidad de Emulsificación (CE).

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT (0,95)	FT (0,99)	Sig.
Tratamientos	5	0,00493333	0,00098666	2,75932203	3,20	5,32	n.s.
Bloque	2	0,00173333	0,00086666	2,42372881			
Error	11	0,00393333	0,00035757				
Total	17						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24: Análisis de varianza de los datos de porcentaje de humedad.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT (0,95)	FT (0,99)	Sig.
Tratamientos	5	7,87166666	1,57433333	2,20046590	3,20	5,32	n.s.
Bloque	2	0,86333333	0,43166666	0,6033460			
Error	11	7,87	0,71545454				
Total	17						

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 07

Descripción de la metodología utilizada para el sacrificio de los cuyes raza Perú y obtención de carcasa para el análisis de los parámetros de calidad de la carne

1. Sacrificio de los cuyes (Rico y Rivas,2003)

a. Procedimiento

- Los animales destinados a sacrificio previamente deben ser sometidos a ayuno por espacio de aproximadamente 15 horas.
- Los animales son separados y aturdidos con un golpe en la cabeza (parte occipital del cráneo).
- Inmediatamente después del aturdimiento, se procede a cortar la yugular de los animales y para facilitar el desangrado los animales se sujetan de las patas traseras con ayuda de una cuerda.
- Cuando el desangrado se ha completado, se procede al blanqueado; para lo cual se sumerge el cuerpo del animal en agua caliente por 30 segundos.
- Inmediatamente después del escaldado, se procede a pelarlo; es decir separar el pelo del cuerpo del animal, esta acción debe realizarse rápidamente con la finalidad de evitar que el cuerpo se enfríe y dificulte la labor.
- El proceso de evisceramiento se realiza mediante un corte transversal sobre el abdomen del animal, con mucho cuidado de no romper las vísceras
- El cuerpo del animal es enjuagado superficialmente en agua con dilución de 5 ppm de hipoclorito de sodio, con la finalidad de eliminar los microorganismos provenientes de la materia fecal, pelos y otros residuos restantes.
- Luego los canales o carcasas de los cuyes se suspenden con la finalidad de eliminar el exceso de agua que contienen los tejidos de la carne.
- Finalmente se cortan la cabeza y las patas (a la altura de la primera articulación) para obtener el canal resultante en cortes de cuatro partes iguales.

Anexo N° 08

Descripción de los métodos de análisis, utilizados para determinar los parámetros de calidad de la carcasa de cuyes raza Perú, después de haber sido alimentados con formulaciones de forraje verde hidropónico de cebada y kiwicha durante 30 días

1. Determinación de pH (Guerrero y Arteaga, 1990)

Método: pH-metro digital (HANNA HI-7669A)

b. Materiales y reactivos

pH-metro digital.

Mortero.

Balanza analítica

Vasos de 100 mL.

Pipeta de 25 mL.

Piseta.

Muestras de carne de cuy.

c. Procedimiento

- Pesar 10 gramos de muestra de carne de cuy.
- Añadir 100 mL de agua destilada y moler en la licuadora durante un minuto.
- Estandarizar el pH en el potenciómetro con agua destilada a pH = 6.0.
- Filtrar la mezcla de carne en tela fina para eliminar tejido conectivo.
- Los resultados se obtienen, con lectura en el pH- metro digital.

2. Determinación de acidez total titulable (Guerrero y Arteaga, 1990).

Método: Acidez total por Volumetría

a. Materiales y reactivos

Balanza Analítica.

Mortero.

Licuadaora.

Piseta.

Bureta.

Matraz Erlenmeyer de 150 mL.

Hidróxido de sodio 0,01 N.

Fenolftaleína.

Carne de cuy.

b. Procedimiento

- Pesar 10 gramos de carne y se colocar en un vaso de licuadora. Luego moler junto con 200 mL de agua destilada.
- Filtrar la muestra en tela fina para eliminar el tejido conectivo. Luego colocar el filtrado en un matraz de 250 mL.
- Tomar 25 ml. de esta solución y se colocar en un matraz Erlenmeyer de 150 mL. Luego Añadir 75 mL de agua destilada.
- Titular con NAOH 0,01 N, usando fenolftaleína como indicador.
- Preparar un blanco usando 100 mL de agua destilada.
- Los resultados de porcentaje de ácido láctico se obtienen usando la siguiente fórmula.

$$Acidez = \frac{(GB)(N)(P_{eq})}{A}$$

Donde:

GB = Gasto de NAOH de la bureta en mL.

N = Normalidad de la base NAOH 0,01 N.

P_{eq} = Miliequivalente del ácido predominante (Ac. Láctico).

A = peso de la muestra de muestra.

3. Determinación de la capacidad de retención de agua (CRA) (Robertson *et al.*,2000).

Método: Centrifugación a baja velocidad

a. Materiales y reactivos

Balanza Analítica.

Centrífuga.

Tubos de centrífuga.

Pipeta de 10 mL.

Probeta de 100 mL.

Piseta.

Varilla de vidrio.

Solución de NaCl 0,6 M.

Carne de cuy.

b. Procedimiento

- Picar finamente 10 gramos de carne.
- Colocar 5 gramos de carne molida en un tubo de centrifuga (por duplicado).
- A cada tubo se añadir 8 mL de solución 0,6 M de NaCl luego agitar con una varilla de vidrio durante un minuto.
- Colocar los tubos en baño de hielo durante 30 minutos.
- Agitar nuevamente las muestras durante un minuto.
- Centrifugar los tubos durante 15 minutos a 10 000 rpm.
- Decantar el sobrenadante en una probeta y se medir el volumen no retenido de los 8 ml. de solución de Na Cl.
- Obtener los resultados midiendo la cantidad de solución retenida por gramo de muestra de carne.

4. Determinación de la capacidad de Emulsificación (CE) (Fennema,1993)

Método: Volumetría

a. Materiales y reactivos

Aceite vegetal.
Balanza analítica.
Mortero.
Carne de cuy.
Bureta.
Licuadora.
Balanza.
Pipeta de 10 mL.
Piseta.
Varilla de vidrio.
Solución de NaCl 1M.
Carne de cuy.

b. Procedimiento

- Moler 25 gramos de carne con 100 mL de solución de NaCl 1M en una licuadora hasta obtener una pasta., mantener a una temperatura máxima de 5°C.
- Tomar 25 gramos de pasta y añadir 75 mL de NaCl 1M a 5°C. Mezclar en una licuadora durante cinco minutos, a baja velocidad.
- Añadir aceite vegetal con una bureta, hasta que deje de integrarse a la pasta de carne. Esto se observa por ruptura de la emulsión.
- Medir la cantidad de aceite incorporado (antes de la ruptura de la emulsión) por gramo de carne.

5. Determinación del porcentaje de humedad (Kirk *et al*, 1996)

Método: Balanza de humedad

a. Materiales e Instrumentos

Balanza automática O'HAUS.

Muestras de carne.

b. Procedimiento

Se pesa 10 gramos de la muestra de carne y se coloca en el platillo de la balanza abriendo por la parte superior. Luego se prende el equipo y se deja evaporar el agua de la muestra hasta que se sitúe a peso constante. Al cabo de 1,5 a 2 horas aproximadamente se realiza las lecturas de las muestras a peso constante, respectivamente.