

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
Y AGROINDUSTRIA

“EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DE LA HARINA DE
MASHUA (*Tropaeolum tuberosum*) EN DIETAS PARA POLLOS DE
ENGORDE”

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

BYRON OSWALDO URRESTA VIZCAÍNO
byron_urresta@hotmail.com

DIRECTORA: JENNY RUALES NÁJERA Ph. D.
jruales@pi.pro.ec

QUITO, Marzo de 2010

© Escuela Politécnica Nacional 2010
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Byron Oswaldo Urresta Vizcaíno, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a éste trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Byron Urresta Vizcaíno

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Byron Oswaldo Urresta Vizcaíno, bajo mi supervisión.

Jenny Ruales Ph. D.

DIRECTOR DE PROYECTO

AUSPICIO

La presente investigación contó con el auspicio financiero del proyecto, “Evaluación del valor nutricional de la harina de mashua (*tropaeolum tuberosum*) en dietas para pollos de engorde”, que se ejecuta en la Procesadora Nacional de Alimentos PRONACA. En el área de Investigación y Desarrollo de la Planta de Alimentos, Puenbo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, y a mi padre Jorge, que desde lo más alto me han sabido guiar y brindar las fuerzas necesarias para culminar mis metas personales. A mi madre, Regina, que con su abnegada labor, apoyo y consejos ha sabido colocarme los pies en la tierra y reforzar mis valores de autoestima, respeto y responsabilidad en mi vida cotidiana.

A mi directora de tesis, la Dra. Jenny Ruales, por su acertada dirección en esta investigación, su paciencia y consejos.

Al Dr. Antonio Kalinowski, que con su ayuda incondicional, paciencia y amistad, supo guiarme en mi desempeño profesional, y luego en el desarrollo de mi investigación, con su aporte científico y técnico. Por su confianza brindada y afecto, definitivamente es mi ejemplo a seguir, de todo corazón muchas gracias.

A la Empresa PRONACA, que fue la institución que me abrió las puertas para realizar mis pasantías, aumentar mi experiencia laboral y desarrollar esta investigación.

Mis hermanos: Jorge y Santiago, aquellos guerreros que como yo, hacemos lo imposible por hacerla sentir a mi madre, la mujer más orgullosa. Con el ejemplo de superación profesional que nos heredó mi padre.

A mis amigos y compañeros que con sus frases de aliento y consejos hicieron que el camino, aunque oscuro que pareciera, tuviera un final con gran satisfacción luego de mucho esfuerzo.

A mis padres y hermanos

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	viii
INTRODUCCION	x
1. PARTE TEÓRICA	1
1.1 Raíces y tubérculos andinos.....	1
1.2 Mashua (<i>Tropaeolum tuberosum</i>): generalidades, composición química y valor nutricional.....	2
1.2.1 Clasificación botánica	3
1.2.2 Origen.....	4
1.2.3 Generalidades del cultivo	4
1.2.4 Caracterización de la colección de mashua.....	5
1.2.4.1 Rendimiento.....	7
1.2.4.2 Composición química.....	7
1.2.5 Usos.....	9
1.2.6 Sustitución de maíz en dietas para aves	11
1.3 Procesamiento de raíces y tubérculos	13
1.3.1 Obtención de harina de raíces y tubérculos.....	14
1.3.2 Elaboración de harina a partir de oca endulzada cocida	16
1.4 Formulación de dietas nutricionales para pollos de engorde.....	17
1.4.1 Nutrición.....	17
1.4.2 Aporte de nutrientes	17
1.4.2.1 Energía.....	17
1.4.2.2 Proteína.....	19
1.4.2.3 Macrominerales	20
1.4.2.4 Minerales traza y vitaminas	21
1.4.2.5 Enzimas	21
1.4.3 Investigaciones realizadas con el uso de harina de tubérculos en dietas para pollos de engorde	21
1.4.4 Factores antinutricionales en mashua.....	24

2.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
2.1	Caracterización de la materia prima	27
2.1.1	Propiedades nutricionales.....	27
2.1.2	Equipos.....	28
2.2	Obtención de harina de mashua.....	28
2.3	Diseño experimental	31
2.3.1	Animales.....	31
2.3.2	Tratamientos.....	31
2.3.3	Programa de alimentación.....	32
2.3.3.1	<i>Presentación de Alimento</i>	33
2.3.4	Manejo de animales y equipos	33
2.3.4.1	<i>Recepción</i>	34
2.3.4.2	<i>Temperatura y Ventilación</i>	34
2.3.4.3	<i>Pesaje de aves</i>	34
2.3.4.4	<i>Registros</i>	34
2.3.4.5	<i>Muestreo</i>	35
2.3.4.6	<i>Digestibilidad</i>	35
2.3.5	Mediciones experimentales.....	35
2.3.6	Análisis estadístico	37
2.4	Análisis económico con el método de presupuestos parciales	37
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
3.1	Composición química	39
3.1.1	Materia prima	39
3.1.2	Dietas experimentales	43
3.2	Parámetros productivos	44
3.2.1	Pesaje semanal.....	44
3.2.2	Pesaje individual	48
3.2.3	Ganancia diaria de peso.....	49
3.2.4	Consumo de alimento.....	50
3.2.5	Índice de conversión alimenticia.....	51
3.2.6	Mortalidad	52
3.2.7	Relación intestinal	53
3.2.8	Diagnóstico histopatológico	54

3.3	Valor nutricional	54
3.4	Análisis económico.....	57
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
4.1	Conclusiones.....	64
4.2	Recomendaciones	66
	BIBLIOGRAFÍA	68
	ANEXOS	76

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1.1. Composición química de 68 entradas de mashua (<i>Tropaeolum tuberosum</i> R. & P.), pertenecientes al Banco de Germoplasma del INIAP*	8
Tabla 1.2. Composición química del maíz grado US#2 utilizado en dietas de aves	11
Tabla 1.3. Especificaciones nutricionales de energía para pollos de engorde.....	18
Tabla 1.4. Especificaciones nutricionales de aminoácidos para pollos de engorde	19
Tabla 2.1. Dietas experimentales asignadas a cada tratamiento.....	31
Tabla 2.2. Ingredientes de las dietas experimentales expresadas en porcentaje (%).....	32
Tabla 2.3. Temperatura interna del cuarto de baterías experimentales durante la crianza..	34
Tabla 3.1 Caracterización química y nutricional.....	40
Tabla 3.2 Contenido de aminoácidos.	41
Tabla 3.3 Matriz de comparación de harina de mashua y maíz.	42
Tabla 3.4 Análisis proximal de las dietas experimentales.*	43
Tabla 3.5 Pesos promedios semanales en gramos.*	44
Tabla 3.6 Pesos promedios individuales en gramos.....	48
Tabla 3.7 Ganancia diaria de peso e Incremento de peso en gramos.*	50
Tabla 3.8 Consumo individual a los 21 días de edad de las aves.....	51
Tabla 3.9 Índice de conversión alimenticia a los 21 días de edad de las aves	51
Tabla 3.10 Porcentaje de mortalidad de cada tratamiento.....	52
Tabla 3.11 Valores promedios generales de órganos en relación al peso final.*	53
Tabla 3.12 Composición química de las excretas por tratamiento*	55
Tabla 3.13 Coeficiente de digestibilidad de grasa y proteína*	55
Tabla 3.14 Precio estimado para la tonelada de alimento	58
Tabla 3.15 Aumento en la fórmula al sustituir harina de mashua por maíz	58
Tabla 3.16 Estimación de los costos que varían de acuerdo al tratamiento	60
Tabla 3.17 Estimación del precio de mercado del producto.....	61
Tabla 3.18 Análisis del presupuesto parcial para la evaluación de la harina de mashua en dietas para pollos de engorde.....	62
Tabla 3.19 Análisis de dominancia y determinación de mejor tratamiento*	62

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1.1. Mashua (<i>Tropaeolum tuberosum</i>).....	3
Figura 1.2. Morfotipos representativos de la colección nacional de mashua sobre la base de los datos morfoagronómicos de 44 descriptores tomados en campo.....	6
Figura 2.1. Esquema de la obtención de la harina de mashua.	30
Figura 2.2. Diagrama de flujo para análisis económico	38
Figura 3.1. Peso promedio de los pollos a los 7 días de iniciada la crianza.....	45
Figura 3.2. Peso promedio de los pollos a los 14 días de iniciada la crianza.....	45
Figura 3.3. Peso promedio de los pollos a los 21 días de iniciada la crianza.....	46
Figura 3.4. Pesos durante los 21 días de ensayo.....	47
Figura 3.5. Pesos durante los 21 días de ensayo, pesaje individual	49

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

SÍMBOLO	ABREVIATURA
RTAS	Raíces y tubérculos andinos
TAS	Tubérculos andinos
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
NRC	National Research Council
CIT	Centro Internacional del Trigo
CIP	Centro Internacional de la Papa
EM	Energía metabolizable
HCN	Ácido cianhídrico
DCA	Diseño completamente al azar
GLM	Modelo lineal general
ELN	Extracto libre de nitrógeno
US#2	Americano grado #2
GTZ	Cooperación Técnica Alemana
COCP	Cooperación de Organizaciones Cristóbal Pajuña
PRONACA	Procesadora Nacional de Alimentos
AOAC	Association of Official Analytical Chemist
CAAN	Colegio de Agricultura, Alimentos y Nutrición
ANOVA	Análisis de varianza
CIMMYT	Centro Internacional Mejoramiento de Maíz y Trigo
FDN	Fibra detergente neutra
FDA	Fibra ácida digerible

ÍNDICE DE UNIDADES

kcal	Kilocalorías
kg	Kilogramos
usd	Dólares americanos
Ha	Hectárea
msnm	Metros sobre el nivel del mar
pH	Potencial hidrógeno
cm	Centímetros
mg	Miligramos
g	Gramos
m ²	Metro cuadrado
mm	Milímetro
µm	Micras
Mj	Megajoules
⁰ Brix	Grados Brix
⁰ C	Grados Centígrados
atm	Atmósfera
ppm	Partículas por millón
lb	Libras
Eq	Equivalente químico
mf	Materia fresca
lt	Litros

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el valor químico y nutricional de la harina de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en la dieta de pollos de engorde. El ensayo se desarrolló en un galpón experimental ubicado en la parroquia de Puembo, provincia de Pichincha.

Se establecieron como objetivos específicos: caracterizar química y nutricionalmente a la materia prima utilizada para el ensayo, además, determinar el efecto de la harina de mashua en dietas para pollos de engorde, sobre los parámetros productivos (ganancia de peso, consumo, mortalidad, conversión alimenticia), y para finalizar, realizar un análisis económico mediante el método de presupuestos parciales para determinar a la harina de mashua como insumo energético en dietas para pollos de engorde.

Los análisis químicos y nutricionales, arrojaron resultados favorables para el uso de harina de mashua en sustitución de maíz en dietas para pollos de engorde, debido a que el valor de energía metabolizable (3264,60 kcal/kg) y proteína (7,46%), fueron similares a (3.250 kcal/kg) y (7,10%) respectivamente del maíz.

Las dietas fueron formuladas para contener 0; 7,5; 15; 22,5 y 30% de harina de mashua en reemplazo de maíz. Se utilizaron 300 pollos de engorde distribuidos al azar a 5 tratamientos con 6 repeticiones cada uno. El ensayo duró 21 días y se evaluaron parámetros productivos, los cuales fueron monitoreados semanalmente.

Los resultados indican que el nivel satisfactorio utilizado en esta investigación fue de 7,5 a 15% en reemplazo de maíz. El aumento en los porcentajes de inclusión va afectando el rendimiento en la ganancia de peso y conversión alimenticia en pollos de engorde. Por lo tanto ha sido recomendable hasta 15% de inclusión. Esta influencia negativa se asocia a la acción de algún factor antinutricional que afecta al normal crecimiento de las aves.

Sin embargo, cuando la harina de mashua es usada en dietas para pollos de engorde, deben tomarse en consideración factores como el contenido de ácido cianhídrico (HCN), así como la presencia de taninos condensados en las variedades de mashua, ya que el nivel de cianuros puede resultar toxico para las aves, además de la interferencia en la biodisponibilidad de macro y micronutrientes debido a los taninos.

El análisis económico determinó al tratamiento control como el mejor, ya que presentó los menores costos que varían (59,04 usd) y con el mayor beneficio neto (3,05 usd).

La adición de harina de mashua en dietas para pollos de engorde aumenta el costo de la fórmula, debido a que se tomó valores referenciales experimentales del precio de la mashua fresca, así como el valor de secado por tratarse de un tubérculo con elevado porcentaje de humedad.

INTRODUCCION

Con el aumento del precio del petróleo y las discusiones ambientales que genera por su uso, otras fuentes de energía para alimentos balanceados, comienzan a ser evaluadas. Parte de la producción agrícola volvió a dirigirse a la producción de alcohol a través de varias fuentes, como la caña de azúcar, el maíz. Además, por medio de la agricultura se empezó a viabilizar la producción de biodiesel, teniendo como fuente el aceite y los subproductos de varias especies vegetales (soya, linaza, girasol, etc.), así como las grasas de origen animal (Penz y Gianfellici, 2008).

Según indicadores internacionales, el crecimiento de la producción de etanol y de biodiesel es irreversible. Si es así, los consumidores de energía basada en alcohol y biodiesel competirán directamente con los animales por las mismas fuentes energéticas (Penz y Gianfellici, 2008).

La industria avícola tiene que considerar cambios para minimizar pérdidas zootécnicas y económicas en la eficiencia productiva. Con el aumento del costo de la energía, que es a causa de la competencia con la producción de combustibles, las dietas se están volviendo más costosas.

La región andina del Ecuador ha sido considerada la zona con las menores limitantes en la producción de raíces y tubérculos. Los agricultores han sabido solucionar problemas tecnológicos que presentan estos cultivos. Según Grau *et al.* (2003), la mashua es considerada como el tubérculo más promisorio debido a la rusticidad del cultivo y a su rendimiento que supera a los demás tubérculos incluyendo a la papa.

Espín *et al.* (2004), consideran que conforme a su rendimiento y a las características nutritivas de las raíces y tubérculos andinos, es factible utilizarlas en dietas de animales de interés económico como la ganadería y la avicultura. Entre ellos se encuentra a la yuca y sus subproductos, el camote, etc. Tubérculos que aportan su valor energético y han servido de sustituto directo del maíz.

Así mismo, Barrera *et al.* (2004), confirma como fuente amilácea a la mashua y su ventaja comparativa para sustituir parcial o totalmente las materias primas tradicionales como al maíz y al trigo.

Por tal razón, el presente trabajo se orienta a la investigación de la harina de mashua como ingrediente alternativo para uso en dietas de pollos de engorde. La caracterización química y nutricional del tubérculo es fundamental en la formulación de dietas, así como la evaluación en los parámetros productivos durante la crianza. Y para finalizar, se plantea un análisis económico con el cual se obtiene los resultados para determinar una ventaja comparativa con el maíz.

1. PARTE TEÓRICA

En este capítulo se describe la importancia y la erosión genética que han sufrido las raíces y tubérculos andinos por diferentes factores. Además se describe la materia prima empleada (*Tropaeolum tuberosum*): características químicas y nutricionales, así como sus formas de uso y su proyección como materia prima sustituta en la elaboración de alimentos balanceados para crianza de animales productivos en este caso la avicultura.

1.1 RAÍCES Y TUBÉRCULOS ANDINOS

La producción de raíces y tubérculos andinos (RTAS) está concentrada en la ecoregión andina del Ecuador. Esta zona ha sido identificada como la que presenta menores limitantes de producción desde el punto de vista de la oferta (Tapia y Morillo, 2009).

En esta zona habita una población mestiza e indígena con una limitada organización campesina, donde existen pocos proyectos estatales o de organizaciones privadas (Barrera *et al.*, 2004).

El potencial de producción de la zona es amplio, ya que el agricultor ha sabido resolver algunos problemas tecnológicos de estos cultivos sobre la base de la experiencia con otros cultivos, como, por ejemplo, el cultivo de la papa. Es así cómo los tubérculos andinos (TAS) se siembran, casi siempre, después de la papa, cuando el terreno está más suelto y resulta también beneficioso utilizar en estos cultivos el efecto residual del fertilizante aplicado a la papa (Barrera *et al.*, 2004)

Desde el punto de vista de seguridad alimentaria, es evidente que las RTAS presentan diferentes alternativas en cuanto a contenidos nutritivos que sirven para la alimentación humana (Barrera *et al.*, 2004).

También se reportan presencia de compuestos bioactivos como los compuestos fenólicos, antocianinas y carotenoides, que permiten prevenir y curar algunas enfermedades, así como posible fuente de sustancias químicas para utilizar en la industria farmacéutica. Sin embargo, hay que reconocer que las RTAS, a pesar de ser una excelente opción para la agroindustria y la industria farmacéutica, no han sido capaces de mantenerse en el mercado, en muchos casos, ni siquiera para el consumo local (Barrera *et al.*, 2004).

Muchas de estas variedades están desapareciendo de los sistemas agrícolas andinos. Este proceso que lleva a la pérdida de la diversidad y variabilidad de un cultivo se denomina erosión genética (Tapia *et al.*, 2004).

Diversos factores contribuyen a la erosión genética; por ejemplo, la falta de incentivo estatal a la agricultura, que obliga a quienes han vivido de esta actividad a cambiarla por otra o la migración interna o externa. Otro factor es el fomento al monocultivo o a cultivos de mayor rentabilidad con una tendencia a la homogeneización de productos (Tapia *et al.*, 2004).

Ecuador es considerado uno de los 17 países megadiversos del mundo. Varios autores calculan que existen, por ejemplo, 600 tipos de papas, 200 de melloco y 100 de oca, mashua y quinua (Tapia *et al.*, 2004).

1.2 MASHUA (*Tropaeolum tuberosum*): GENERALIDADES, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL

La mashua está muy relacionada con la especie “capuchina” o “mastuerzo” (*Tropaeolum majus*), también de los Andes como su tierra nativa (Barrera *et al.*, 2004).

La mashua presenta innumerables nombres comunes que varían de acuerdo al idioma. En las comunidades indígenas de Tungurahua, de igual manera, se encuentran nombres comunes como se detalla en el Anexo I respectivamente.

Estas dos especies algunas veces se encuentran viviendo juntas, una cultivada y la otra como maleza, en las chacras indígenas (Acosta-Solís, 1980). Mashua fresca se muestra en la Figura 1.1.



Figura 1.1. Mashua (*Tropaeolum tuberosum*)

1.2.1 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

División:	Espermatofita
Subdivisión:	Angiospermas
Clase:	Dicotiledóneas
Super orden:	Dicifloras
Orden:	Geraniales (Gruinales)
Suborden:	Geraniínea
Familia:	Tropaeolaceae
Género:	<i>Tropaeolum</i>
Especie:	<i>Tropaeolum tuberosum</i> Ruiz & Pavón

1.2.2 ORIGEN

Los Andes es una zona de agricultura tradicional. Es probable que ciertas condiciones ecológicas de los Andes, por ejemplo, la marcada estacionalidad anual en cuanto a temperaturas o precipitaciones, hayan favorecido la evolución de especies con órganos subterráneos almacenadores (cienciahoy, 2001).

La mashua un cultivo de alta sierra, aparentemente originaria de los Andes centrales y se la encuentra en Ecuador, Perú y Bolivia (10-20° Lat. Sur). Es una planta cultivada desde la época prehispánica en los Andes y está representada en la cerámica de esos tiempos (CIP, 2009).

1.2.3 GENERALIDADES DEL CULTIVO

Entre las publicaciones, se reportan varios rangos de altitud y adaptación del cultivo, y los autores concuerdan entre 3.000 y 4.100 msnm., (CIT, 2006; Espín *et al*, 2004).

La mashua es una planta anual, herbácea, glabra en todas sus partes, de crecimiento inicialmente erecto que luego varía a semiprostrado y trepadora, ocasionalmente mediante los pecíolos táctiles (Tapia M, 1979; Arbizu y Tapia, 1992).

Las hojas son alternas, brillantes en el haz y más claras en el envés, peltadas con entre tres y cinco lóbulos. Las flores de mashua son solitarias, zigomorfas que nacen en las axilas de las hojas. El fruto es un esquizocarpo. La semilla botánica es viable (Cárdenas, 1969; Sparre, 1973; Robles, 1981).

Es una especie de fotoperíodo de días cortos 10-12 horas de luz para tuberizar, el período vegetativo es de 175-245 días que corresponde de 6 a 8 meses (Tapia, 1979).

Es tolerante a bajas temperaturas que varían de 12 a 14 °C según Montaldo (1972), además el cultivo tolera el frío al igual que la oca y más que el melloco señala Tapia (1979).

La mashua es muy rústica por ello puede cultivarse en suelos pobres, sin uso de fertilizantes y pesticidas, aún en estas condiciones, su rendimiento puede duplicar al de la papa. La asociación con melloco, oca y papas nativas se explicaría por los principios de control nematocida e insecticida que posee la planta por la presencia de un alto rango de fitoquímicos según señala Grau, *et al.* (2003).

Requiere de suelos sueltos, de pH ligeramente ácido entre 5-6, aunque también se desarrolla entre pH 5,3-7,5 reporta NRC (1989).

1.2.4 CARACTERIZACIÓN DE LA COLECCIÓN DE MASHUA

En el estudio desarrollado por Monteros (1996), se identificó la variabilidad genética existente en las 78 entradas de mashua del Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias (INIAP), y se utilizaron descriptores morfológicos, agronómicos y el método de patrones electroforéticos de isoenzimas. (Tapia *et al.*, 2004)

Dentro de esta clasificación se encuentra la variedad de mashua que fue utilizada para el estudio (Tapia *et al.*, 2004), además se incluye la descripción del grupo y subgrupo con su respectiva Figura 1.2.

Grupo D. Contiene 26 entradas, que se caracterizan porque presentan el mayor promedio entre grupos para rendimiento (2,04 kg/planta).

Subgrupo D2: contiene a ECU-1 124, ECU-1 129 y ECU-8 565, las cuales presentaron el mayor valor para el ancho de la hoja (5,9 cm) y el menor número de días a la tuberización (119 días) entre subgrupos (Tapia *et al.*, 2004).

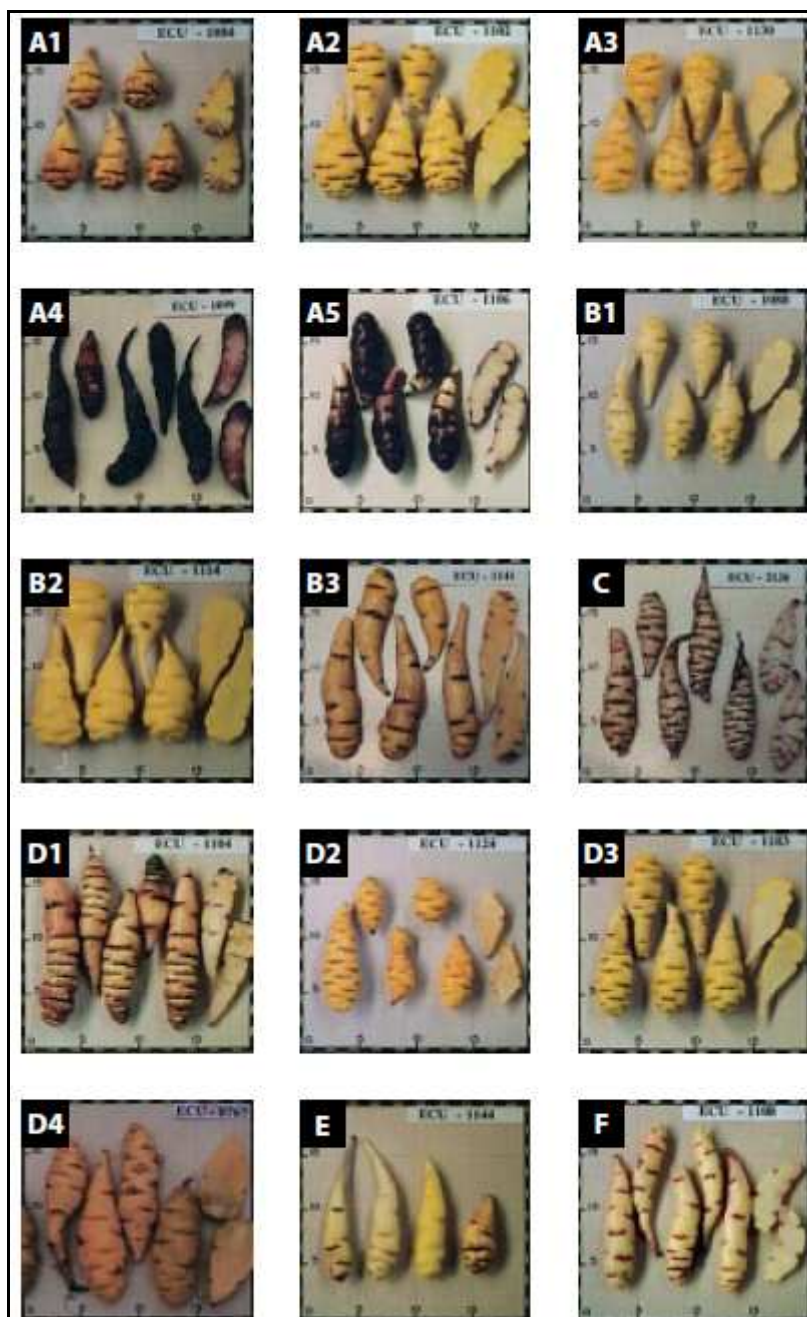


Figura 1.2. Morfotipos representativos de la colección nacional de mashua sobre la base de los datos morfoagronómicos de 44 descriptores tomados en campo.

En el recuadro superior izquierdo de cada fotografía, se incluye el número de grupo o subgrupo identificado.

Monteros, 1996.

La variedad de mashua utilizada, en función de la clasificación mencionada, se encuentra en el grupo D, subgrupo D2, el cual contiene los ecotipos: ECU-1 124, ECU-1 129 y ECU-8 565. De acuerdo al nombre utilizado por los proveedores de la materia prima, y ellos a su vez de los productores, se utilizó la variedad Zapallo.

1.2.4.1 Rendimiento

Rendimientos sobre 70.000 kg/ha, han sido registrados en parcelas experimentales en Ecuador y Cusco (Hermann, 1992; Arbizu y Tapia, 1992).

El Informe Técnico Anual del INIAP, (1989) señala que entre el melloco, la oca y la mashua, éste último fue el cultivo con mayor rendimiento y puede ser considerado como el más promisorio desde el punto de vista agronómico, aunque es el menos apetecido por los consumidores en comparación con los otros tubérculos, debido a su sabor astringente. El más alto rendimiento fue de 74.666 kg/ha, rendimiento que supera a cualquier otro tubérculo andino incluyendo a la papa.

Alvarez y Merino (2009), muestran como resultados de un ensayo experimental para registrar la relación directa entre el número de tubérculos sembrados y el rendimiento obtenido por planta, un promedio general de 1,88 kg/planta y un porcentaje de daño por plaga, de apenas el 2,31%, confirmando en cierta manera las propiedades organolépticas descritas en literatura, en cuanto a incidencia de plagas, enfermedades y rusticidad del cultivo.

1.2.4.2 Composición química

Debido a la cantidad de agua variable entre especies, 86% y 92% (Montaldo, 1972; Estrella, 1986), es necesario expresar los valores en base a la materia seca, o presentar de manera simultánea el contenido de humedad. Espín *et al.*, (2004), señalan que muchos datos publicados carecen de utilidad, porque se ha omitido este importante aspecto.

Es importante señalar que otros factores aparte de la variabilidad genética como son las prácticas culturales, el clima y el tipo de suelo, pueden influir en las

características del material en estudio (Espín *et al.*, 2004). La composición química se muestra en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Composición química de 68 entradas de mashua (*Tropaeolum tuberosum* R. & P.), pertenecientes al Banco de Germoplasma del INIAP*

Parámetro	Unidad	Valor
Humedad	%	88,70
Cenizas	%	4,81
Proteína	%	9,17
Fibra	%	5,86
Extracto Etéreo	%	4,61
Carbohidrato Total	%	75,40
Ca	%	0,006
P	%	0,32
Mg	%	0,11
Na	%	0,044
K	%	1,99
Cu	ppm	9,00
Fe	ppm	42,00
Mn	ppm	7,00
Zn	ppm	48,00
Almidón	%	46,92
Azúcar Total	%	42,81
Azúcares Reductores	%	35,83
Energía	kcal/100g	440,00
Vitamina C	mg/100 mf	77,37
Eq. Retinol	Eq/100 mf	73,56

Espín *et al.*, 2004.

*Datos expresados en Base Seca, muestra entera

mf = materia fresca

La mashua tiene un alto contenido de ácido ascórbico (67 mg por 100 g en base fresca). El contenido de proteína puede variar de 6,9 % a 15,9 % en base seca (Johns *et al.*, 1982).

1.2.5 USOS

El consumo de mashua se debe principalmente a la provisión de carbohidratos, como fuente de energía. La combinación de aminoácidos esenciales parece ser la adecuada en relación con las proteínas presentes. Posee niveles altos de minerales calcio, fósforo, hierro y carotenos, en relación con la papa y los otros tubérculos andinos. En Ecuador la mashua es cultivada con fines de autoconsumo o para alimentación animal, por lo que el área de cultivo es variable, generalmente muy reducida (Navas *et al.*, 2000).

El almacenamiento incrementa la dulzura, por la hidrolización de los almidones en azúcares. El contenido de vitamina A, es alto en las variedades amarillas (Navas *et al.*, 2000).

El principal componente de las Tropaeolaceas son los glucosinolatos, que pueden ser responsables para los usos medicinales de la especie (NRC, 1989). Las comunidades andinas creen que los tubérculos cocinados son especialmente buenos para las enfermedades del hígado y los riñones (Acosta-Solís, 1980).

A pesar de su sabor amargo, su utilización es variada para la alimentación, como medicina y como planta ornamental (CIT, 2006).

La mashua tiene importancia para satisfacer la alimentación de los habitantes de menores recursos en zonas rurales marginales en los Andes altos. Se prepara en forma de sancochado, asado o como thayacha, que consiste en exponer los tubérculos por una noche a los efectos de la helada. Al día siguiente se comen, acompañados de miel de chancaca (caña) (CIT, 2006).

En la alimentación humana se le utiliza para sopas, mermeladas, etc.; en la industria para producir antibióticos, se le atribuye propiedades curativas del hígado y riñones entre otros. A los tubérculos se les atribuye propiedades anafrodisiacas, se narra que los incas, la incluían en la alimentación de sus soldados (CIT, 2006).

Ancestralmente se la consumía cocida, sola o formando parte de locros. También se hacía chicha, que era utilizada como alimento y medicina (Estrella, 1986).

En Cebadas - Chimborazo, les agrada más consumirla como colada dulce, la variedad preferida es la “amarilla zapallo” (*quillu-zapallo*); en la comunidad de Maca, cerca de Saquisilí, se utilizaba para fortalecer y hacer engordar a los niños que se veían desnutridos; en Pilahuín, la colada de mashua es muy preciada: la mashua se endulza un día, se cocina, se licúa, se pone leche y canela; en Salcedo se hace colada, dejando asolear cuatro días, se cocina en varias aguas y se mezcla con panela, harina de cebada y canela (Espinosa, *et al.*, 1994).

Las RTAS tienen un enorme potencial para contribuir al desarrollo socioeconómico de las áreas rurales. Sus características agronómicas y bioquímicas son apropiadas para la transformación, proceso necesario para expandir su utilización (Villacrés *et al.* 2004).

Las tendencias de producción, área y rendimiento sugieren la oportunidad y la necesidad de diversificar el uso de estos cultivos mediante procesos sencillos y de bajos costos orientados a:

- Incrementar el valor de las RTAS.
- Disminuir las pérdidas poscosecha y utilizar los productos procesados fuera de la época de la cosecha.
- Fomentar la integración de microempresarios familiares en la economía de mercado
- Incrementar el ingreso de los agricultores.

- Impulsar la industria nacional a través de la demanda de equipos requeridos para el procesamiento y las actividades de preservación

Los procesos factibles pueden ser: deshidratación osmótica, secado solar, fritura y cocción, para la obtención de trozos deshidratados, mermeladas, caramelos tipo goma de oca, tortas y rodajas fritas (Villacrés *et al.* 2004).

1.2.6 SUSTITUCIÓN DE MAÍZ EN DIETAS PARA AVES

A nivel mundial, el maíz es el cereal más utilizado en la alimentación animal. La mayoría del grano empleado en dietas para animales es grado US#2 o de menor calidad que en comparación con el maíz nacional, presenta menor porcentaje de proteína, grasa y mayor contenido de polvo, insectos e impurezas (Chaves, 2006). La composición química se muestra en la Tabla 1.4.

Tabla 1.2. Composición química del maíz grado US#2 utilizado en dietas de aves

Componentes	Unidad	Maíz grado US#2*
Proteína Cruda	%	7,100
Extracto Etéreo	%	3,257
Fibra Cruda	%	1,503
Ceniza	%	1,742
Calcio	%	0,035
Fósforo	%	0,221
Lisina	%	0,220
Metionina y Cisteína	%	0,340
Treonina	%	0,261
Triptófano	%	0,060
Energía metabolizable	kcal/kg	3250

*Matriz maíz grado US#2, PRONACA, 2009.

El maíz participa entre el 60 a 75% de las dietas y contribuye con un importante aporte de energía y un moderado aporte de proteína, en una dieta que contienen un 65% de maíz aproximadamente el 30% de la proteína total está aportada por esta materia prima (Chaves, 2006).

El aporte energético del maíz en dietas de aves está entre el 65 a 70% de la energía contenida en la dieta. Al ser una materia prima de alta participación de nutrientes la valoración de los mismos es un tema de suma importancia (Chaves, 2006).

Existe un continuo énfasis en investigaciones para el uso de alimentos alternativos como fuente energética en la avicultura y la producción ganadera, debido al incremento en el precio de la convencional fuente de energía como el maíz, etc. (Ojewola y Annah, 2006).

Las características nutritivas de las raíces y tubérculos andinos, muestran factibilidad para utilizarlas en dietas de animales de interés económico (Espín *et al.*, 2004). Además, a causa de su sabor, la mashua podría tener mejores posibilidades de uso en alimentación animal. (Arbizu y Tapia, 2002).

Las investigaciones han generado conocimiento sobre las propiedades básicas del almidón de la mashua y su ventaja comparativa para ciertos usos, lo cual ya no es un limitante para su expansión comercial, y se puede confirmar como fuentes amiláceas que pueden sustituir parcial o totalmente a las materias primas tradicionales; maíz y trigo (Barrera *et al.*, 2004).

La mashua por sus altos rendimientos y su riqueza en carbohidratos y otros nutrientes, podrían utilizarse con ventaja en la crianza de los cerdos, terneros y otros animales domésticos (NRC, 1989).

1.3 PROCESAMIENTO DE RAÍCES Y TUBÉRCULOS

Las raíces y tubérculos por su alto contenido de humedad (68-89 %) (Espín *et al.*, 2004), requieren de un tratamiento previo al almacenamiento, para evitar o reducir las posibilidades de deterioro debido a la transformación de almidones en azúcares y el ataque de patógenos.

Las raíces antes de almacenarlas, se deben lavar y exponerlas al sol o corrientes de aire que permitan eliminar el agua externa.

El almacenamiento en fresco, no debe prolongarse por períodos mayores de 12 días, ya que el deterioro físico y nutricional es alto. Si es requerido mayor tiempo de almacenamiento se debe deshidratar, para ello es necesario cortar la raíz para aumentar la superficie de contacto y facilitar el secado (Tepper y González, 2004).

El corte se debe hacer con ralladora o cortadora, que origine un corte limpio, en forma de paralelepípedo con lados de 3 a 5 mm por 10 a 15 mm y lo más largos posibles, para que queden suficientes cámaras de aire entre los trozos y se facilite el proceso de deshidratado, reduciendo así la posibilidad de problemas por presencia de hongos (Tepper y González, 2004).

El material cortado se puede deshidratar en forma natural colocándolo en patios, con piso liso de concreto a razón de 13 kg/m² y debe voltearse cada media hora o de ser posible con mayor frecuencia, para permitir que la pérdida de agua sea rápida. La raíz cortada y expuesta al sol en condiciones normales debe deshidratarse en 48 a 72 horas (Tepper y González, 2004).

Para industrializar el proceso se debe combinar el deshidratado al sol por un período aproximado de 5 horas y luego hacerlo pasar por un túnel de deshidratado. En este sentido, Tobar (1997) reporta que se puede lograr la deshidratación inicial con radiación solar bajando el contenido de humedad de 65-70 % a 30-35 % y luego un deshidratado industrial que baje la humedad a 12-13%.

La raíz deshidratada debe almacenarse sin moler, en sacos de fique o nylon que permitan una buena aireación y ubicarlos en locales ventilados y de baja humedad, donde puede permanecer por un tiempo relativamente largo, de acuerdo a las características del local (Tepper y González, 2004).

1.3.1 OBTENCIÓN DE HARINA DE RAÍCES Y TUBÉRCULOS

Los cultivos del mundo andino son estacionales, es decir que durante un periodo del año se acumula su producción. En estos casos, el almacenamiento y la transformación de las raíces y tubérculos son una necesidad. La deshidratación o el secado son un medio útil para este objetivo (Fairlie *et al.*, 1999).

A continuación se resumen las operaciones básicas en la producción de harina de raíces y tubérculos. Estas operaciones han sido establecidas como recomendables luego de las diferentes experiencias piloto. Se recomienda mantener los cuidados necesarios de higiene y limpieza (Fairlie *et al.*, 1999).

a) Selección

Se escoge la materia prima fresca, sana y no debe presentar daño mecánico, ni principios de descomposición por efectos microbianos.

b) Lavado

Proceso con el que se elimina la tierra adherida a la superficie y otros residuos indeseables.

c) Pelado y rectificado

Esta operación se realiza en los casos en que sea necesario (en oca, melloco, mashua y zanahoria blanca sólo se los rectifica) y se puede realizar manualmente cuando se pelan pequeñas cantidades, y mecánicamente por frotamiento (abrasión) cuando son cantidades importantes. El rectificado tiene como objetivo el eliminar los ojos profundos y las partes dañadas.

d) Rodajado

Es conveniente hacer rodajas con un espesor aproximado de 2 mm. De esta manera se reduce el tiempo de secado y, además, se facilita la molienda.

e) Escaldado o blanqueado

Esta operación consiste en someter la materia prima a un baño de agua hirviente (92° C) por 4 a 8 minutos, con la finalidad de:

- Terminar la limpieza del producto,
- Inhibir la acción de las enzimas que provocan el pardeamiento principalmente a la papa,
- Fijar y conservar el color,
- Mejorar las condiciones del material para la deshidratación puesto que con esta operación se rompen las paredes celulares del material vegetal, lo que facilita el proceso de evaporación,
- Eliminar olores y sabores desagradables y,
- Disminuye la carga microbiana.

f) Carga en bandejas

Para que la deshidratación resulte uniforme y rápida es esencial que el material se encuentre bien repartido en las bandejas. La densidad de carga óptima para los RTAS mencionados se encuentra en el rango de 4,5 – 5 kg/m².

g) Deshidratado

En esta operación se elimina la mayor parte del agua. El proceso de secado concluye aproximadamente, a las 8 horas de funcionamiento del equipo a 60 °C, y cuando el producto se torna duro y/o quebradizo. El producto final llega normalmente a una humedad residual inferior a 10%.

h) Molienda

El material deshidratado se introduce en un molino que posee un tamiz con abertura de 0,5 mm de malla, la cual proporciona la granulosis media de las harinas (315 µm).

i) Pesado y envasado

Las harinas obtenidas se pesan en fracciones y se envasan en bolsas plásticas, selladas térmicamente.

1.3.2 ELABORACIÓN DE HARINA A PARTIR DE OCA ENDULZADA COCIDA

Cifuentes y Gil (2008), mencionan las operaciones en detalle del procesamiento de oca (*Oxalis tuberosa*) endulzadas al sol y cocidas para su posterior transformación en harina. Se considera el mismo proceso para la obtención de harina, por la semejanza entre los TAS pertenecientes a géneros diferentes; papa (*Solanum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*), el melloco (*Ullucus tuberosus*), la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) (Acosta-Solís, 1980).

Las operaciones en detalle que se llevaron a cabo para la obtención de harina endulzada cocida de oca fueron:

- Las ocas fueron expuestas al sol por una semana para hidrolizar los almidones en azúcares y endulzarlas hasta llegar a 20° Brix aproximadamente.
- La materia prima fue pesada en balanza electrónica.
- Se realizó una selección manual de los tubérculos que se encontraban en buen estado y se desecharon aquellos que estaban en estado de descomposición, además de cuerpos extraños como piedras, cuerdas, etc.
- Se procedió a lavar las ocas en una mezcla de 3 partes de agua y 1 de cloro.
- Se introdujeron las ocas en una cortadora para la obtención de hojuelas.
- Las hojuelas frescas fueron cocidas al vapor en una olla de presión por 5 minutos hasta que haya alcanzado la presión de 10 atm.
- Se introdujeron en la estufa a 50 °C para la deshidratación durante cuatro horas, posteriormente se enfriaron a temperatura ambiente.
- Las hojuelas deshidratadas se introdujeron en un molino para la obtención de la harina.
- Con el uso de un tamiz, se separaron las partículas finas y gruesas provenientes de la molienda, estas últimas fueron colocadas nuevamente en el molino.

- La harina se empacó en fundas de laminado de polipropileno + polietileno de 500 g de capacidad.
- Las fundas se sellaron en una selladora manual.

1.4 FORMULACIÓN DE DIETAS NUTRICIONALES PARA POLLOS DE ENGORDE

1.4.1 NUTRICIÓN

La nutrición cumple el objetivo de proveer variedad de dietas balanceadas que satisfagan los requerimientos nutricionales de los pollos en todas las etapas de su desarrollo y producción. Mejoran la eficiencia y la rentabilidad, sin comprometer el bienestar de las aves (Ross Broiler Manual, 2009).

El alimento tiene gran importancia como componente del costo total de producción del pollo de engorde. Las raciones de las aves se deben formular para proporcionarles el balance correcto de energía, proteína y aminoácidos, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales. Esto permite el crecimiento y rendimientos óptimos (Ross Broiler Manual, 2009).

1.4.2 APORTE DE NUTRIENTES

1.4.2.1 Energía

La energía requerida por los pollos para el desarrollo de tejidos corporales, producción de huevos, actividades físicas vitales y mantenimiento de la temperatura corporal se deriva de los carbohidratos, grasa y proteínas en las dietas. La energía de la dieta consumida por un animal puede ser utilizado para actividad, puede ser convertida en calor o puede ser almacenado como tejido corporal (Leeson y Summers, 2001).

Los niveles de energía en dietas están expresados en Megajoules (Mj/kg) o kilocalorías (kcal/kg) de energía metabolizable (EM), y esto representa la energía disponible para el pollo de engorde, que se expone en la Tabla 1.5. (Ross Broiler Manual, 2009).

Tabla 1.3. Especificaciones nutricionales de energía para pollos de engorde.

	Unidad	Iniciador	Crecimiento	Finalizador
Edad alimentada	Días	0-10	11-24	25-sacrificio
Energía	kcal	3025	3150	3200
	MJ	12,65	13,20	13,40

Ross Broiler Manual, 2007.

Los alimentos energéticos contienen carbohidratos y lípidos o grasas y proporcionan calor y energía a las aves. Las fuentes de energía son el maíz, sorgo, cebada, centeno, avena, melaza, grasas animales, grasas vegetales, y subproductos de molinería (Barbados, 2004).

El maíz es un grano rico en grasas y carbohidratos, gran generador de calor y es fundamental en la elaboración de dietas para pollos de engorde. Tiene fácil digestión y asimilación pero tiene niveles bajos de proteínas y sales minerales. Se lo emplea como harina de maíz, maíz molido y maíz quebrado (Barbados, 2004).

Los subproductos del trigo: afrecho y afrechillo, forman parte de las dietas para aves aunque su empleo debe limitarse. El afrecho (cáscara de los granos de trigo) tiene poco valor nutritivo por su alto contenido de celulosa; además posee cierta cantidad de vitaminas y sirve para abultar las raciones. El afrechillo contiene más harina y menos fibra (Barbados, 2004).

La avena contiene mayor cantidad de proteínas que el maíz, pero el uso es restringido por su alto contenido de celulosa, no se debe considerar proporciones superiores al 20% (Barbados, 2004).

Investigaciones en alimentos alternativos para hacer frente a las necesidades del productor de aves, han logrado identificar como fuentes alternativas de energía al mijo, el sorgo y las raíces, además fuentes no tradicionales como el gandul, la harina de hoja y los subproductos agrícolas (Munene, 2006).

El maíz es la principal fuente de energía en los alimentos de aves, pero casi toda la producción se usa para consumo humano. Como el requerimiento humano difícilmente va a disminuir, el maíz se torna un alimento escaso para el alimento animal (Munene, 2006).

1.4.2.2 Proteína

Las proteínas son compuestos complejos los cuales son desdoblados en aminoácidos en la digestión. Estos aminoácidos son absorbidos y ensamblados en cuerpos proteicos para la construcción de tejido corporal como músculos, nervios, piel y plumas. Las especificaciones nutricionales de aminoácidos para pollos de engorde se detallan en la Tabla 1.6.

Tabla 1.4. Especificaciones nutricionales de aminoácidos para pollos de engorde

Aminoácidos	Unidad	Iniciador	Crecimiento	Finalizador
Lisina	%	1,43	1,24	1,09
Metionina & Cistina	%	1,07	0,95	0,86
Metionina	%	0,51	0,45	0,41
Treonina	%	0,94	0,83	0,74
Valina	%	1,09	0,96	0,86
Isoleucina	%	0,97	0,85	0,76
Arginina	%	1,45	1,27	1,13
Triptofano	%	0,24	0,20	0,18
Proteína Cruda	%	22-25	21-23	19-23

Ross Broiler Manual, 2007.

Los niveles de proteína cruda bruta en la dieta no indican la calidad de las mismas en los ingredientes del alimento. Sino en el nivel, equilibrio, y digestibilidad de los aminoácidos esenciales en la mezcla final del alimento (Barbados, 2004).

La soya puede reemplazar a los cereales en un 5 a 10%. Se lo emplea en gran cantidad y como fuente de proteínas de origen vegetal. La harina de soya es el suplemento proteico vegetal más empleado que contiene cerca del 45% de proteína. Su porcentaje de inclusión y el de las grasa dependen del proceso de elaboración (Barbados, 2004).

Entre los alimentos proteicos de origen animal se destacan: harina de carne, harina de hueso, harina de pescado. Su contenido proteico varía entre 50 y 65% según su composición. La leche y sus derivados son fuentes de proteína animal de gran valor biológico de excelente coeficiente de digestibilidad pero costos elevados (Barbados, 2004).

Como fuentes proteicas están también los forrajes, en especial, las leguminosas, como los tréboles y la alfalfa, que se emplean frescos o secos en forma de harina. Se usa la harina de hojas de alfalfa, siendo fuente de carotina y provitamina A. Los forrajes tienen buena cantidad de sales minerales. El inconveniente es su alto contenido de celulosa que no es aprovechada por el ave (Barbados, 2004).

1.4.2.3 Macrominerales

Es importante proporcionar a las aves niveles correctos de los minerales principales y un buen balance entre ellos, debido al alto rendimiento de estos animales. Dichos minerales son calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio y cloro. Estos ejercen influencia sobre el crecimiento, eficiencia alimenticia, desarrollo óseo, salud de las patas, sistema inmunológico y funciones metabólicas (Ross Broiler Manual, 2009).

1.4.2.4 Minerales traza y vitaminas

Los minerales traza y las vitaminas son necesarios para todas las funciones metabólicas. La suplementación apropiada depende de los ingredientes alimenticios, de la fabricación del alimento y las circunstancias o condiciones locales.

Una importante fuente de variación de algunas vitaminas es en el tipo de cereal, por lo que se hacen recomendaciones separadas con respecto a vitaminas en los alimentos elaborados ya sea con maíz o con trigo (Ross Broiler Manual, 2009).

1.4.2.5 Enzimas

Las enzimas ahora son utilizadas rutinariamente en alimentos para pollos de engorde para mejorar la digestibilidad de los ingredientes en la dieta. En general se dispone de enzimas para la alimentación animal que actúan sobre los carbohidratos, proteínas y determinados minerales (Ross Broiler Manual, 2009).

1.4.3 INVESTIGACIONES REALIZADAS CON EL USO DE HARINA DE TUBÉRCULOS EN DIETAS PARA POLLOS DE ENGORDE

Trabajos de investigación destinados a evaluar parámetros productivos o efectos en el uso de harina de mashua como ingrediente sustituto del maíz en dietas de pollos de engorde, no existen. En el Ecuador, existen pocos estudios relacionados con uso de tubérculos. La mayoría de estudios se los han desarrollado en otros países, reportando el uso de harina de yuca en la formulación de alimentos para animales, sustitución completa del maíz por harina de yuca o batata (camote).

Rocha *et al.*, (2008), utilizaron niveles de 0; 13; 26 y 40 % de residuos de yuca en reemplazo de maíz. El ensayo duró 75 días. En ese orden los pesos fueron: 2,32; 2,21; 2,24; y 2,15 kg. No hubo diferencias significativas en el aumento de peso entre los tratamientos. Los promedios de la conversión alimenticia fueron; (13%;

3,22kg), (26%; 3,25kg), (40%; 3,43kg) y seguido por el tratamiento control.

Se atribuyó menor eficiencia en la dieta, ganancia de peso más baja y la disminución de la digestibilidad de diversos nutrientes, a los factores antinutricionales que menciona Brufau *et al.*, (1994) citado por Nascimento *et al.*, (2005).

Los residuos de yuca presentan factores antinutricionales como los polisacáridos no amiláceos, que provocan menor eficiencia en la dieta, menor ganancia diaria de peso y disminución de la digestibilidad de diversos nutrientes (Brufau, *et al.*, 1994).

Se recomienda utilizar un 13% de residuos de la yuca en lugar del maíz. El consumo de alimento aumentó con los niveles más altos de residuos añadidos a la dieta basal. La ganancia de peso y la viabilidad no presentan diferencia significativa entre los tratamientos (Rocha, *et al.*, 2008).

González *et al.*, (2007), utilizaron harina de raíz de batata (*Ipomoea batatas*) como fuente energética en dietas para pollos de engorde durante 42 días. Los niveles de sustitución energética fueron: 0; 25; 50; 75 y 100% de harina de maíz por harina de raíz de batata (Camote).

No existieron diferencias significativas en el consumo del alimento ($p \geq 0,05$). Se determinaron diferencias significativas ($p < 0,001$) en ganancia de peso: 2.017; 1.883; 1.732; 1.679 y 1.664 gramos. Índice de conversión alimenticia ($p < 0,05$): 2,18; 2,29; 2,48; 2,59 y 2,68. Concluyeron que la sustitución energética de la harina de raíz de batata por harina de maíz, no afectó el consumo de alimento en los diferentes niveles evaluados, sin embargo, las ganancias de peso y la conversión alimenticia se afectaron en la medida que se incrementaron los niveles de sustitución en las dietas. El mejor nivel de reemplazo fue al 25% (17% de incorporación en la dieta (González, *et al.*, 2007).

En otro estudio; Tewe y Egbunike (1992), incluyeron niveles de 0; 7,5; 11,5; 22,5 y 30% de harina de yuca como sustituto del maíz de una dieta experimental para pollos de engorde, tomando en cuenta los factores antinutricionales. La presencia de ácido cianhídrico es evidente en todos los componentes del tubérculo, incluyendo las hojas.

Los resultados obtenidos mostraron una disminución significativa en la ganancia semanal de peso inversamente proporcional al nivel de inclusión: 132,8^a; 130,1^a; 124,6^{ab}; 126,3^{ab}; 120,1^b gramos ($p < 0,05$). Índice de conversión alimenticia: 2,2; 2,2; 2,3; 3,5 y 2,6. Determinaron que el nivel óptimo de sustitución recomendado es de 7.5% debido a que la ganancia de peso disminuye mientras se incrementa el nivel de sustitución en las dietas. Los autores concluyen que para el uso a escala industrial debería utilizarse tecnología adecuada para reducir la alta humedad y el ácido cianhídrico (HCN) que contienen los tubérculos (Tewe y Egbunike, 1992).

Dale y García (1999) realizaron un estudio de los alimentos de yuca en la avicultura, tomando en consideración otros factores como el contenido cianogénico, alto nivel de potasio y sílice, deficiencia de carotenoides y cantidad considerable de polvo.

Concluyeron que existe suficiente evidencia en la literatura para mostrar que la yuca puede ser usada seguramente en alimentación animal. Sin embargo, es difícil establecer un nivel máximo de uso en dietas para la avicultura, debido a las inconsistencias en las variables como los tipos de los productos y las condiciones de ensayo. El nivel normal máximo en la Unión Europea es cerca del 25% (10-15% en dietas iniciales).

Cuando la yuca es sustituida por el maíz, los productos para las aves de corral pueden no tener un color aceptable. Este problema puede ser corregido por el uso de carotenoides sintéticos (Dale y García, 1999).

1.4.4 FACTORES ANTINUTRICIONALES EN MASHUA

Como otras *Tropaeolaceae*, la mashua contiene isotiocianatos presentes como glucosinolatos (Kjær *et al.*, 1978), compuestos similares a los encontrados en las crucíferas y también conocidas como aceites de mostaza. Los isotiocianatos son conocidos por sus propiedades antibióticas, insecticidas, nematocidas y diuréticas, que demuestran su amplio uso en la medicina popular andina (Grau, *et al.*, 2003).

Estudios experimentales muestran que ratas machos y ratas de control presentan igual capacidad de fertilizar, sin embargo, animales alimentados con *Tropaeolum tuberosum* muestran una disminución del 45% de testosterona/dihidrotestosterona en su sangre. Esta disminución parece estar relacionado con la presencia de isotiocianatos en los tubérculos. Las propiedades antibióticas, insecticidas, nematocidas y diuréticas de los isotiocianatos corroboran el uso medicinal (Johns, *et al.*, 1982).

El picante característico de la mashua es producido por p-metoxibencil isotiocianato. Este compuesto parece ser específico de las subespecies de *Tropaeolum tuberosum ssp*, que también contienen pequeñas cantidades de 2-propil isotiocianato. Este compuesto y 2-butil isotiocianato, son los principales isotiocianatos en las subespecies de *Tropaeolum tuberosum* (Johns, *et al.*, 1982).

Los tiocianatos liberan cianuro por medio de hidrólisis y pueden llevar a la intoxicación (Grau, *et al.*, 2003).

De acuerdo a la evaluación de contenido de cianuros que tiene la mashua, realizado por el INIAP, reporta valores entre 33,55 mg por ciento y 23,11 mg por ciento en las variedades de color amarillo rosado a amarillo (INIAP, 1996).

Las muestras de mashua fueron analizadas en estado fresco y superan el rango tóxico de cianuros (10 – 20 mg por ciento). Toxicidad que disminuye con exposición a la luz solar, cocción, lavados y tamizados, o en combinación puede

llegar a valores de 9,2 a 9,6 mg por ciento, lo cual está bajo el rango tóxico (INIAP, 1996).

Combinando procesos como exposición a la luz solar, cocción y fermentación con levaduras, se obtiene un producto de fermentación suave con contenidos menores a 0,36 mg por ciento. Las líneas de color amarillo rosado y tamaño grande muestran un mayor contenido de cianuros (INIAP, 1996).

El proceso respiratorio en los tejidos animales es obstruido por el ácido cianhídrico, mediante la desactivación del sistema de la enzima citocromo oxidasa (Pudek y Bragg, 1974). Aunque esta reacción es reversible, en dosis altas, puede llevar a una acumulación de lactato en el cerebro que causa la degeneración (Smith *et al.*, 1963).

La mashua presenta un contenido de taninos condensados de 2210 mg/100 g expresados como equivalentes de catequina, siendo un valor anormal dentro de variedades de mashua (López, 2001).

Los taninos son generalmente toxinas que reducen significativamente el crecimiento y la supervivencia de algunos herbívoros cuando se encuentran presentes en la dieta. En humanos, causan sensación áspera, astringente y desagradable en la boca ya que se ligan a las proteínas salivares (Butler y Bos, 1993). En aves, estos compuestos afectan a la ganancia de peso y a la conversión del alimento debido a que reducen la disponibilidad de la metionina (Coello, 2000).

Los taninos son compuestos fenólicos altamente polimerizados que forman complejos con las proteínas y así las hacen no digeribles, además interactúan con las enzimas disminuyendo su actividad. También pueden formar complejos con otros componentes de las plantas como son los polisacáridos, mono y oligosacáridos, ácidos nucleicos, elementos metálicos; de esta manera disminuyen el valor nutricional de los alimentos (Butler y Bos, 1993).

Los taninos pueden ser considerados como un pesticida biológico desde el punto de vista agrícola. Las semillas ricas en taninos son desagradables para los pájaros debido a su sabor amargo y sensación astringente (Butler y Bos, 1993).

La propiedad más conocida de los compuestos polifenólicos es su capacidad de enlazarse y precipitar las proteínas, además pueden formar complejos con cationes metálicos como hierro y cobre, de esta manera interfieren en la biodisponibilidad de macro y micronutrientes. Las raíces y tubérculos que presentan elevados contenidos de taninos condensados podrían interferir en la absorción de macro y micronutrientes (Butler y Bos, 1993).

Los taninos en las muestras de mashua, podrían ser el inhibidor de α -amilasa predominante, puesto que dependiendo del contenido de taninos condensados, es mayor o menor el porcentaje de inhibición (López, 2001).

La mashua 1020 (Chimborazo), presentó mayor inhibición al ataque enzimático, este comportamiento posiblemente puede corresponder al mayor contenido de taninos y fibra (11,7%) (López, 2001).

Para los productos con altos contenidos de taninos se recomienda cocerlos con abundante agua. De esta manera se pueden hidrolizar y disminuir el contenido de taninos antes de consumir los productos (Butler y Bos, 1993).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Mashua limpia y descontaminada fue obtenida de la comunidad de Pilahuín en la Provincia de Tungurahua en el mes de Mayo del 2009. Se la obtuvo debido a un diseño experimental destinado a determinar las características organolépticas y agroproductivas del mismo, con colaboración de la Unidad de Transferencia de Tungurahua, Dirección de Transferencia - INIAP, en coordinación con el Ing. Washington Chapalbay, Técnico de GTZ y los líderes de la COCP (Corporación de Organizaciones Cristóbal Pajuña), procedieron a la implementación de dicho ensayo en campo en el terreno comunal en la zona de Llangahua, provincia de Tungurahua.

La variedad de mashua utilizada, en función de la clasificación mencionada en el capítulo 1, sección 1.2.4, se encuentra en el grupo D, subgrupo D2. De acuerdo al nombre utilizado por los proveedores de la materia prima, y ellos a su vez de los productores, se utilizó la variedad Zapallo. Esta es la variedad predominante en la zona y utilizada en el diseño experimental que proveyó la materia prima.

2.1.1 PROPIEDADES NUTRICIONALES

La composición química de la harina de mashua fue realizada en el laboratorio químico y físico en el Área de Aseguramiento de Calidad de la planta de procesamiento de Alimentos de Puenbo-PRONACA, de acuerdo a métodos estandarizados por Association of Official Analytical Chemists (AOAC).

El análisis de energía metabolizable se lo realizó en la Universidad de Georgia, The University of Georgia, College of Agricultural and Environmental Sciences, Department of Poultry Science, y el aminograma se lo realizó en The University of Missouri-Columbia Experimental Station Chemical Laboratory.

Los métodos utilizados para la determinación de los parámetros físicos-químicos de la harina de mashua se enlistan en el Anexo II. Así como el procedimiento para determinar la energía metabolizable a través del Método Sibbald citado por Dale (1992).

2.1.2 EQUIPOS

Para realizar las pruebas experimentales para la obtención de la harina, se utilizó los equipos de la planta piloto de la Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Agricultura, Alimentos y Nutrición (CAAN). Debido a la cantidad de materia prima, se utilizó un cutter que se muestra, con sus especificaciones, en el Anexo III.

El secador que se seleccionó para llevar a cabo el proceso de deshidratación es el de bandejas tipo horizontal mediante aire forzado por tener mayor capacidad y por ser el más utilizado dentro de las operaciones de deshidratación de verduras y tubérculos. Se muestra en el Anexo IV con sus especificaciones.

Se utilizó un molino de laboratorio marca Jacobsen modelo 4 (laboratory Mill Tomas-Wiley) para la obtención de la harina de mashua. El molino se muestra en el Anexo V.

2.2 OBTENCIÓN DE HARINA DE MASHUA

El procesamiento se basó en el método desarrollado para la obtención de harina a partir de oca endulzada cocida mencionada por Cifuentes y Gil, (2008), con ciertas modificaciones.

Las operaciones en detalle que se desarrollaron para la obtención de harina de mashua fueron:

- La materia prima fue pesada en la recepción.
- Se realizó una selección manual de los tubérculos que se encontraban en buen estado y se desecharon aquellos en estado de descomposición además de cuerpos extraños como cuerdas, pajas, papas, etc.
- Se introdujeron 2 kilos de la materia prima por cada ciclo en el cutter para facilitar el corte y la uniformidad.
- La mashua troceada se colocó en bandejas para luego ser ingresadas en el horno a 60° C durante 4 horas para la deshidratación, posteriormente se enfriaron a temperatura ambiente.
- Se utilizó un molino de laboratorio marca Jacobsen modelo 4 para la obtención de la harina.
- Usando un tamiz 0,05 mm de abertura, se procedió a separar las partículas finas de las gruesas. Las partículas gruesas fueron molidas nuevamente.
- La harina de mashua se empacó en fundas de polietileno de 40 kg de capacidad.

En el diagrama de flujo que muestra la Figura 2.4, se puede apreciar la secuencia de los procesos para obtener la harina de mashua con fotos durante la elaboración.

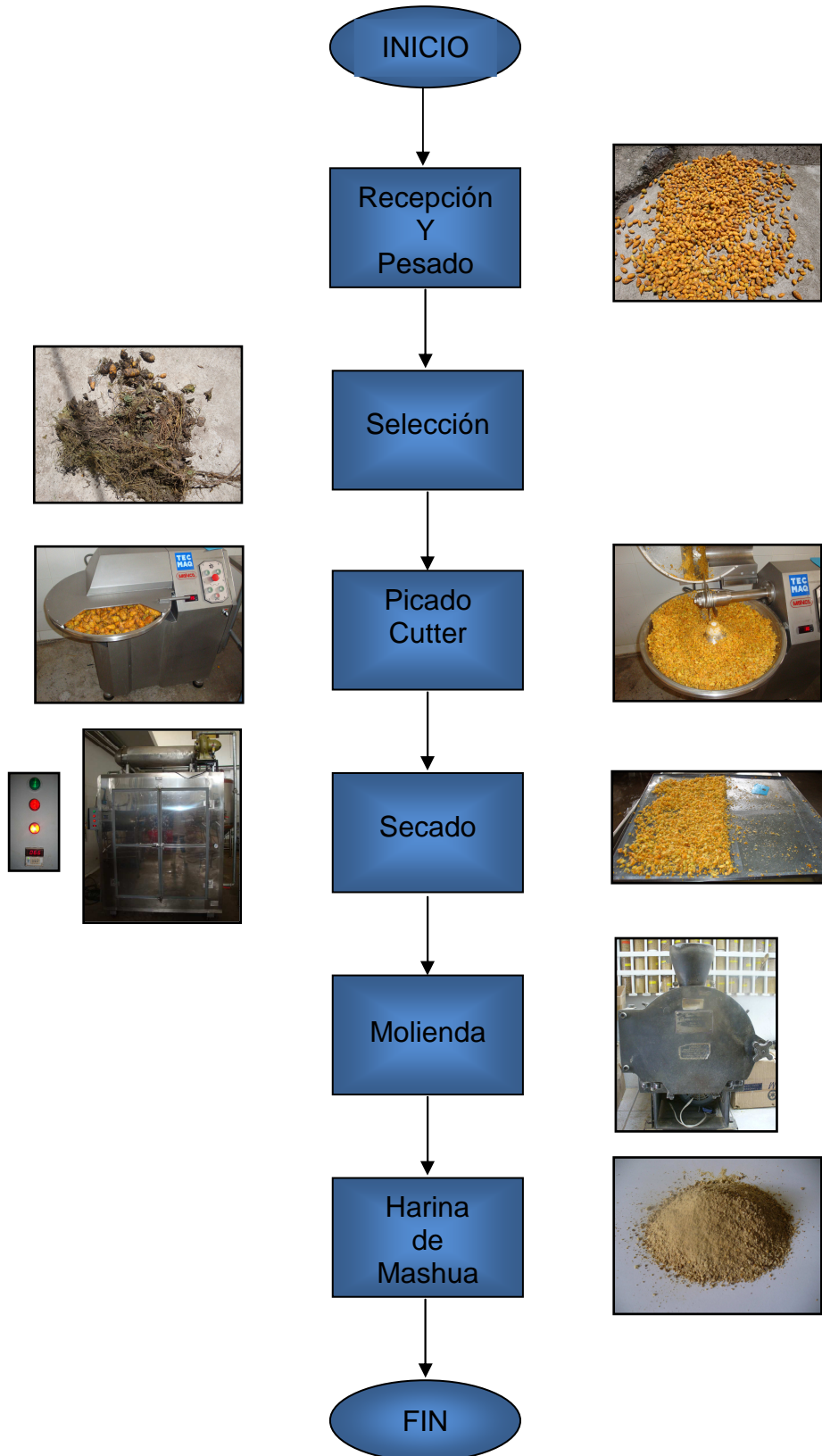


Figura 2.1. Esquema de la obtención de la harina de mashua.
Fotos del proceso en la planta piloto del CAAN-USFQ, 2009

2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para evaluar el valor nutricional de la harina de mashua en dietas para pollos de engorde se desarrolló un diseño experimental de bloques al azar, con 5 tratamientos de 6 repeticiones cada uno, compuesto por tres unidades experimentales (baterías) de 10 divisiones con capacidad para 10 pollitos de 1 día de edad. Las unidades experimentales se muestran en el Anexo VI.

Las 5 dietas fueron formuladas para tener 0; 7,5; 15; 22,5 y 30% de inclusión de harina de mashua en reemplazo de maíz. Los alimentos y el agua fueron administrados a libertad. Muestras de cada alimento formulado fueron analizadas para determinar su composición nutricional.

2.3.1 ANIMALES

Se utilizaron 300 pollitos machos Ross 308 x Ross 308 de un día de edad. Fueron pesados individualmente en la recepción y distribuidos en 30 jaulas al azar en las unidades experimentales (baterías). La distribución las baterías se detalla en el Anexo VII.

2.3.2 TRATAMIENTOS

Los pollitos se asignaron al azar a 5 tratamientos detallados en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Dietas experimentales asignadas a cada tratamiento.

Tratamiento	Dietas
A	Alimento Control
B	Alimento Maíz & Soya con 7.5% de Harina de Mashua
C	Alimento Maíz & Soya con 15% de Harina de Mashua
D	Alimento Maíz & Soya con 22.5% de Harina de Mashua
E	Alimento Maíz & Soya con 30% de Harina de Mashua

2.3.3 PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN

El alimento fue suministrado según el tratamiento de acuerdo a un programa de alimentación a libertad como se detalla en el Anexo VIII. La cantidad de alimento ofrecido varía dependiendo del rechazo de alimento del día anterior.

Los alimentos fueron formulados para cubrir los requerimientos básicos de acuerdo a las recomendaciones del Manual Ross Broiler (2007). La formulación de los alimentos fue similar entre los tratamientos, excepto en el porcentaje de harina de mashua. El porcentaje total de maíz disminuye de acuerdo a los niveles de inclusión de harina de mashua en las dietas.

En la Tabla 2.2 se detallan los ingredientes utilizados en la formulación de las dietas experimentales para cada tratamiento.

Tabla 2.2. Ingredientes de las dietas experimentales expresadas en porcentaje (%).

Materia	0	7,5	15	22,5	30
Maíz USA	50,47	43,17	35,87	27,74	19,76
Aceite palma	3,70	3,70	3,70	4,00	4,00
Pasta Soya	35,31	35,48	35,64	36,37	35,88
Soya	6,23	5,89	5,57	4,96	5,98
Metionina	0,23	0,24	0,25	0,26	0,26
Lisina	0,22	0,21	0,20	0,16	0,15
Caliza	0,74	0,78	0,81	1,12	1,15
Fosfato	1,83	1,77	1,71	1,65	1,60
Aditivos	1,27	1,26	1,25	1,24	1,22
Hna Mashua	0,00	7,50	15,00	22,50	30,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

2.3.3.1 Presentación de Alimento

Las dietas tuvieron la forma de harina, elaboradas con maíz de 750 +/- 50 μ m para todos los alimentos por tratamiento. Su presentación así como la etiqueta se muestran en el Anexo IX.

El alimento fue pesado previamente, todos los días, a la misma hora de la mañana y este peso fue registrado en la planilla correspondiente. Igualmente, el alimento sobrante de cada día fue retirado de los comederos y pesado diariamente, registrando este peso en la planilla correspondiente.

2.3.4 MANEJO DE ANIMALES Y EQUIPOS

Para el ensayo, las aves fueron recibidas al primer día de edad y criadas por 21 días en 3 baterías experimentales con capacidad para 300 aves. Se distribuyeron de acuerdo al Anexo VII a razón de 10 aves por réplica, 60 aves por cada tratamiento.

Se suministró cada tratamiento desde el primer día de edad hasta el día 21. Una vez llegado a los 21 días de edad se procedió a realizar un ensayo de digestibilidad hasta el día 22. Se recolectó y seco las heces para posterior análisis en laboratorio.

Finalizados los ensayos, se sacrificó a las aves por dislocación cervical para analizar los promedios de pesos finales y a la vez, la relación intestinal. Además se recolectaron hígados y riñones de los tratamientos: A (control), C (15%) y E (30%), para realizar un análisis histopatológico para determinar alguna diferencia significativa entre tratamientos por lesiones ocasionadas por la harina de mashua en los órganos.

2.3.4.1 Recepción

Para el ensayo se utilizó baterías experimentales de cinco pisos de malla de alambre cada uno con dos divisiones por piso con calefacción. Provisto de un bebedero con capacidad de 5 litros y dos comederos con capacidad para 1 kg de alimento, cada uno ubicados en la parte exterior de la división, y una bandeja de recolección de excretas.

2.3.4.2 Temperatura y Ventilación

La temperatura y la ventilación fueron controladas por medio de criadoras eléctricas incluidas en las baterías y por manejo de ventanas para dar un ambiente controlado para el crecimiento y desarrollo óptimo de las aves. Los rangos de temperatura registrados durante la crianza se muestran en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3. Temperatura interna del cuarto de baterías experimentales durante la crianza.

Día	Temperatura (° C)
1 a 7	29.36 a 31.85
8 a 14	26.17 a 29.36
15 a 22	23.30 a 26.17

Temperatura registrada en galpón experimental.

2.3.4.3 Pesaje de aves

El pesaje de las aves se realizó de forma individual a la recepción, el día 11 y el día 21. Además se realizó pesajes grupales cada 7 días, por cada réplica.

2.3.4.4 Registros

Durante el ensayo se mantuvo registros por réplica de consumo de alimento diario, mortalidad así como pesos totales y promedio por réplica y por batería. Los registros se detallan en el Anexo X, XI, XII. Además se mantuvo registros de temperatura ambiental durante la crianza que se muestra en el Anexo XIII.

2.3.4.5 Muestreo

Se seleccionó 10 aves al azar de cada tratamiento y se pesaron antes del sacrificio. Se registró su peso final y se sacrificó para luego obtener pesos de la pechuga, molleja, hígado e intestinos. Con el fin de determinar diferencia significativa entre tratamientos.

2.3.4.6 Digestibilidad

Para el ensayo de digestibilidad, se procedió a limpiar las bandejas recolectoras de excretas, se ofreció 100 gramos de dieta experimental de cada tratamiento por ave. Al siguiente día se recolectó las heces de 4 replicas por cada tratamiento, empleando papel aluminio sobre las bandejas de recolección. Se limpió los posibles contaminantes como; restos de comida, plumones, plumas, etc.

Finalizada la recolección se pesaron y se secaron en una estufa a 60° C. Una vez secas, se molieron y se guardaron en bolsas plásticas identificadas para su análisis.

2.3.5 MEDICIONES EXPERIMENTALES.

Las mediciones experimentales estuvieron distribuidas durante todo el periodo experimental y fueron las siguientes:

- **Ganancia diaria de peso.**

La ganancia diaria de peso se obtuvo por edad, por tratamiento e individualmente. Se lo registró en gramos y fue calculado con los siguientes datos:

$$IP = P_7, P_{14}, P_{21} (g) - P_0 (g); \text{ donde:} \quad [2.1]$$

IP = Incremento de peso ó peso promedio por ave (g)
 P₇ = Peso al día 7 (g)

- P_{14} = Peso al día 14 (g)
 P_{21} = Peso al día 21 (g)
 P_0 = Peso inicial pollo BB (g)

$$GDP = \frac{IP \text{ ó Peso promedio por ave (g)}}{\text{Número de días de engorde (días)}} \quad [2.2]$$

- GDP = Ganancia diaria de peso (g)
 IP = Incremento de peso (g)
 E = Número de días de engorde (días)

- **Consumo de alimento.**

El consumo de alimento fue obtenido por edad, por tratamiento e individualmente. Se lo registró en gramos y fue calculado con los siguientes datos:

$$CDA = P_{\#JT} (g) - R_{\#JT} (g); \text{ donde:} \quad [2.3]$$

- CDA = Consumo diario de alimento
 $P_{\#JT}$ = Provisto de la jaula # con tratamiento
 $R_{\#JT}$ = Rechazo de la jaula # con tratamiento

$$CTA = \frac{PT (g) - RT (g)}{NTA} \quad ; \text{ donde:} \quad [2.4]$$

- CTA = Consumo total de alimento por ave (g)
 PT = Provisto total (g)
 RT = Rechazo total (g)
 NTA = Número total de aves

- **Mortalidad**

La mortalidad total se la obtuvo al final del ensayo (día 21). Se la calculó con base al número final e inicial de aves. Fue calculado usando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{\text{Número de pollos muertos}}{\text{Número de pollos iniciados}} \times 100; \text{ donde:} \quad [2.5]$$

- **Índice de Conversión Alimenticia**

El índice de conversión alimenticia (ICA) fue calculado por edad de las aves y por tratamiento. Se calculó con base en el consumo total de alimento por ave y el peso final del ave. Se utilizó los siguientes datos:

$$ICA = \frac{CTA \text{ (g)}}{GPT \text{ (g)}} \quad ; \text{ donde:} \quad [2.6]$$

ICA = Índice de conversión alimenticia

CTA = Consumo total por ave (g)

GPT = Ganancia de peso total (g)

2.3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el proceso de datos provenientes de los 5 tratamientos, se empleó el análisis estadístico (ANOVA), por medio de un Diseño Completamente al Azar (DCA), seguido de la prueba de comparación Tukey a un nivel de significancia del 95%, usando el Modelo Lineal General (GLM), opción de Minitab Statistical Software (Version 13.31) (2000).

2.4 ANÁLISIS ECONÓMICO CON EL MÉTODO DE PRESUPUESTOS PARCIALES

Se desarrolló el análisis económico mediante el método de presupuestos parciales recomendado para la organización de los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos. El cual se enfoca a evaluar el efecto de cambios parciales suponiendo que los demás componentes permanecen inalterados, a excepción de las interrelaciones con otros subsistemas que se ven afectados por los cambios introducidos.

Se analizaron los cambios en el margen neto y en los costos que varían de un tratamiento a otro para determinar la mejor alternativa, y se siguió el esquema de la Figura 2.2, que muestra el diagrama de flujo con los procesos y las fórmulas empleadas para el análisis económico (CIMMYT, 1988).

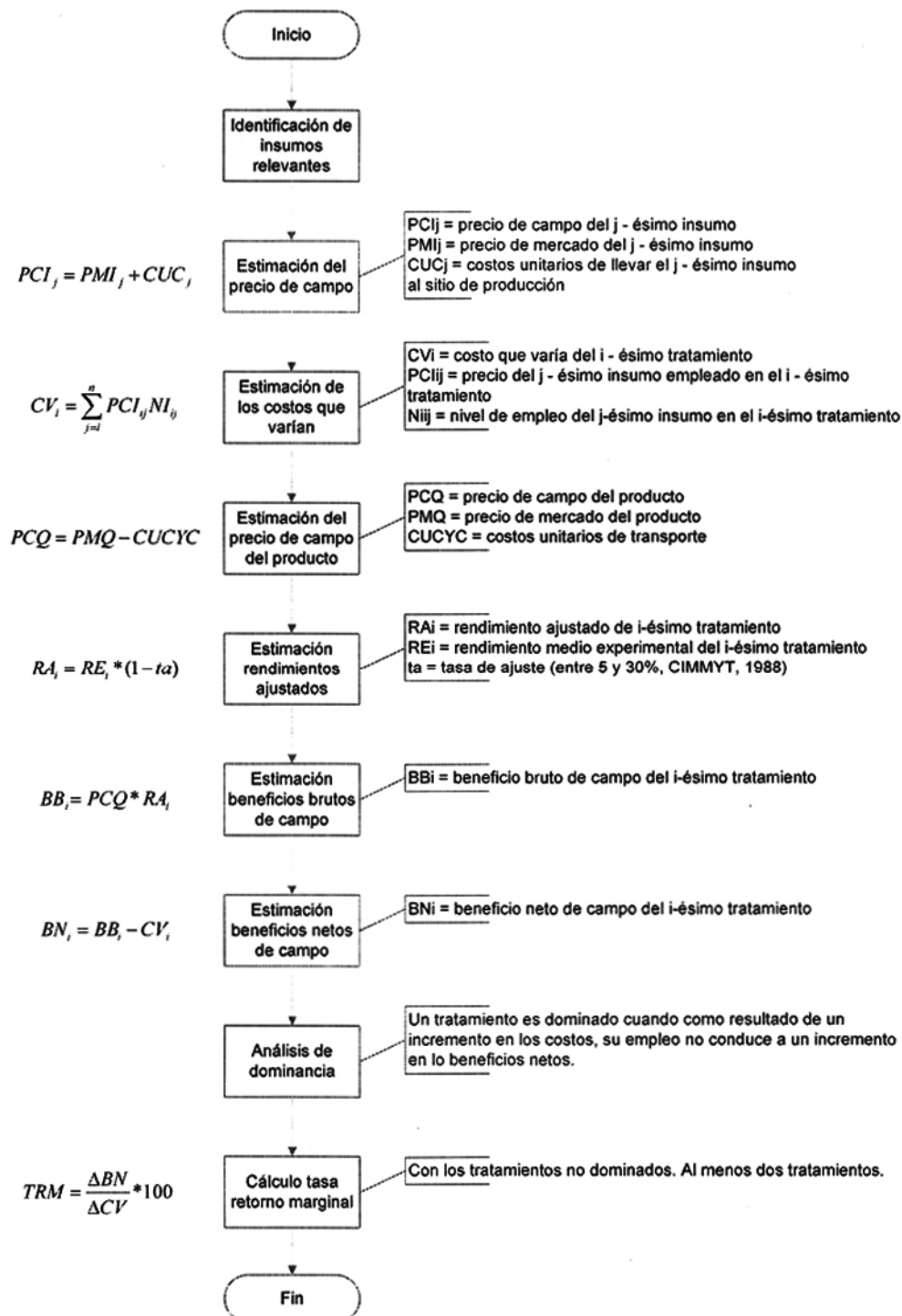


Figura 2.2. Diagrama de flujo para análisis económico (CIMMYT, 1988).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se reúnen los resultados obtenidos de los análisis químicos tanto a la harina de mashua, así como a los alimentos de cada tratamiento, además de los resultados nutricionales proporcionados por el ensayo de digestibilidad.

Se presenta también los datos de parámetros productivos obtenidos durante la crianza de las aves.

Además, desarrolla un análisis de presupuestos parciales para determinar la variable en relación a los costos de la materia prima y su potencial uso como ingrediente en la dieta para pollos de engorde.

3.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA

3.1.1 MATERIA PRIMA

La mashua utilizada para el ensayo ofrecida por los productores, fue procesada a los pocos días de su cosecha sin haberle realizado un proceso adicional.

Cabe señalar que los valores obtenidos en la caracterización química y nutricional que se indica en la Tabla 3.1, difieren de variedad en variedad, así como si reciben un proceso adicional después de la cosecha, como un presecado.

Tabla 3.1 Caracterización química y nutricional.

Parámetro	Unidad	Harina Mashua ¹	Mashua ²	Maíz ³
Humedad	%	3,15	11,3	12,94
Grasa	%	0,95	4,61	3,25
Ceniza	%	4,72	4,81	1,74
Proteína	%	7,46	9,17	7,10
Calcio	%	0,07	0,006	0,03
Fósforo	%	0,30	0,32	0,22
Fibra Cruda	%	2,61	5,86	1,50
Sodio	%	0,10	0,04	0,01
Potasio	%	1,64	1,99	0,36
FDN	%	5,33		8,1
FDA	%	4,30		2,7
Cloruro	%	0,28		0,04
Magnesio	%	0,17	0,11	0,11
Cobre	ppm	9,55	9,00	4,00
Zinc	ppm	384,35	48,00	13,00
Manganeso	ppm	16,00	7,00	5,00
Hierro	ppm	134,45	42,00	27,00
Energía metabolizable ave	kcal/kg	3264,60		3250,00

¹Datos experimentales, 2009. Harina de Mashua. ²Espín *et al.*, 2004. Mashua en base seca. ³Maíz grado US#2. 2009 Utilizado en proceso.

En la Tabla 3.1, se observa que la harina de mashua presenta el menor contenido de humedad de 3,15% debido a las condiciones de secado a las cuales fue sometido durante el proceso de deshidratado.

El contenido de proteína de mashua (9,17%), descrita por Espín *et al.* (2004) es mayor a los datos de los análisis realizados (7,46%), pero cabe señalar que este valor es el promedio de un rango que depende de la variedad de mashua (7,22 – 13,99%).

El porcentaje de proteína en la harina de mashua, 7,46%, es mayor al valor que se reporta del maíz grado US#2, (7,10%), utilizado para las dietas, por lo que se estableció cierta ventaja nutricional sobre el maíz utilizado.

De los minerales descritos en la Tabla 3.1, se toman en cuenta: Ca, P y Na; ya que son los elementos que necesitan de manera esencial los pollos de engorde para su crecimiento. Estos valores son similares a los reportados por Espín *et al.* (2004), siendo la de notable diferencia el valor reportado para Na de (0,01%) con el valor de 0,10% de los análisis actualizados por el estudio. Los valores de estos elementos, son superiores a los ofrecidos por el maíz que se utiliza para la elaboración de los alimentos balanceados a escala industrial.

La Tabla 3.2 muestra 12 aminoácidos (AA), que en comparación con el maíz, se obtienen valores cercanos por lo que se define a la harina de mashua como ingrediente con posibilidades de sustitución.

Tabla 3.2 Contenido de aminoácidos.

Aminoácido	Unidad	Harina mashua ¹	Mashua ²	Maíz ³
Arginina	%	0,26		0,34
Cistina	%	0,13		0,16
Fenilalanina	%	0,29		0,33
Histidina	%	0,16	0,13	0,2
Isoleucina	%	0,3	0,10	0,23
Leucina	%	0,38	0,06	0,79
Lisina	%	0,31	0,03	0,22
Metionina+Cistina	%	0,23	0,12	0,34
Metionina	%	0,1		0,16
Tirosina	%	0,16		0,25
Treonina	%	0,25	0,07	0,26
Triptófano	%	0,07		0,06
Valina	%	0,4	0,11	0,34

¹Datos experimentales, 2009. Harina de Mashua. ²Espín *et al.*, 2004. Mashua en base seca. ³Maíz grado US#2. 2009, Utilizado en proceso.

Las deficiencias que presenta la harina de mashua en comparación con las que ofrece el maíz, pueden ser cubiertas por el contenido de AA de los demás ingredientes dentro del alimento balanceado. El análisis de laboratorio se expone en el Anexo XIV.

La matriz de comparación entre el maíz y la mashua de la cual se partió para la elaboración de los alimentos experimentales, se detalla en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3 Matriz de comparación de harina de mashua y maíz.

Componentes	Harina mashua¹, (%)	Maíz², (%)
Proteína Cruda	7,46	7,10
Extracto Etéreo	0,95	3,26
Fibra Cruda	2,61	1,50
Humedad	3,15	12,94
Ceniza	4,72	1,74
Calcio	0,07	0,04
Fósforo	0,30	0,22
Lisina	0,31	0,22
Metionina y Cistina	0,23	0,34
Treonina	0,25	0,26
Triptófano	0,07	0,06
Extracto libre de nitrógeno	81,11	73,46
Energía metabolizable, (kcal/kg)	3264,60	3250,00

¹Datos experimentales, 2009, ²Maíz, 2009, PRONACA.

La energía metabolizable (EM) de la harina de mashua fue de 3264,60 kcal/kg, similar al valor reportado para el maíz grado US#2 de 3250 kcal/kg. De acuerdo a este valor, se estableció a la harina de mashua como un insumo energético capaz de ser sustituto parcial del maíz en la dieta para pollos de engorde. El análisis de laboratorio se expone en el Anexo XV.

De acuerdo a los valores de extracto libre de nitrógeno (ELN) de la harina de mashua (81,11%) y (73,46%) del maíz, la energía que aporta la mashua proviene

principalmente de los carbohidratos, mientras que la energía del maíz es aportada por sus carbohidratos y aceites.

La harina de mashua presentó un color amarillo, similar al maíz, lo que evita el uso de carotenoides sintéticos para corregir el color del alimento como sucede cuando se utiliza harina de yuca

3.1.2 DIETAS EXPERIMENTALES

Las dietas experimentales utilizadas en el ensayo contienen la misma cantidad de ingredientes como se demuestra en la Tabla 2.2 de la sección 2.3.2.

La diferencia en cada tratamiento hace referencia al porcentaje de inclusión de harina de mashua sustituyendo a la cantidad de maíz. Los alimentos fueron analizados químicamente para determinar su composición nutricional, la cual se detalla a continuación en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4 Análisis proximal de las dietas experimentales.*

Alimento	Humedad	Grasa	Ceniza	Proteína	Fibra Cruda	Calcio	Fósforo
A (Control)	11,96	5,98	5,34	21,82	2,08	1,06	0,64
B (7.5%)	11,22	6,05	5,31	21,44	2,13	1,01	0,63
C (15%)	10,44	6,33	5,39	20,98	2,21	1,02	0,66
D (22.5%)	11,38	5,93	5,32	21,04	2,15	1,01	0,65
E (30%)	10,40	6,03	5,41	21,08	2,31	1,07	0,66

*Promedios expresados en porcentaje, n=2

3.2 PARÁMETROS PRODUCTIVOS

3.2.1 PESAJE SEMANAL

Los valores de los registros de pesos así como sus promedios por baterías, se detallan en los Anexos XVI, XVII, XVIII. Además, los promedios generales de los pesos semanales se detallan a continuación en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5 Pesos promedios semanales en gramos.*

Tratamiento	Recepción (g)	7 Días (g)	14 Días (g)	21 Días (g)
A (Control)	45	142 ^a	420 ^a	794 ^a
B (7.5%)	45	133 ^b	402 ^b	791 ^a
C (15%)	45	133 ^b	398 ^b	801 ^a
D (22.5%)	44	130 ^{bc}	379 ^c	691 ^c
E (30%)	44	126 ^c	367 ^d	710 ^b

^{a,b,c,d} Letras diferentes en la misma columna, demuestran diferencias significativas estadísticamente ($p < 0,05$)

*Promedio, n=300

El peso promedio de los pollitos a la recepción fue de 44,6 g, los mismos que fueron asignados a los tratamientos y repeticiones en las baterías experimentales.

Los pesos promedios a los 7 días de iniciado la crianza experimental, se muestra en la Figura 3.1. En ella se puede observar que los pollos triplicaron sus pesos; es decir pasaron de 45 a 142, 133 y 130 g, cuando fueron alimentados con el tratamiento control y los tratamientos con 7,5 y 15% de sustitución. Estadísticamente los tratamientos son homogéneos ($p \geq 0,05$).

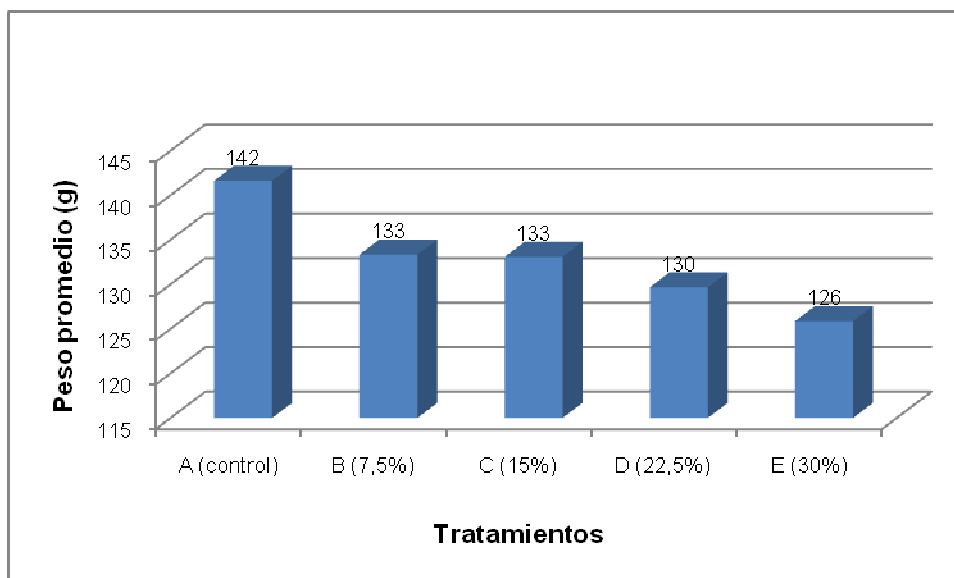


Figura 3.1. Peso promedio de los pollos a los 7 días de iniciada la crianza

Los pesos promedios a los 14 días de iniciada la crianza se muestran en la Figura 3.2. Los valores presentan un comportamiento similar a los pesos en el día 7.

Los tratamientos control y los de menor porcentaje de inclusión; 7,5 y 15% con 420, 402 y 398 g respectivamente, presentaron mejores pesos promedios que los tratamientos D y E. Estos tratamientos dieron resultados significativamente menores en proporción inversa al grado de sustitución, 22,5 y 30% respectivamente.

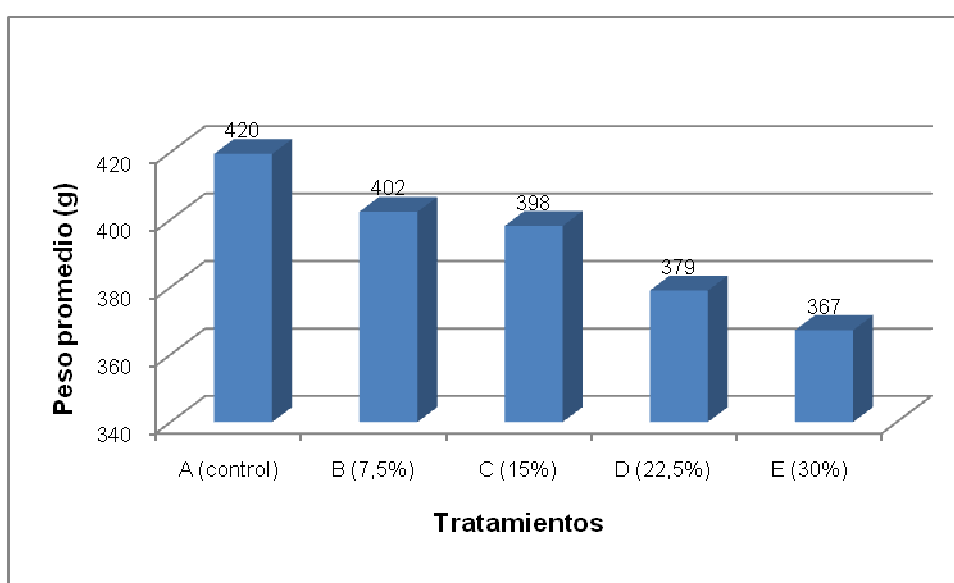


Figura 3.2. Peso promedio de los pollos a los 14 días de iniciada la crianza

La ganancia de peso de los pollos a partir del día 14 hasta el día 21 de finalización de ensayo, se mantuvo con la misma tendencia. Los tratamientos A, B y C continuaron siendo estadísticamente homogéneos ($p \geq 0,05$). Los resultados con los tratamientos D y E fueron significativamente menores al tratamiento control. Los pollos a los 21 días alcanzaron los pesos de: D: 691g y E: 710 g.

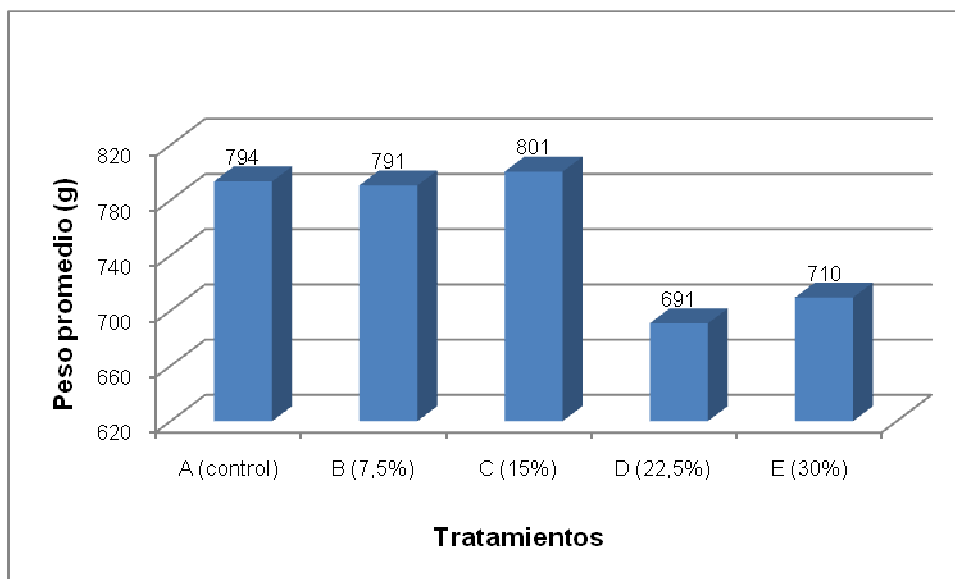


Figura 3.3. Peso promedio de los pollos a los 21 días de iniciada la crianza

Los resultados indican que la harina de mashua puede sustituir al maíz un 7,5% y 15%. La información obtenida es muy importante si se toma en cuenta que la mashua es una planta muy rústica que no exige cuidados en el cultivo, soporta temperaturas bajas, características de los páramos ecuatorianos y sus rendimientos por hectárea son muy satisfactorios.

El promedio de los pesos de los pollos de engorde durante toda la etapa de crecimiento, se resume en la Figura 3.4, en donde se observa que los resultados de los tratamientos A, B y C coinciden ($p \geq 0,05$), mientras que los tratamientos D y E, muestran una notable influencia de algún factor antinutricional que afecta al normal desarrollo y crecimiento de las aves.

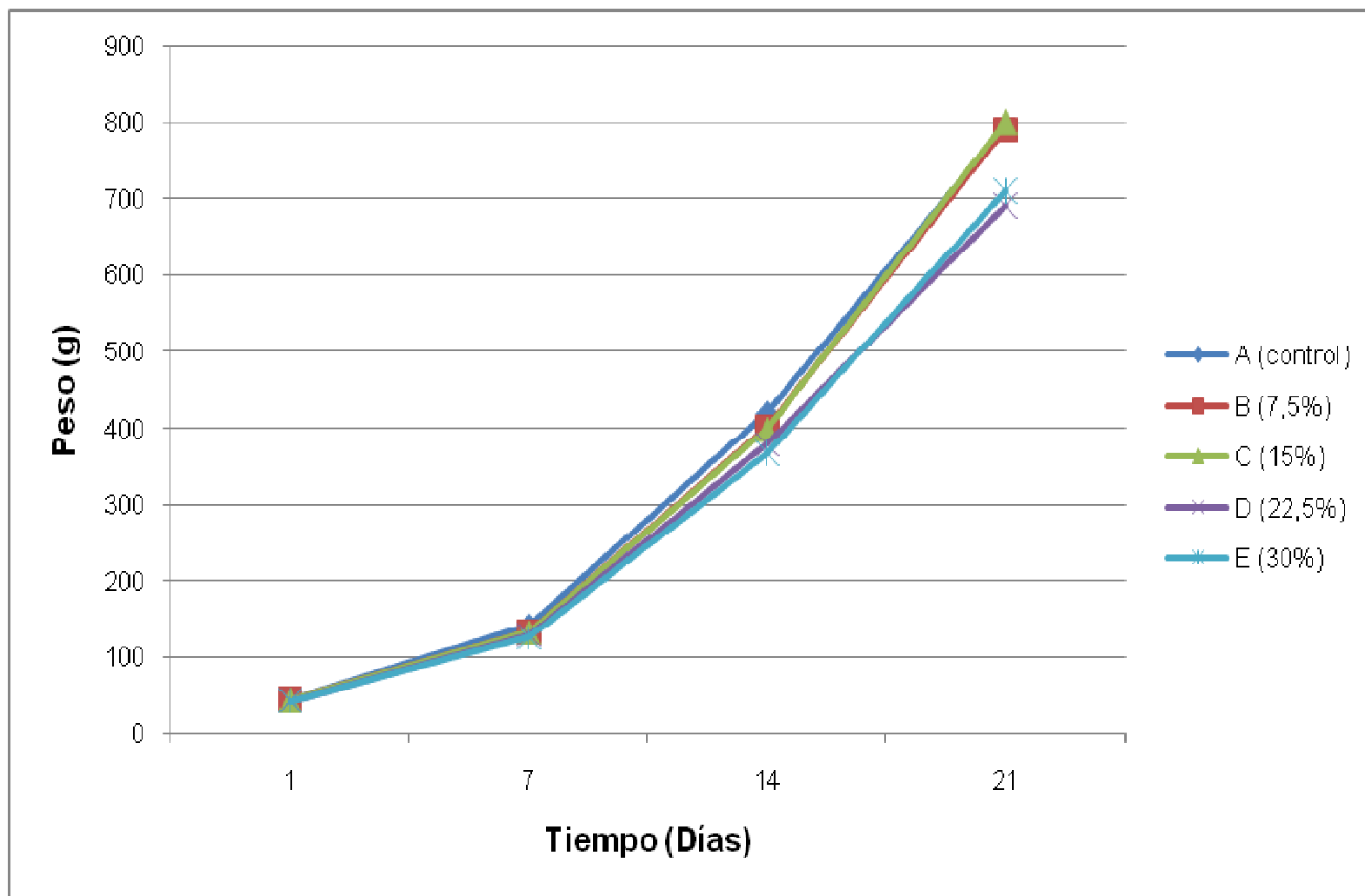


Figura 3.4. Pesos durante los 21 días de ensayo

3.2.2 PESAJE INDIVIDUAL

El pesaje individual se lo realizó el día 1, 11 y 21 de crianza a 300 pollos en el ensayo. Los días de medición fueron establecidos para obtener datos en el inicio, en la mitad y al final de la crianza. Los valores de cada batería se detallan en los Anexos XIX, XX y XXI. Los datos promedios se los muestran a continuación en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6 Pesos promedios individuales en gramos.

Tratamiento	1 Día (g)	11 Días (g)	21 Días (g)
A (Control)	45 ^a	271 ^a	793 ^a
B (7.5%)	45 ^a	262 ^b	790 ^a
C (15%)	45 ^a	260 ^b	770 ^b
D (22.5%)	44 ^a	244 ^c	716 ^c
E (30%)	44 ^a	234 ^d	723 ^c

^{a,b,c,d,e} Letras diferentes en la misma columna, demuestran diferencias significativas estadísticamente ($p < 0,05$); promedios \pm DE (n=300)

De acuerdo al resumen de pesos individuales que se muestran en la Tabla 3.6, la inclusión de harina de mashua tuvo un efecto negativo en el desempeño de las aves. Al utilizar la población completa en el ensayo, se consideran a los datos más específicos, y se corroboran los datos obtenidos en los pesajes semanales.

La disminución significativa en el peso de las aves se observa durante toda la crianza, asociando a este comportamiento, la posibilidad de la presencia de algún factor antinutricional que presenta la mashua. Con el incremento del nivel de inclusión de harina de mashua, se agudiza el efecto, afectando a la ganancia de peso, así como su ICA. La Figura 3.5, muestra el resumen de la crianza con pesos individuales tomados a todos los pollos los días 1, 11 y 21.

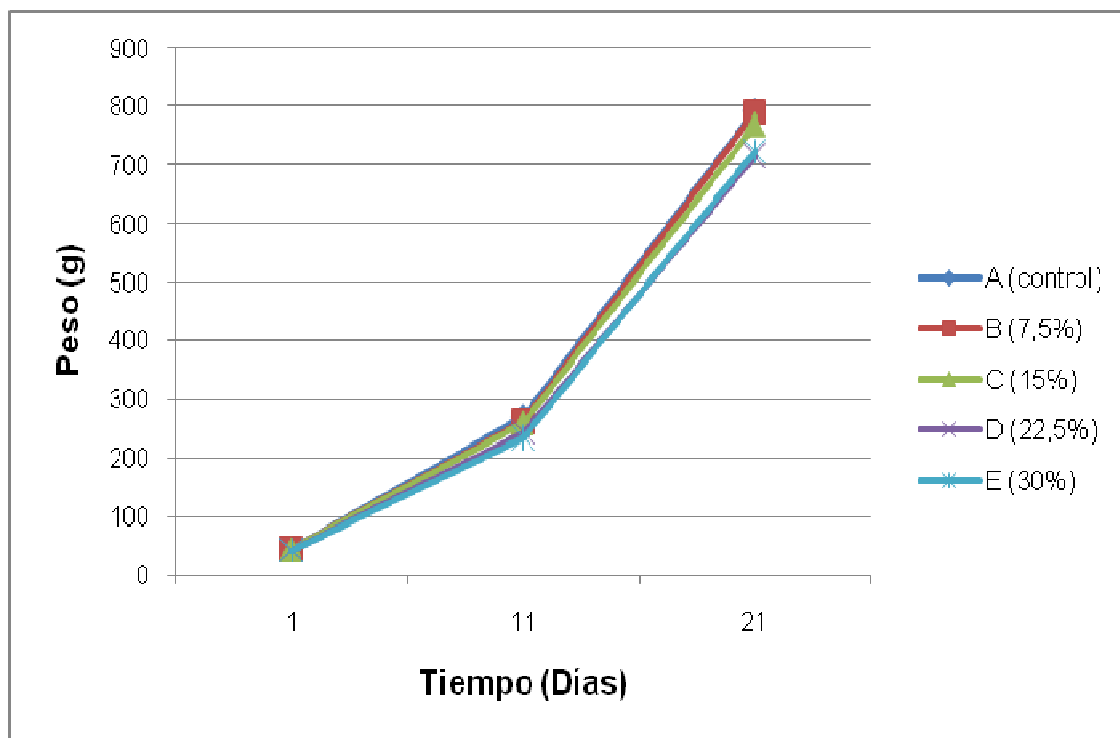


Figura 3.5. Pesos durante los 21 días de ensayo, pesaje individual

Los tratamientos con menor porcentaje de inclusión (B: 7.5% y C: 15%), presentan un valor muy similar con el tratamiento control. Mientras que los tratamientos D: 22,5% y E: 30% presentaron diferencia significativa con el grupo anteriormente descrito.

Los resultados de este ensayo presentan similitud con los obtenidos por Tewe y Egbunike (1992), donde reportaron valores de peso que disminuían inversamente proporcional al valor de inclusión de harina de yuca, tomando en cuenta el ácido cianhídrico como factor antinutricional.

3.2.3 GANANCIA DIARIA DE PESO

La ganancia diaria de peso al día 21 de crianza y su incremento se muestra en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7 Ganancia diaria de peso e Incremento de peso en gramos.*

Tratamiento	IP (g/ave)	GDP (g/ave/día)
A (Control)	748	35,63
B (7.5%)	745	35,50
C (15%)	725	34,54
D (22.5%)	670	31,90
E (30%)	667	31,76

*Valor promedio \pm DE (n=300)

Los resultados que se observan en la Tabla 3.7, muestran el efecto negativo de la inclusión de harina de mashua en las dietas. Los valores de IP disminuyen a mayor nivel de inclusión entre los tratamientos. Siendo el más alto peso en las aves del tratamiento A (control), 748 gramos por ave y el menor peso en el tratamiento con mayor porcentaje de reemplazo de harina de mashua, D (30%), 667 gramos por ave.

Sin embargo, los valores de GDP de los tratamientos: A (control), B (7.5%), y C (15%), no presentan diferencias significativas entre sí. Esto quiere decir que durante la crianza, la GDP fue similar entre los tratamientos con los menores porcentajes de inclusión, a diferencia de los tratamientos con los mayores porcentajes de harina de mashua en la dieta.

Los tratamientos: D (22,5%) y E (30%), presenta diferencia significativa, en comparación con el grupo de tratamientos ya descritos.

3.2.4 CONSUMO DE ALIMENTO

Los datos correspondientes al consumo de alimento por tratamiento durante la crianza de 21 días, se muestran en los Anexos XXII, XXIII y XXIV. Los promedios de consumo individual por tratamiento se muestran en la Tabla 3.8.

Tabla 3.8 Consumo individual a los 21 días de edad de las aves.

Tratamiento	n	Consumo Individual*
A (Control)	55	0,999
B (7.5%)	57	0,992
C (15%)	55	1,006
D (22.5%)	56	0,978
E (30%)	55	0,967

*Expresado en (g/ave), promedios \pm DE; ($p \geq 0,05$)

La sustitución energética de la harina de mashua por el maíz, no afectó el consumo de alimento en los diferentes niveles evaluados. Sin embargo, la ganancia de peso durante el ensayo se notó afectada, presumiblemente por factores antinutricionales que contenga la harina de mashua.

Se puede descartar a los isotiocianatos que causan el sabor amargo y picante en la harina de mashua por no encontrarse diferencias significativas ($p \geq 0,05$) en el consumo, así como la posibilidad de que esta característica astringente haya sido enmascarada por el resto de ingredientes en cada alimento.

3.2.5 ÍNDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Los índices de conversión alimenticia se detallan la Tabla 3.9.

Tabla 3.9 Índice de conversión alimenticia a los 21 días de edad de las aves

Tratamiento	ICA
A (Control)	1,25
B (7.5%)	1,25
C (15%)	1,30
D (22.5%)	1,37
E (30%)	1,33

Promedios \pm DE; ($p \geq 0,05$)

No hubo diferencia significativa ($p \geq 0.05$) en la conversión alimenticia de las aves con la dieta experimental pero se continúa deteriorando con el incremento del porcentaje de inclusión de la harina de mashua en reemplazo de maíz.

Tewe y Egbunike (1992), en su investigación de harina de yuca en reemplazo de maíz en dietas para pollos de engorde, reportaron valores similares en la primera fase de crianza hasta los 21 días de edad: (0%: 2.2), (7.5%: 2.2), (11.5%: 2.3), (22.5%: 3.5), (30%: 2.6). En estos resultados muestra que el menor valor de inclusión es similar al tratamiento control, similar que en el reemplazo de harina de mashua por maíz: A (control): 1.25 y B (7.5%): 1.25. Además existe un ligero aumento en el tratamiento C (15%), aumento mayor en el tratamiento D (22.5%) y una disminución de su valor en el último tratamiento E (30%) de inclusión en los 2 experimentos.

Cabe recalcar que Tewe y Egbunike (1992), tomaron en cuenta el factor antinutricional que presenta la yuca, el cual se podría comparar con la mashua por poseer un efecto similar por el contenido de ácido cianhídrico.

3.2.6 MORTALIDAD

Los registros de mortalidad de las 3 unidades experimentales se encuentran detallados en los Anexos XXV, XXVI y XXVII. Además, la Tabla 3.10, muestra los porcentajes de mortalidad por cada tratamiento durante la crianza.

Tabla 3.10 Porcentaje de mortalidad de cada tratamiento

Tratamiento	Mortalidad (%)
A (Control)	8,33
B (7.5%)	5,00
C (15%)	8,33
D (22.5%)	6,70
E (30%)	8,33

*Expresado en porcentaje (%), n=60

No existió diferencia significativa entre los tratamientos además los factores de muerte reportados son considerados naturales, dentro de la crianza sin reportarse causas fuera de lo común en una crianza en baterías

Las causas de mortalidad fueron: muerte súbita, congestión, ascitis, descarte, atrapados.

3.2.7 RELACIÓN INTESTINAL

Se planteó un pesaje de los órganos para determinar alguna diferencia significativa entre tratamientos debido a que por posibles factores antinutricionales, implica cambios relativos en el peso de los órganos. Estos registros se encuentran en el Anexo XXVIII.

En la Tabla 3.11 se muestran los valores promedios obtenidos en el pesaje de órganos internos en relación con el peso final de las aves después del sacrificio.

Tabla 3.11 Valores promedios generales de órganos en relación al peso final.*

Tratamiento	Peso ave ¹	Pechuga ²	Molleja ³	Hígado ⁴	Intestinos ⁵
A (Control)	888	0,20	0,03	0,03	0,07
B (7.5%)	857	0,20	0,03	0,03	0,06
C (15%)	818	0,20	0,03	0,03	0,06
D (22.5%)	761	0,20	0,03	0,03	0,06
E (30%)	770	0,20	0,03	0,03	0,06

*Valores expresados en gramos (g), ($p \geq 0,05$)

¹²³⁴⁵Valores promedios \pm DE (n=10)

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos al evaluar el peso de los órganos con relación al peso corporal final de las aves. Lo que indicaría que la harina de mashua, independientemente del porcentaje de inclusión en la dieta, no afecta el tamaño de los órganos anteriormente descritos.

3.2.8 DIAGNÓSTICO HISTOPATOLÓGICO

Siguiendo con la medición experimental anterior, se realizó un diagnóstico histopatológico en muestras de hígados y riñones de los tratamientos A (control), C (15%) y D (30%). El diagnóstico se presenta en el Anexo XXIX.

Los resultados mostraron que los cambios que tuvieron los hígados son compatibles con procesos degenerativos hepáticos de naturaleza metabólica sin encontrarse mayor diferencia entre tratamientos. Y que los procesos inflamatorios y proliferativos en región periportal, no tienen origen establecido en las muestras evaluadas.

Al no encontrarse diferencia entre tratamientos debido a lesiones histopatológicas, se presume que los factores antinutricionales descritos en la sección 1.4.4, afectaron a otros órganos como al intestino delgado en su zona superior. Posiblemente aumentando la viscosidad en la digesta, lo que reduce la digestibilidad de los nutrientes y su absorción. Los taninos producen interferencia en la biodisponibilidad de macro y micronutrientes y el contenido de ácido cianhídrico (HCN) puede resultar tóxico para las aves.

3.3 VALOR NUTRICIONAL

Al finalizar el ensayo de valoración de parámetros productivos, se procedió a aumentar un día más a la crianza para realizar un ensayo de digestibilidad, el cual consiste en recoger las excretas de las aves de un día de vida separadas por tratamiento, secarlas y realizar un análisis químico para determinar los porcentajes de sus componentes. Con estos datos y los obtenidos del análisis de composición química de cada alimento, se obtiene los niveles de aprovechamiento de los nutrientes.

En la Tabla 3.12, se detalla la composición química promedio de las muestras de las excretas de las aves.

Tabla 3.12 Composición química de las excretas por tratamiento*

Tratamiento	Humedad (%)	Grasa (%)	Proteína (%)
A (Control)	5,82	3,93	27,12
B (7.5%)	5,90	3,86	24,02
C (15%)	5,59	3,72	24,65
D (22.5%)	7,61	3,55	26,34
E (30%)	8,71	4,29	23,48

*Valor promedio \pm DE (n=4)

La Tabla 3.12 muestra el valor de proteína y grasa que contienen las excretas por cada tratamiento. Estos datos son comparados con los valores reportados de proteína y grasa de la dieta experimental para determinar el porcentaje de digestibilidad que ha tenido cada alimento suministrado a las aves durante la crianza.

Los datos del balance de retención de proteína y grasa se encuentran detallados en el Anexo XXX y XXXI.

A continuación en la Tabla 3.13, se presentan los promedios generales en la matriz de comparación para determinar la absorción de los nutrientes analizados.

Tabla 3.13 Coeficiente de digestibilidad de grasa y proteína*

Tratamiento	Coeficiente de digestibilidad	
	Grasa	Proteína
A Control	89,74%	75,01%
B 7,5 %	89,41%	76,54%
C 15 %	87,71%	74,96%
D 22,5 %	89,30%	74,65%
E 30 %	88,51%	78,23%

*Valor promedio \pm DE (n=4)

El análisis estadístico de los datos que se presentan en los Anexos XXVIII y XXIX, arrojan los promedios de la Tabla 3.13. No presentan diferencias significativas entre tratamientos. La proteína es asimilada en un 75% en la dieta y la grasa en un 87%, ofrecida a todas las aves, independientemente del porcentaje de inclusión de harina de mashua.

El porcentaje de absorción de proteína indica que la proteína contenida en la dieta y que es proporcionada por la mashua es absorbible, pero podría ser no asimilable por algún tipo de factor antinutricional que no permite que pueda ser convertido en tejido muscular.

Dentro de las observaciones de campo, se pudo evidenciar durante la crianza, mayor cantidad de excretas en los tratamientos con mayores niveles de inclusión. Siendo el tratamiento A (control) el de menor cantidad de excretas en las bandejas recolectoras, mientras que en el tratamiento E (30%) se observó mayor cantidad de excretas y mayor humedad que el tratamiento control.

El porcentaje de humedad y la cantidad de las excretas también fue directamente proporcional a los porcentajes de inclusión de harina de mashua en los tratamientos. Debido a la característica áspera y astringente que presentan los taninos al ligarse con las proteínas salivares, se presume el consumo de agua y a su vez la humedad en las excretas. Además, la mashua contiene isotiocianatos conocidos por sus propiedades diuréticas.

Al no presentar diferencia significativa ($p \geq 0,05$) en consumo de alimento, se podría especular de un factor antinutricional asociado a la mashua, por su contenido de cianuros, lo cual representa un nivel de toxicidad, lo que podría afectar al desarrollo de tejido muscular, o por la presencia de taninos en la variedad de mashua utilizada, que pudo haber interferido en la biodisponibilidad de macro y micronutrientes.

3.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

El experimento llevado a cabo tuvo el propósito de determinar si la harina de mashua puede sustituir al maíz en las dietas para pollos de engorde, tanto nutricional como económicamente. Por lo que se realizó un ejercicio de impacto económico para determinar el aumento del costo de la fórmula al no obtener ningún beneficio significativo. Se aplicó el método de análisis económico basado en los presupuestos parciales. El mismo que se basa en la evaluación del costo de los materiales (insumos relevantes) que variaron de un tratamiento a otro, cuyo impacto se ve reflejado en las ganancias totales (CIMMYT, 1988).

El sobrecosto se debe principalmente al costo en el secado del tubérculo para obtener la harina, debido al alto porcentaje de humedad que presenta la mashua.

Debido a que no existe información en el Ecuador del precio de la harina de mashua, se utilizó valores referenciales experimentales para la mashua fresca así como el valor del secado de la tonelada de un insumo que presenta similar porcentaje de humedad.

La Cooperación Técnica Alemana (GTZ), facilitó la mashua fresca a un valor de 12 dólares el quintal de aproximadamente 40 kg, proveniente de la provincia de Tungurahua.

El secado de un insumo con similar contenido de humedad (85%), está estimado en un valor de 100 dólares. Obteniendo el 15% de materia seca (Kalinowski, 2009).

Para obtener una tonelada de materia seca de harina de mashua se estima un valor de 1700 dólares más 100 dólares del costo del secado.

La tonelada de harina de mashua tendría un valor de 1800 dólares. Por lo tanto un kilo de harina se encuentra valorado en 1,80 dólares.

Los precios establecidos para la tonelada de alimento experimental se detallan en la Tabla 3.14 a continuación.

Tabla 3.14 Precio estimado para la tonelada de alimento

Alimento	Precio¹	KHM²	PHM³	TPH⁴	PTT⁵	Pkg⁶
A (Control)	433,31	0	1,8	0	433,31	0,43
B (7.5%)	377,96	75	1,8	135	512,96	0,51
C (15%)	326,50	150	1,8	270	596,50	0,60
D (22.5%)	278,43	225	1,8	405	683,43	0,68
E (30%)	236,76	300	1,8	540	776,76	0,78

¹ Precio alimento por tonelada con disminución de maíz de acuerdo al porcentaje de inclusión (usd/ton)

² Porcentaje de inclusión expresada en kilogramos de harina de mashua por tonelada (KHM) (kg/ton)

³ Precio kilogramo de harina de mashua (PHM) (usd/kg)

⁴ Total precio de harina (TPH), correspondiente al porcentaje de inclusión (usd)

⁵ Precio total del alimento experimental por tonelada (PTT) (usd/ton)

⁶ Precio kilogramo de dieta experimental (Pkg) (usd/kg)

Los valores del precio de la tonelada de alimento en la primera columna, son decrecientes, debido a que disminuye el porcentaje de maíz para la posterior inclusión de harina de mashua.

El precio de la tonelada de alimento con el nivel de inclusión es creciente hasta su porcentaje más alto. Al realizar el ejercicio de impacto económico, se determina el aumento en porcentaje que provoca el uso de harina de mashua en los niveles de inclusión en la dieta para pollos de engorde. Los datos se muestran en la Tabla 3.15.

Tabla 3.15 Aumento en la fórmula al sustituir harina de mashua por maíz

Alimento	Precio¹	Diferencia²	Porcentaje³
A (Control)	433,31	0,00	0,00
B (7.5%)	512,96	79,65	18,38
C (15%)	596,50	163,19	37,66
D (22.5%)	683,43	250,12	57,72
E (30%)	776,76	343,45	79,26

¹ Expresado en (usd/ton)

² Diferencia expresado en usd

³ Expresado en porcentaje (%)

La Tabla 3.15 presenta el porcentaje de aumento entre cada tratamiento, tomando como referencia al tratamiento A (control) que presenta 100% maíz y 0 % de harina de mashua. El alimento B: 7,5% de inclusión de harina de mashua, aumenta 18% el precio al alimento experimental, el alimento C: 15%, aumenta 38%, el alimento D: 22,5%, aumenta 58% y el alimento E: 30%, aumenta el 79% aproximadamente el precio del alimento.

Mediante el método de los presupuestos parciales, se analizaron los cambios en el margen neto y en los costos que varían de un tratamiento a otro. Además se evalúa la mejor alternativa y se propone una recomendación para mejorar la productividad. Se siguió el esquema de la Figura 2.2, en la sección 2.4.

En la Tabla 3.16, se muestra la cantidad y los costos relacionados que varían de un tratamiento a otro.

Tabla 3.16 Estimación de los costos que varían de acuerdo al tratamiento

Insumo	P.M	C.T.A	P.C	A		B		C		D		E	
	usd/kg	usd/kg	usd/kg	Cant	CV	Cant	CV	Cant	CV	Cant	CV	Cant	CV
Maíz	0,35	0,05	0,40	45,42	18,17	38,85	15,54	32,28	12,91	24,96	9,98	17,78	7,11
Hna Mashua	1,80	0,10	1,90	0,00	0,00	6,75	12,83	13,50	25,65	20,25	38,48	27,00	51,30
Aceite palma	0,30	0,05	0,35	3,33	1,17	3,33	1,17	3,33	1,17	3,60	1,26	3,60	1,26
Pasta Soya	0,58	0,05	0,63	31,78	20,02	31,93	20,12	32,07	20,20	32,74	20,63	32,30	20,35
Aditivos	0,91	0,05	0,96	3,86	3,70	3,84	3,70	3,80	3,66	3,98	3,59	3,94	3,58
Total cantidad				90,00		90,00		90,00		90,00		90,00	
	usd/lt	usd/lt	usd/lt										
Agua	0,00	0,01	0,01	180,00	1,80	180,00	1,80	180,00	1,80	180,00	1,80	180,00	1,80
	usd/unid	usd/unid	usd/unid										
Equipos	usd/unid	usd/unid	usd/unid										
Mezcladora	3,00	0,03	3,03	1,00	3,03	1,00	3,03	1,00	3,03	1,00	3,03	1,00	3,03
Balanza	3,00	0,03	3,03	1,00	3,03	1,00	3,03	1,00	3,03	1,00	3,03	1,00	3,03
	usd/jornal	usd/jornal	usd/jornal										
Mano de obra	7,00	0,00	7,00	1,00	7,00	1,00	7,00	1,00	7,00	1,00	7,00	1,00	7,00
T.C.V (usd/unid)					59,04		69,27		79,46		89,69		99,54

P.M: Precio de mercado. C.T.A: Costo de transporte y almacenamiento. P.C: Precio de campo. Cant: Cantidad. CV: Costo que varía. T.C.V: Total costos que varían.

Los insumos relevantes, fueron aquellos que estuvieron vinculados en la elaboración y formulación de las dietas experimentales, así como en su alimentación durante la crianza.

Para determinar la cantidad de agua se hizo referencia a la relación 2:1 entre agua y alimento consumido, la cual indica que los pollos beben el doble de lo que comen (Leeson y Summers, 1991).

Los equipos y la mano de obra, se utilizaron al momento de la preparación de las dietas experimentales y durante la crianza, debido a que se necesitó preparar más alimento.

La tabla 3.16, indica que los costos que varían, incrementaron de acuerdo a la inclusión de harina de mashua. El tratamiento con mayor costo que varía es el que mayor porcentaje de inclusión de harina de mashua posee (E: 30%).

Se consideró el precio de 0,75 usd la libra de pollo en pie. La Tabla 3.17, muestra la determinación del precio de campo del producto con base en el precio del mercado.

Tabla 3.17 Estimación del precio de mercado del producto

Proceso	Costo unitario¹	Precio producto mercado²	Precio campo³	Precio campo⁴
Transporte	0,03	0,00	0,00	
Total	0,03	0,75	0,72	1,58

^{1,23} usd/lb, ⁴ usd/kg.

El precio de campo resulta de la resta del costo unitario del transporte al precio del producto en el mercado. El precio del mercado se fijó de acuerdo a los comercializadores de pollos en pie del sector de Puembo.

En la Tabla 3.18, se detalla el presupuesto parcial para el experimento.

Tabla 3.18 Análisis del presupuesto parcial para la evaluación de la harina de mashua en dietas para pollos de engorde

	A (Control)	B (7,5%)	C (15%)	D (22.5%)	E (30%)
Rendimiento medio ¹	794	791	801	691	710
Total aves final	55	58	55	56	55
Rendimiento ajustado ²	39,30	41,29	39,65	34,83	35,15
Beneficios brutos de campo ³	62,09	65,24	62,65	55,03	55,54
Total costos que varían ⁴	59,04	69,27	79,46	89,69	99,54
Beneficios netos ⁵	3,05	-4,03	-16,81	-34,66	-44,00

¹(g/ave), ²(kg), ^{3,4,5}(usd).

El rendimiento medio corresponde al promedio de peso a los 21 días del experimento. El total de aves final está determinado por el número inicial de aves por tratamiento menos el número de aves muertas. Para obtener el rendimiento ajustado se multiplica el rendimiento medio en kilogramos por el total de aves al final del ensayo con una tasa al 10%, con la finalidad de reflejar la diferencia entre valores experimentales y situación real de producción. Además los beneficios brutos resultaron de la multiplicación del rendimiento ajustado por el precio de campo.

En la Tabla 3.19, se ordenan los tratamientos conforme se incrementan los costos que varían y se realiza el análisis de dominancia para determinar el mejor tratamiento.

Tabla 3.19 Análisis de dominancia y determinación de mejor tratamiento*

Tratamiento	Total costos que varían	Beneficios netos	Análisis de dominancia	
A (Control)	59,04	3,05	No dominado	
B (7.5%)	69,27	-4,03	De A a B	Dominado
C (15%)	79,46	-16,81	De A a C	Dominado
D (22.5%)	89,69	-34,66	De A a D	Dominado
E (30%)	99,54	-44,00	De A a E	Dominado

*cantidades expresadas en usd.

En el análisis de dominancia expresada en la Tabla 3.19, se ratifica los resultados del análisis del impacto económico que genera el uso de la harina de mashua como sustituto de maíz en dieta de pollos de engorde.

Se determina que el mejor tratamiento en cuanto a beneficios económicos es el tratamiento control sin porcentaje de inclusión de harina de mashua. Los costos que varían son los más bajos, obteniendo el mayor beneficio neto. Los tratamientos dominados no se tomaron en cuenta como posibles estrategias de aplicación. Posteriormente, no se realizó el cálculo de la tasa de retorno marginal por no encontrarse al menos dos tratamientos no dominados.

Finalmente, se indica que los resultados obtenidos mediante el método de presupuestos parciales, no necesariamente estuvo en concordancia con los análisis estadísticos que se determinaron para los parámetros productivos.

Es decir, el análisis económico determinó al tratamiento A (control) como la mejor dieta por presentar los menores costos de variación (59,04 usd) y reportar beneficios netos positivos (3,05 usd). Y, los resultados en los parámetros productivos durante la crianza determinaron a los tratamientos: B (7,5%) y C (15%), como potenciales niveles de inclusión de harina de mashua en reemplazo de maíz en las dietas para pollos de engorde.

Reportaron valores favorables en el peso promedio a los 21 días de crianza de 790 y 770 g respectivamente, siendo estadísticamente homogéneos con el tratamiento control y superior a los tratamientos D y E (716 y 723 g) con mayores niveles de inclusión de harina de mashua. Además, los valores de conversión alimenticia, consumo, mortalidad, y relación intestinal no presentaron diferencia significativa ($p \geq 0,05$) entre tratamientos.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- La caracterización química y nutricional por medio de análisis de laboratorio determinaron que la harina de mashua como materia prima puede emplearse para alimentos balanceados para pollos de engorde.
- El contenido de energía metabolizable (3264,60 kcal/kg), y el contenido de proteína de 7,46%, mostró que puede utilizarse como sustituto del maíz o por otro ingrediente energético en la dieta de las aves. Sin embargo, se pudo evidenciar la presencia de factores antinutricionales que afectan al normal desempeño durante la crianza. Cabe señalar que los valores difieren por la variedad de mashua utilizada.
- El nivel de inclusión de harina de mashua en dietas avícolas, depende de los procesos utilizados para disminuir el contenido de ácido cianhídrico presente en el tubérculo, además del proceso para la obtención de la harina.
- El nivel satisfactorio utilizado en esta investigación fue 7,5 a 15% en reemplazo de maíz. El aumento en los porcentajes de inclusión van afectando el rendimiento en la ganancia de peso y conversión alimenticia en pollos de engorde.
- El diagnóstico histopatológico determinó que el hígado y el riñón de las aves en el experimento, no se vieron afectados por el nivel de inclusión de harina de mashua en la dieta, siendo el porcentaje de inclusión más alto de 30%.
- Cuando el maíz es sustituido por harina de mashua, no presenta problemas por color de alimento, como en el caso de sustitución por alimentos de yuca, en los cuales se pueden corregir con el uso de carotenoides sintéticos.

- Los pesos promedios de los órganos internos (pechuga, hígado, intestinos, molleja), obtenidos en relación al peso final de las aves, no presentaron diferencia significativa entre tratamientos.
- El sabor característico de la harina de mashua pudo haber sido enmascarado en los niveles de inclusión, y al no existir diferencia significativa en el consumo, se presume que el alimento no presentó cambios en las características organolépticas del alimento.
- Cuando la harina de mashua es usada en dietas para pollos de engorde, deben tomarse en consideración factores como el contenido de ácido cianhídrico (HCN), así como la presencia de taninos condensados en las variedades de mashua, ya que el nivel de cianuros puede resultar tóxico para las aves, además de la interferencia en la biodisponibilidad de macro y micronutrientes debido a los taninos.

4.2 RECOMENDACIONES

- El estudio se realizó con mashua recién cosecha y sin proceso adicional. Lo que permitirá realizar investigaciones de harina de mashua con procesos de exposición al sol después de la cosecha para mejorar sus cualidades físico químicas y organolépticas.
- Procesos adicionales a la mashua como cocción en abundante agua, así como exposición al sol para sintetizar los almidones en azúcares, disminuiría el contenido de factores antinutricionales como el contenido de ácido cianhídrico y los taninos condensados, los cuales afectan notablemente al crecimiento de las aves.
- Es primordial que se plantee nuevos métodos de secado, tanto en el mismo lugar del cultivo, así como el secado final para la obtención de la harina de mashua. Utilizando procedimientos que disminuyan los costos de secado por tratarse de un tubérculo con alto porcentaje de humedad.
- Incentivar la investigación de la mashua como materia prima para el desarrollo de biocombustibles, así como otras formas de conservación y uso como el ensilaje. Proyectos que aportarían con el valor agregado a los tubérculos que han sido desplazados por la erosión genética e incentivando a proponer a la mashua dentro del marco de la seguridad alimentaria.
- Las raíces y tubérculos andinos son nutricionalmente importantes y con gran expectativa de producción a nivel mundial. Su tendencia es a aumentar su consumo en los países desarrollados. Por tal razón es necesario desarrollar políticas e implementar investigación para la tecnificación poscosecha, así como darle valor agregado a sus productos y hacer mayor su inclusión en el tema de seguridad alimentaria.

- Es imprescindible que se obtengan valores nutritivos exactos de formulación de raciones con harina de mashua para compensar las deficiencias y aprovechar sus ventajas nutricionales y energéticas.
- El porcentaje de inclusión de harina de mashua recomendada para un alimento balanceado animal, sería la oportunidad para contar con la participación de instituciones del estado que organicen, capaciten y apoyen al desarrollo de proyectos agroindustriales con el uso de raíces y tubérculos andinos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta-Solís, M., 1980, "Tubérculos, raíces y rizomas cultivados en el Ecuador", En: II Congreso Internacional de Cultivos Andinos, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ingeniería Agronómica, Riobamba-Ecuador, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, OEA, pp. 175-214.
2. Alvarez, G., y Merino, J., 2009, "Informe final del ensayo de mashua en la comunidad de Llangahua", Dirección de Transferencia, Unidad de Transferencia Tungurahua – INIAP, Ambato – Ecuador, pp. 4, 6.
3. Arbizu, C., y Tapia, M., 1992, "Tubérculos Andinos", Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492, Roma, FAO – Producción y protección vegetal, N. 26, pp. 147, 161.
4. Barbados, J., 2004, "Cría de aves, gallinas ponedoras y pollos parrilleros, Microemprendimientos", Buenos Aires, Albatros, pp. 34.
5. Brufau, J., Pérez-Vendrell, A., y Francesch, M., 1994, "Papel de la fibra en la alimentación avícola", Simposio de avicultura, Pamplona, Sección Española de la Asociación Mundial de Avicultura Científica, pp. 125, 130.
6. Barrera, V., Espinosa, P., Tapia, C., Monteros, A. y Valverde, F., 2004, "Capítulo I: Caracterización de las Raíces y los Tubérculos Andinos en la ecoregión andina del Ecuador", Serie: Conservación y uso de la Biodiversidad de Raíces y tubérculos Andinos; Una década de investigación para el desarrollo (1993 – 2003), N°4, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Quito, Ecuador – Lima, Perú, pp. 10.

7. Butler, L., y Bos, K., 1993, "Analysis and characterizations of tannins in faba beans, cereals and other seeds", Journal food science, pp. 81, 89.
8. Cárdenas, M., 1969, "Manual de plantas económicas de Bolivia", Imprenta Icthus, Cochabamba, Bolivia, pp. 65 - 67.
9. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), 1988, "La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica", Edición revisada, México D.F., pp. 1-76.
10. Chaves, D., 2006, "Valoración energética del maíz en dieta de aves", <http://www.amevea-ecuador.org/datos/ValoracionEnergeticaMaizAves.pdf> (Diciembre, 2009).
11. CIENCIAHOY, 2001, "Las especies tuberosas andinas", <http://www.Cienciahoj.org/hoy42/ahipa3.htm> (Julio, 2009).
12. Cifuentes, R., y Gil, C., 2008, "Estudio de pre – factibilidad técnico financiero de la industrialización de la oca para la obtención de hojuelas y harina para su transferencia a la organización Turujta Cantón Pedro Vicente Maldonado, Provincia de Pichincha", Tesis, Ingeniero Agroindustrial, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Escuela Politécnica Nacional, pp. 62, 63.
13. CIP, 2009, "Cultivos de los Incas – Tubérculos; Mashua", http://www.peruecologico.com.pe/tub_mashua.htm (Julio, 2009).
14. CIT – Arequipa, Perú, 2006, "Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón)", http://www.inia.gob.pe/boletin/BCIT/boletin0002/cultivo_arequipa.htm, (Julio, 2009).

15. Coello, C., 2000, "Los taninos en la alimentación de las aves comerciales", *Ciencia Animal Brasileira*, Vol. 1, No 1, <http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/viewArticle/242>, (Enero, 2010).
16. Dale, N., 1992, "True metabolizable energy of feather meal", Department of Poultry Science, The University of Georgia, Athens, GA 30602, pp. 332-333.
17. Dale, N., y García, M., 1999, "Cassava root meal for poultry", *Applied poultry science, Inc.*, pp.132-137.
18. Espín, S., Villacrés, E., y Brito, B., 2004, "Capítulo IV: Caracterización Físico – Química, Nutricional y Funcional de Raíces y Tubérculos Andinos", Serie: Conservación y uso de la Biodiversidad de Raíces y tubérculos Andinos; Una década de investigación para el desarrollo (1993 – 2003), Nº4. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Quito, Ecuador – Lima, Perú, pp. 91, 116.
19. Espinosa, P., Abad, J., y Vaca, R., 1994, "Diagnóstico de las limitantes de producción y consumo de las raíces y tubérculos andinos en Ecuador", Quito, Ecuador, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), (Anexos del Informe del proyecto: Biodiversidad de las Raíces y Tubérculos Andinos en Ecuador), pp. 1, 5.
20. Estrella, E., 1986, "El Plan de América; Etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador", Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, pp. 136-138.
21. Fairlie, T., Morales, M., y Holle, M., 1999, "Raíces y tubérculos Andinos, Avances de Investigación", Tomo I, 1era. Edición, Lima-Perú, pp. 229,231.

22. González, A., Romero, M., y De Basilio, V., 1997, "Utilización de la harina de raíz de batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) Como fuente energética en dietas para pollos de engorde", Universidad Central de Venezuela, Facultad de agronomía, Instituto de producción animal, Maracay, Aragua – Venezuela.
23. Grau, A., Ortega, R., Nieto, C., y Hermann, M., 2003, "Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav.), Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops", International Potato Center, Lima, Peru/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, p. 25.
24. Hermann, M., 1992, "Andean Roots and Tubers: Research Priorities for a Neglected Food Resource", International Potato Center, Lima, Peru, pp. 17-24.
25. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, 1989, "Informe Técnico Anual: Caracterizaciones de varias colecciones de Germoplasma", Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Cultivos Andinos Quito, Ecuador, p.26.
26. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, 1996, "Informe Técnico Anual: Adaptación del método de análisis y evaluación del contenido de cianuros en mashua", Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Nutrición y Calidad, Quito Ecuador, pp. 30-34.
27. Johns, T., Kitts, W., Newsome, F., y Towers, G., 1982, "Anti-reproductive and other medicinal effects of *Tropaeolum tuberosum*" <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7057655> (Agosto, 2008).
28. Kalinowski, A., 2009, comunicación personal.
29. Kjær, A., Øgaard, M., y Maeda, Y., 1978, "Seed volatiles within the family Tropaeolaceae", *Phytochemistry* 17, pp. 1285–1287.

30. Leeson, S., y Summers, J., 2001, "Nutrition of the Chicken", 4th Edition, Published by University Books, Department of Animal & Poultry Science, University of Guelph, Ontario Canada, pp 39.
31. Leeson, S. y Summers, J., 1991, "Commercial poultry nutrition", Published by University Books, Department of Animal & Poultry Science, University of Guelph, Ontario Canada, pp 54.
32. López, J., 2001, "Evaluación de factores antinutricionales en raíces y tubérculos andinos", Disertación previa a la obtención del título de Licenciado en Ciencias Químicas especialidad Química Analítica, PUCE, Quito, Ecuador, pp. 43-47.
33. Minitab statistical software, 2000, Version 13.31.2000.
34. Montaldo, A., 1972, "Cultivo de Raíces y Tubérculos Tropicales", IICA, Lima – Perú, pp. 235-236.
35. Monteros, A., 1996, "Estudio de la variabilidad genética e isoenzimática de 78 entradas de mashua (*Tropaeolum tuberosum* R&P)", Santa Catalina, INIAP, Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador, p.155.
36. Munene, F., 2006, "Nuevos alimentos para pollos", <http://idrinfor.idrc.ca/archive/reportsintra/pdfs/v13n2s/115035.pdf> (Septiembre, 2009).
37. Nascimento, G., Perazzo, F., Silva, V., y Rocha, L., 2005, "Efeitos da substituição do milho pela raspa de mandioca na alimentação de frangos de corte, durante as fases de engorda e final", (Effect of substitución of corn to cassava meal in diets of growin and finishing broiler), http://www.scielo.br/scielo.php?Pid=S141370542005000100025&script=sci_arttext, (Septiembre, 2009).

38. National Research Council NRC, 1989, "Lost crops of the Incas: Little-known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation", Washington, National Academy Press, pp. 67-73.
39. Navas, G., Vega, R., y Soria, S., 2000, "La mashua (*Tropaeolum tuberosum*, Ruiz y Pavón) fuente potencial de carbohidratos", Universidad Técnica de Ambato, Proyecto 12.187 USAID, pp. 1-5.
40. Ojewola, G., y Annah, S., 2006, "Nutritive and economic value of Danish fish meal, dust meal and shrimp waste meal inclusion in broiler diets", *Int. Journal Poultry Science*, 5, pp. 390-394.
41. Penz, A., y Gianfellici, M., 2008, "Actuales desafíos de la nutrición en pollos de engorde", Universidad Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil, http://www.agriworld.nl/public/file/pdf/20081126-10-12_avp26_01.pdf (Diciembre 2009).
42. Procesadora Nacional de Alimentos, PRONACA, 2009, Planta de alimentos, Puenbo, Información interna.
43. Pudek, M., y Bragg, P., 1974, "Inhibition by cyanide of the respiratory chain oxidases of *Escherichia coli*", *Arch. Biochem. And Biophys*, pp. 680-693.
44. Robles, E., 1981, "Origen y evolución de la oca, ullucu y mashua", Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú, pp. 19-25.
45. Rocha, M., Machado, M., Gonçalves, E., Basso, A., y Da Cruz, C., 2008 "Utilização de mandioca na alimentação de frangos", Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT, pp. 2, 3.
46. Ross Broiler Manual, 2009, "Ross Broiler Management Manual", pp. 27-29.
47. Ross Broiler Manual, 2007, "Ross Broiler Nutrition Specification", pp. 4-5.

48. Smith, A., Duckett, S., Nalters, S. y Nalters, A., 1963, "Neuropathological changes in chronic cyanide intoxication", *Applied poultry science*, pp. 179-181.
49. Sparre, B., 1973, "Tropaeolaceae, Opera Botánica", Ser. B, No. 2, Flora of Ecuador, pp. 28, 89.
50. Tapia, C. y Morillo, E., "Diversidad Agrícola Andina", http://www.terraecuador.net/revista_42/42_diversidad_agricola_andina.html, (Julio, 2009).
51. Tapia, C., Estrella, J., Monteros, A., Valverde, F., Nieto, M., y Córdova, J., 2004, "Capítulo II: Manejo y Conservación de rtas *in situ* en fincas de agricultores y *ex situ* en el Banco de Germoplasma de INIAP, Serie: Conservación y uso de la Biodiversidad de Raíces y tubérculos Andinos; Una década de investigación para el desarrollo (1993 – 2003)", N°4, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Quito, Ecuador – Lima, Perú, pp. 49, 51.
52. Tapia, M., 1979, "Manual de Agricultura Andina", La Paz, Bolivia, IBTA, IICA, SICR-189, p. 105.
53. Tepper R., y González A., 2004, "Bondades del uso de las raíces y tubérculos como fuentes de energía en la alimentación de cerdos", Laboratorio Sección de Porcinos, Facultad de Agronomía – Universidad Central de Venezuela., pp. 3, 5.
54. Tobar, M., 1997, "Aspectos técnicos en el proceso de la yuca", Primer Encuentro Técnico y Nacional de Producción y Transformación de Yuca, Tolú Sucre, Colombia.
55. Tewe, O., y Egbunike, G., 1992, "Utilization of cassava in nonruminant livestock feeds", <http://www.ilri.org/infoserv/Webpub/Fulldocs/x5458e/x5458e06.htm>, (Septiembre, 2009).

56. Villacrés, E., Brito, B., y Espín, S., 2004, “Capítulo V: Alternativas agroindustriales con raíces y tubérculos andinos”, Serie: Conservación y uso de la Biodiversidad de Raíces y tubérculos Andinos; Una década de investigación para el desarrollo (1993 – 2003), N°4. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Quito, Ecuador – Lima, Perú, pp. 117,118.

ANEXOS

ANEXO I

Nombres comunes de la mashua de acuerdo al idioma y en comunidades indígenas de Tungurahua

Idioma	Nombres comunes	Fuente bibliográfica
Quechua	Allausu, aña, apiñu, apiñamama, cubio, hubios, hubias, mashua, mashwa, ocaquisañu, yanaoca (oca negra).	Patiño (1964); Cárdenas (1969); Mejía Xesspe y Beyerdosrf & Blanco, citados por King (1988); NRC. (1989); White (1975)
Aymara	Apilla, isau, issanu, isaña, isaño, kayacha, miswha.	Patiño (1964); Cárdenas (1969); Mejía Xesspe, citados por King (1988); NRC. (1989); White (1975)
Guambiano (Colombia)	Pane	Patiño (1964).
Páez (Sur Colombia)	Puel	Patiño (1964); NRC (1989)
Inglés	Anu, mashua, perennial nasturtium, tuber nasturtium.	Sánchez - Monge (1981); NCR. (1989)
Alemán	Peruanische knollenkresse	Sánchez - Monge (1981).
Francés	Capucine tubéreuse.	Sánchez - Monge (1981).
Italiano	Tropeolo del Perú.	Sánchez - Monge (1981).
Portugués	Capuchina tuberosa.	Sánchez - Monge (1981).

Comunidad	Nombres comunes	Fuente bibliográfica
Santa Rosa de Culluctús	Zapallo, putzo, amarilla, marica, amarilla rayas rojas, amarilla ojos negros, blanca ojos rojos, chullita y negra con rojo.	Barrera, <i>et al.</i> ,(2004)
San Pedro de Rayoloma	Amarilla, zapallo, muro ronchis, quillu zapallo.	Barrera, <i>et al.</i> ,(2004)
Virgen de las Nieves	Amarilla y amarilla zapallo.	Barrera, <i>et al.</i> ,(2004)

ANEXO II

Métodos usados en el análisis físico-químico de la harina de mashua

- **Determinación de Humedad:** Se utilizó el Método AOAC 935.29 modificado.
- **Determinación de Grasa:** Se utilizó el Método AOAC 920.39 modificado (Usando n-Hexano)
- **Determinación de Ceniza:** Se utilizó el Método AOAC 942.05
- **Determinación de Proteína:** Se utilizó el Método Kjeldahl o Hach, Método Araba y Dale (1990).
- **Determinación de Calcio:** Se utilizó el Método HACH, Calcium and Magnesium. Feeds and forrages using digesdahl, pp 24-25
- **Determinación de Fósforo:** Se utilizó el Método HACH, Phosphorus. Feeds and forrages using digesdahl, pp 22-23
- **Determinación de Fibra Cruda:** Se utilizó el Método AOCS Ba 6-84/AOAC 962.09 modificado.
- **Determinación de Sodio:** Se utilizó el Método HACH 22445
- **Determinación de Potasio:** Se utilizó el Método HACH 23217-53
- **Determinación de FDA:** Se utilizó el Método AOAC 973.19 (C).
- **Determinación de FDN:** Se utilizó el Método Robertson y vansoest 1977.
- **Determinación de Cloruros:** Se utilizó el Método Mohr, Ayres, Análisis químico cuantitativo 1970.
- **Determinación de Magnesio:** Se utilizó el Método HACH, Calcium and Magnesium. Feeds and forrages using digesdahl, pp 24-25
- **Determinación de Cobre:** Se utilizó el Método HACH 8506.39
- **Determinación de Zinc:** Se utilizó el Método HACH 22448-00
- **Determinación de Manganeso:** Se utilizó el Método HACH 22432-00
- **Determinación de Hierro:** Se utilizó el Método HACH, Iron. Feeds and forrages using digesdahl, pp 28
- **Determinación de Aminoácidos:** Se utilizó el Método AOAC 982.30 E [a,b].
- **Determinación de Energía Metabolizable:** Se utilizó el Método de Sibbald 1976, modificado por Dale y Fuller 1984.

ANEXO II

Continuación. Métodos usados en el análisis físico-químico de la harina de mashua

Método Sibbald (1987)

El procedimiento para la determinación de energía metabolizable verdadera descrita por Sibbald (1987) citado por Dale (1992), consiste en utilizar 10 gallos adultos y dejarlos en periodo de ayuno por 30 horas para limpiar residuos de alimento en su tracto digestivo. Muestras de 30 gramos del alimento a evaluar son ofrecidas a cada gallo.

Las excretas son recolectadas por un periodo de 48 horas y el total es pesado. Se procede a secar en un horno de aire forzado a 90 °C, lo que permite llegar a un equilibrio con la humedad atmosférica para pesar y corregir por medio de nitrógeno, el contenido de energía bruta (Dale, 1992).

ANEXO III

Cutter utilizado en proceso de obtención de harina de mashua



Modelo	CM-21
Capacidad	22 lt 13 - 15 kg 30 lb
Potencia del motor de la cuchilla	1 ^a velocidad 3.2hp/1500rpm, 2 ^a velocidad 4hp/3000rpm.
Potencia del motor del tazón	1 ^a velocidad 0.17hp/10rpm, 2 ^a velocidad 0.24hp/20rpm.
Termómetro	Digital
Peso total	165 kg

ANEXO IV

Secador utilizado en proceso de obtención de harina de mashua



Modelo	SB100
Capacidad	10 kg
Dimensiones Secador	1.80 x 1.56
Dimensiones Bandejas	1.07 x 0,92
Material	Acero inoxidable AISI 304

ANEXO V

Molino utilizado en proceso de obtención de harina de mashua



ANEXO VI
Unidades experimentales (Bateria)



ANEXO VII**Distribución de tratamientos en baterías experimentales****Batería 1**

5	C	10	B
4	B	9	A
3	A	8	C
2	E	7	D
1	D	6	E

Batería 2

15	D	20	E
14	B	19	C
13	C	18	D
12	A	17	B
11	E	16	A

Batería 3

25	A	30	E
24	D	29	B
23	E	28	A
22	B	27	C
21	C	26	D

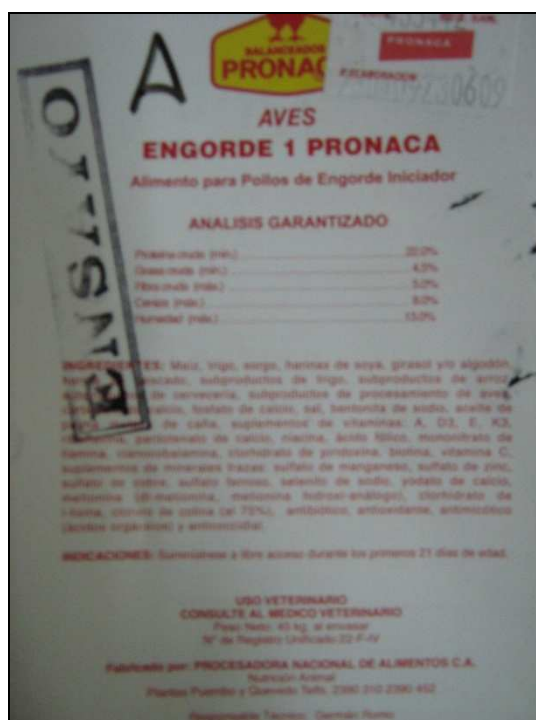
ANEXO VIII**Programa de alimentación a libertad durante la crianza**

Día	Gramos por ave
1	10
2	12
3	14
4	17
5	20
6	23
7	31
8	39
9	48
10	55
11	60
12	62
13	66
14	70
15	75
16	78
17	81
18	84
19	88
20	92
21	96

Fuente: Datos durante la crianza

ANEXO IX

Presentación y etiqueta de dietas experimentales



ANEXO XI

Formato de registro de mortalidad

MORTALIDAD ENSAYOS BATERIAS

ENSAYO # _____ RESPONSABLE: _____

Fecha	Día	JAULA #			JAULA #			JAULA #			JAULA #				
		Diaria	Peso	Causa	Diaria	Peso	Causa	Diaria	Peso	Causa	Diaria	Peso	Causa		
	1														
	2														
	3														
	4														
	5														
	6														
	7														
	8														
	9														
	10														
	11														
	12														
	13														
	14														
	15														
	16														
	17														
	18														
	19														
	20														
	21														

Observaciones: _____

ANEXO XII

Formato de registro de pesos totales y promedios

REPORTE DE PESOS PROMEDIOS EN BATERIAS

Ensayo / Bateria #					Fecha Inicio Ensayo:						Fecha Final Ensayo:		
		RECEPCIÓN			7 DIAS DE EDAD			14 DIAS DE EDAD			21 DIAS DE EDAD		
Jaula	Tratamiento	# Aves	Peso Total	Promedio	# Aves	Peso Total	Promedio	# Aves	Peso Total	Promedio	# Aves	Peso Total	Promedio
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
TOTAL													

OBSERVACIONES:

ANEXO XIII**Registro de temperatura ambiental (° C) durante la crianza**

Día	Temperatura °C
1	29,36
4	30,52
7	31,85
8	26,17
12	28,20
14	19,36
15	23,30
18	25,75
22	26,17

Fuente: datos durante crianza


ANEXO XIV

Reporte de análisis de aminograma de harina de mashua

Sender:	Dr. Amy B. Batal	Date Received:	Febrero 12, 2009
Company:	University of Georgia		
	208 Poultry Science Building, Athens, GA 30602-2772		
Phone/FAX:	706-542-9155 / 706-542-1827		
		Date Reported:	Febrero 25, 2009
		Date Faxed:	Febrero 25, 2009
Report Approved by Dr. Thomas P. Mawhinney			Page 3 of 3
ESCL #	1738		
Units	W/W%		
Dept #	Harina de Mashua		
Taurine	0,07		
Hydroxyproline	0,06		
Aspartic Acid	1,41		
Threonine	0,25		
Serine	0,22		
Glutamic Acid	0,54		
Proline	0,19		
Lanthionine	0,04		
Glycine	0,27		
Alanine	0,36		
Cysteine	0,13		
Valine	0,40		
Methionine	0,10		
Isoleucine	0,30		
Leucine	0,38		
Tyrosine	0,16		
Phenylalanine	0,29		
Hydroxylysine	0,36		
Ornithine	0,01		
Lysine	0,31		
Histidine	0,16		
Arginine	0,26		
Tryptophan	0,07		
Total	6,34		
<i>W/W%= grams per 100 grams of sample.</i>			
<i>Results are expressed on an "as is" basis unless otherwise indicated.</i>			

ANEXO XV

Reporte de análisis de energía metabolizable de la harina de mashua

 The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences Department of Poultry Science	
REPORT OF TME_n ANALYSIS	
SAMPLE:	MASHUA 50% WITH CORN
SOURCE:	PRONACA
DATE OF ASSAY:	JANUARY 31, 2009
COMMENTS:	
FEED ANALYSIS	
GROSS ENERGY:	4009,89
PROTEIN:	8,30
FAT:	0,67
FIBER:	2,90
ASH:	4,17
MOISTURE:	6,29
TME_n KCAL/LB:	1483,91
TME_n KCAL/KG:	3264,60

ANEXO XVI

Registro de pesos semanales y promedios durante crianza Bateria 1

REPORTE DE PESOS PROMEDIOS													
Ensayo: Harina de mashua		Fecha Inicio Ensayo: 30-04-2009						Fecha Final Ensayo: 21-05-2009					
Bateria: 1		Recepción			7 Días			14 Días			21 Días		
Jaula	Tratamiento	# aves	Peso total	Promedio	# aves	Peso total	Promedio	# aves	Peso total	Promedio	# aves	Peso total	Promedio
1	D	10	451	45	10	1280	128	10	3680	368	10	6445	645
2	E	10	474	47	10	1330	133	10	3920	392	10	7412	741
3	A	10	428	43	10	1320	132	10	4060	406	10	7539	754
4	B	10	427	43	10	1270	127	10	3980	398	10	7557	756
5	C	10	459	46	10	1280	128	10	4040	404	10	7738	774
6	E	10	424	42	10	1240	124	10	3580	358	9	6137	682
7	D	10	451	45	10	1300	130	10	3800	380	9	6342	705
8	C	10	460	46	10	1360	136	10	4010	401	10	7683	768
9	A	10	439	44	9	1280	142	9	3760	418	8	6310	789
10	B	10	431	43	10	1330	133	10	3960	396	10	7585	759
	Total	100	4444	44	99	12990	131	99	38790	392	96	70748	737

ANEXO XVII

Registro de pesos semanales y promedios durante crianza Bateria 2

REPORTE DE PESOS PROMEDIOS													
Ensayo: Harina de mashua		Fecha Inicio Ensayo: 30-04-2009						Fecha Final Ensayo: 21-05-2009					
Bateria: 2		Recepción			7 Días			14 Días			21 Días		
Jaula	Tratamiento	# aves	Peso total	Promedio	# aves	Peso total	Promedio	# aves	Peso total	Promedio	# aves	Peso total	Promedio
1	E	10	410	41	10	1200	120	10	3420	342	10	6774	677
2	A	10	466	47	9	1300	144	9	3920	436	9	7605	845
3	C	10	444	44	10	1360	136	10	4080	408	8	6467	808
4	B	10	426	43	10	1340	134	10	4180	418	10	8227	823
5	D	10	438	44	10	1340	134	10	4020	402	10	7416	742
6	A	10	417	42	10	1360	136	10	4040	404	10	7804	780
7	B	10	446	45	10	1330	133	10	3980	398	9	7096	788
8	D	10	446	45	10	1310	131	10	3840	384	10	6081	608
9	C	10	421	42	10	1280	128	10	3840	384	8	7267	908
10	E	10	453	45	10	1290	129	9	3440	382	8	5876	735
	Total	100	4367	44	99	13110	133	98	38760	396	92	70613	771

ANEXO XVIII

Registro de pesos semanales y promedios durante crianza Bateria 3

REPORTE DE PESOS PROMEDIOS													
Ensayo: Harina de mashua		Fecha Inicio Ensayo: 30-04-2009						Fecha Final Ensayo: 21-05-2009					
Bateria: 3		Recepción			7 Días			14 Días			21 Días		
Jaula	Tratamiento	# aves	Peso total	Promedio	# aves	Peso total	Promedio	# aves	Peso total	Promedio	# aves	Peso total	Promedio
1	C	10	436	44	9	1120	124	8	2940	368	8	5709	714
2	B	10	471	47	10	1330	133	10	3900	390	9	7218	802
3	E	10	440	44	9	1100	122	9	3180	353	9	6255	695
4	D	10	453	45	10	1320	132	10	3820	382	9	6662	740
5	A	10	456	46	9	1270	141	9	3760	418	9	7024	780
6	D	10	430	43	10	1230	123	10	3580	358	10	7059	706
7	C	10	465	47	10	1460	146	9	3820	424	9	7488	832
8	A	10	469	47	10	1540	154	10	4360	436	9	7323	814
9	B	10	472	47	10	1400	140	10	4140	414	9	7356	817
10	E	10	438	44	10	1270	127	10	3760	376	10	7276	728
	Total	100	4530	45	97	13040	134	95	37260	392	91	69370	763

ANEXO XIX

Pesaje individual bateria 1

PESAJE INDIVIDUAL			Peso (g)			Promedio (g)		
Bateria	Tratamiento	Jaula	Día 1	Día 11	Día 21	D1	D11	D21
1	D	1	41	246	691			
1	D	1	48	264	654			
1	D	1	48	245	747			
1	D	1	37	237	636			
1	D	1	47	255	561			
1	D	1	48	268	714			
1	D	1	47	160	431			
1	D	1	43	232	669			
1	D	1	45	289	571			
1	D	1	47	215	771	45	241	645
1	E	2	45	284	679			
1	E	2	52	254	755			
1	E	2	47	256	760			
1	E	2	46	264	852			
1	E	2	49	272	633			
1	E	2	52	269	771			
1	E	2	43	262	726			
1	E	2	47	213	741			
1	E	2	49	247	774			
1	E	2	44	185	721	47	251	741
1	A	3	44	312	818			
1	A	3	41	277	740			
1	A	3	52	267	722			
1	A	3	32	240	793			
1	A	3	53	262	748			
1	A	3	47	301	836			
1	A	3	35	229	568			
1	A	3	53	246	687			
1	A	3	38	243	822			
1	A	3	33	277	805	43	265	754
1	B	4	49	235	726			
1	B	4	42	241	775			
1	B	4	36	278	745			
1	B	4	43	260	730			
1	B	4	50	235	821			
1	B	4	45	258	782			
1	B	4	42	291	674			
1	B	4	43	280	729			
1	B	4	43	224	820			
1	B	4	34	225	755	43	253	756
1	C	5	44	245	813			
1	C	5	42	273	752			
1	C	5	49	300	855			
1	C	5	48	253	795			
1	C	5	47	233	738			
1	C	5	46	273	694			
1	C	5	43	279	764			
1	C	5	44	261	712			
1	C	5	45	251	772			
1	C	5	51	252	843	46	262	774

ANEXO XIX

Continuación. Pesaje individual batería 1

PESAJE INDIVIDUAL			Peso (g)			Promedio (g)		
Batería	Tratamiento	Jaula	Día 1	Día 11	Día 21	D1	D11	D21
1	E	6	42	228	725			
1	E	6	45	228	715			
1	E	6	38	228	693			
1	E	6	45	243	653			
1	E	6	46	212	672			
1	E	6	47	257	720			
1	E	6	50	235	653			
1	E	6	43	199	629			
1	E	6	34	237	677			
1	E	6	34	260	Muerto	42	233	682
1	D	7	45	261	762			
1	D	7	48	259	794			
1	D	7	49	170	503			
1	D	7	46	194	690			
1	D	7	48	250	834			
1	D	7	37	205	760			
1	D	7	40	262	645			
1	D	7	47	284	603			
1	D	7	46	278	751			
1	D	7	45	263	Muerto	45	243	705
1	C	8	51	267	817			
1	C	8	34	266	832			
1	C	8	44	261	736			
1	C	8	50	239	737			
1	C	8	42	256	749			
1	C	8	46	289	764			
1	C	8	52	293	715			
1	C	8	51	251	780			
1	C	8	40	268	787			
1	C	8	50	276	766	46	267	768
1	A	9	38	269	923			
1	A	9	49	255	840			
1	A	9	42	205	843			
1	A	9	50	307	893			
1	A	9	58	323	741			
1	A	9	42	247	548			
1	A	9	46	300	703			
1	A	9	44	224	819			
1	A	9	35	264	Muerto			
1	A	9	35	Muerto	Muerto	44	266	789
1	B	10	47	263	717			
1	B	10	40	246	773			
1	B	10	48	328	756			
1	B	10	40	254	682			
1	B	10	45	260	879			
1	B	10	39	227	782			
1	B	10	42	249	763			
1	B	10	40	306	715			
1	B	10	47	236	766			
1	B	10	43	249	752	43	262	759

ANEXO XX

Pesaje individual bateria 2

PESAJE INDIVIDUAL			Peso (g)			Promedio (g)		
Bateria	Tratamiento	Jaula	Día 1	Día 11	Día 21	D1	D11	D21
2	E	11	33	198	764			
2	E	11	42	192	633			
2	E	11	38	195	645			
2	E	11	38	191	722			
2	E	11	44	275	657			
2	E	11	37	212	607			
2	E	11	44	241	663			
2	E	11	39	254	523			
2	E	11	46	199	781			
2	E	11	49	242	779	41	220	677
2	A	12	47	292	845			
2	A	12	48	263	896			
2	A	12	50	223	922			
2	A	12	50	314	816			
2	A	12	40	285	901			
2	A	12	45	279	806			
2	A	12	46	314	923			
2	A	12	49	250	772			
2	A	12	48	266	724			
2	A	12	43	Muerto	Muerto	47	276	845
2	C	13	40	305	919			
2	C	13	36	256	798			
2	C	13	43	242	817			
2	C	13	43	334	698			
2	C	13	42	254	793			
2	C	13	39	233	707			
2	C	13	51	206	779			
2	C	13	50	236	956			
2	C	13	47	269	Muerto			
2	C	13	53	268	Muerto	44	260	808
2	B	14	47	299	886			
2	B	14	35	167	806			
2	B	14	48	271	864			
2	B	14	37	287	790			
2	B	14	44	306	793			
2	B	14	33	259	811			
2	B	14	40	233	881			
2	B	14	47	278	889			
2	B	14	49	284	588			
2	B	14	46	276	919	43	266	823
2	D	15	48	257	595			
2	D	15	43	300	808			
2	D	15	47	298	649			
2	D	15	39	261	779			
2	D	15	38	268	787			
2	D	15	40	256	633			
2	D	15	46	179	798			
2	D	15	43	210	745			
2	D	15	49	283	782			
2	D	15	45	238	840	44	255	742

ANEXO XX

Continuación. Pesaje individual batería 2

PESAJE INDIVIDUAL			Peso (g)			Promedio (g)		
Batería	Tratamiento	Jaula	Día 1	Día 11	Día 21	D1	D11	D21
2	A	16	41	216	849			
2	A	16	42	288	844			
2	A	16	48	221	663			
2	A	16	45	226	804			
2	A	16	32	281	921			
2	A	16	43	281	704			
2	A	16	38	261	847			
2	A	16	45	323	737			
2	A	16	40	285	776			
2	A	16	43	196	659	42	258	780
2	B	17	42	233	791			
2	B	17	36	356	845			
2	B	17	48	266	729			
2	B	17	45	229	804			
2	B	17	37	208	804			
2	B	17	50	245	872			
2	B	17	51	278	764			
2	B	17	40	286	804			
2	B	17	44	275	683			
2	B	17	53	298	Muerto	45	267	788
2	D	18	42	273	831			
2	D	18	46	242	665			
2	D	18	48	279	832			
2	D	18	48	221	825			
2	D	18	42	271	665			
2	D	18	39	190	750			
2	D	18	53	260	819			
2	D	18	46	205	694			
2	D	18	44	258	Muerto			
2	D	18	38	286	Muerto	45	249	760
2	C	19	33	267	672			
2	C	19	50	210	764			
2	C	19	37	265	637			
2	C	19	45	248	673			
2	C	19	42	227	769			
2	C	19	37	242	809			
2	C	19	47	249	739			
2	C	19	37	211	775			
2	C	19	45	250	725			
2	C	19	48	297	704	42	247	727
2	E	20	44	140	796			
2	E	20	50	265	751			
2	E	20	39	273	724			
2	E	20	44	255	753			
2	E	20	53	269	784			
2	E	20	50	271	758			
2	E	20	33	253	702			
2	E	20	53	257	608			
2	E	20	44	228	Muerto			
2	E	20	43	186	Muerto	45	240	735

ANEXO XXI

Pesaje individual batería 3

PESAJE INDIVIDUAL			Peso (g)			Promedio (g)		
Batería	Tratamiento	Jaula	Día 1	Día 11	Día 21	D1	D11	D21
3	C	21	47	206	814			
3	C	21	40	275	652			
3	C	21	44	242	739			
3	C	21	41	243	814			
3	C	21	39	218	644			
3	C	21	46	257	714			
3	C	21	42	219	674			
3	C	21	41	261	658			
3	C	21	48	245	Muerto			
3	C	21	48	Muerto	Muerto	44	241	714
3	B	22	46	283	783			
3	B	22	49	289	879			
3	B	22	50	240	695			
3	B	22	47	281	814			
3	B	22	51	269	834			
3	B	22	45	220	861			
3	B	22	46	127	748			
3	B	22	42	261	736			
3	B	22	49	280	868			
3	B	22	46	259	Muerto	47	251	802
3	E	23	48	228	766			
3	E	23	42	276	694			
3	E	23	43	216	732			
3	E	23	44	207	725			
3	E	23	37	216	642			
3	E	23	48	215	723			
3	E	23	36	237	665			
3	E	23	53	205	649			
3	E	23	42	226	659			
3	E	23	47	Muerto	Muerto	44	225	695
3	D	24	45	245	778			
3	D	24	45	253	700			
3	D	24	43	254	733			
3	D	24	41	251	793			
3	D	24	41	214	759			
3	D	24	50	267	836			
3	D	24	43	264	826			
3	D	24	49	263	477			
3	D	24	51	209	760			
3	D	24	45	280	Muerto	45	250	740
3	A	25	40	278	876			
3	A	25	39	283	821			
3	A	25	48	310	797			
3	A	25	45	269	772			
3	A	25	49	298	691			
3	A	25	54	203	804			
3	A	25	52	261	860			
3	A	25	42	279	776			
3	A	25	42	236	627			
3	A	25	45	Muerto	Muerto	46	269	780

ANEXO XXI

Continuación. Pesaje individual batería 3

PESAJE INDIVIDUAL			Peso (g)			Promedio (g)		
Batería	Tratamiento	Jaula	Día 1	Día 11	Día 21	D1	D11	D21
3	D	26	49	202	804			
3	D	26	46	191	802			
3	D	26	46	226	631			
3	D	26	50	183	797			
3	D	26	36	279	629			
3	D	26	34	179	723			
3	D	26	37	238	580			
3	D	26	49	253	598			
3	D	26	36	271	783			
3	D	26	47	262	712	43	228	706
3	C	27	48	225	838			
3	C	27	45	315	938			
3	C	27	42	302	822			
3	C	27	43	306	839			
3	C	27	47	296	802			
3	C	27	51	307	847			
3	C	27	43	228	871			
3	C	27	46	280	674			
3	C	27	51	292	857			
3	C	27	49	Muerto	Muerto	47	283	832
3	A	28	47	280	849			
3	A	28	55	263	723			
3	A	28	48	337	751			
3	A	28	48	315	922			
3	A	28	49	261	789			
3	A	28	48	307	858			
3	A	28	48	285	724			
3	A	28	43	306	825			
3	A	28	44	294	882			
3	A	28	39	232	Muerto	47	288	814
3	B	29	65	302	890			
3	B	29	47	241	698			
3	B	29	44	292	777			
3	B	29	45	265	847			
3	B	29	47	302	766			
3	B	29	49	301	871			
3	B	29	50	282	875			
3	B	29	43	257	794			
3	B	29	46	254	838			
3	B	29	36	227	Muerto	47	272	817
3	E	30	45	246	727			
3	E	30	43	247	599			
3	E	30	48	225	705			
3	E	30	33	234	763			
3	E	30	32	281	786			
3	E	30	45	236	785			
3	E	30	50	195	778			
3	E	30	50	251	733			
3	E	30	44	204	657			
3	E	30	48	243	743	44	236	728

ANEXO XXII

Consumo diario de alimento Bateria 1

Ensayo: Harina de mashua		Unidades: (g)		Fecha Inicio Ensayo: 30-05-09							Recibido por: Byron Urresta										
Bateria: 1		Jaula 1		D		Jaula 2		E		Jaula 3		A		Jaula 4		B		Jaula 5		C	
Fecha	Día	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons		
30/04/2009	1	100	67	33	100	55	45	100	57	43	100	71	29	100	71	29	100	71	29		
01/05/2009	2	120	42	78	120	35	85	120	35	85	120	18	102	120	31	89	120	31	89		
02/05/2009	3	140	42	98	140	22	118	140	34	106	140	24	116	140	20	120	140	20	120		
03/05/2009	4	170	38	132	170	27	143	170	31	139	170	29	141	170	38	132	170	38	132		
04/05/2009	5	200	41	159	200	27	173	200	21	179	200	20	180	200	13	187	200	13	187		
05/05/2009	6	230	0	230	230	0	230	230	0	230	230	1	229	230	0	230	230	0	230		
06/05/2009	7	310	23	287	310	0	310	310	0	310	310	14	296	310	0	310	310	0	310		
07/05/2009	8	390	72	318	390	133	257	390	46	344	390	62	328	390	7	383	390	7	383		
08/05/2009	9	480	74	406	480	24	456	480	85	395	480	90	390	480	56	424	480	56	424		
09/05/2009	10	550	108	442	550	121	429	550	152	398	550	161	389	550	118	432	550	118	432		
10/05/2009	11	600	84	516	600	104	496	600	120	480	600	129	471	600	89	511	600	89	511		
11/05/2009	12	620	40	580	620	22	598	620	56	564	620	80	540	620	22	598	620	22	598		
12/05/2009	13	660	41	619	660	11	649	660	68	592	660	117	543	660	39	621	660	39	621		
13/05/2009	14	700	0	700	700	0	700	700	51	649	700	57	643	700	39	661	700	39	661		
14/05/2009	15	750	16	734	750	26	724	750	65	685	750	0	750	750	39	711	750	39	711		
15/05/2009	16	780	31	749	780	45	735	780	75	705	780	91	689	780	23	757	780	23	757		
16/05/2009	17	810	26	784	810	142	668	810	173	637	810	74	736	810	99	711	810	99	711		
17/05/2009	18	840	0	840	840	0	840	840	22	818	840	99	741	840	12	828	840	12	828		
18/05/2009	19	880	0	880	880	8	872	880	44	836	880	44	836	880	7	873	880	7	873		
19/05/2009	20	920	0	920	920	7	913	920	26	894	920	56	864	920	4	916	920	4	916		
20/05/2009	21	960	2	958	960	10	950	960	102	858	960	30	930	960	6	954	960	6	954		
TOTAL		11210	747	10463	11210	819	10391	11210	1263	9947	11210	1267	9943	11210	733	10477					

Rech: Rechazo, Cons: Consumo, (g): gramos

ANEXO XXII

Continuación. Consumo diario de alimento Bateria 1

Ensayo: Harina de mashua			Unidades: (g)		Fecha Inicio Ensayo: 30-05-09						Recibido por: Byron Urresta					
Bateria: 1		Jaula 6	E		Jaula 7	D		Jaula 8	C		Jaula 9	A		Jaula 10	B	
Fecha	Día	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons
30/04/2009	1	100	60	40	100	36	64	100	69	31	100	38	62	100	62	38
01/05/2009	2	120	51	69	120	41	79	120	38	82	120	38	82	120	25	95
02/05/2009	3	140	40	100	140	31	109	140	30	110	126	13	113	140	29	111
03/05/2009	4	170	41	129	170	28	142	170	27	143	153	22	131	170	31	139
04/05/2009	5	200	52	148	200	33	167	200	8	192	180	6	174	200	10	190
05/05/2009	6	230	0	230	230	0	230	230	0	230	207	0	207	230	0	230
06/05/2009	7	310	53	257	310	25	285	310	0	310	279	0	279	310	7	303
07/05/2009	8	390	62	328	390	71	319	390	45	345	351	167	184	390	39	351
08/05/2009	9	480	98	382	480	53	427	480	71	409	432	55	377	480	88	392
09/05/2009	10	550	171	379	550	156	394	550	133	417	495	87	408	550	155	395
10/05/2009	11	600	138	462	600	130	470	600	85	515	540	65	475	600	114	486
11/05/2009	12	620	107	513	620	73	547	620	41	579	558	33	525	620	202	418
12/05/2009	13	660	79	581	660	87	573	660	55	605	594	29	565	660	69	591
13/05/2009	14	700	49	651	700	31	669	700	14	686	630	24	606	700	54	646
14/05/2009	15	750	129	621	750	92	658	750	114	636	600	35	565	750	66	684
15/05/2009	16	702	56	646	780	91	689	780	35	745	624	46	578	780	59	721
16/05/2009	17	729	99	630	810	190	620	810	85	725	648	75	573	810	110	700
17/05/2009	18	756	22	734	840	7	833	840	0	840	672	90	582	840	11	829
18/05/2009	19	792	6	786	880	8	872	880	14	866	704	88	616	880	18	862
19/05/2009	20	828	4	824	920	57	863	920	2	918	736	90	646	920	8	912
20/05/2009	21	768	23	745	864	67	797	960	3	957	768	86	682	960	10	950
TOTAL	10595	1340	9255	11114	1307	9807	11210	869	10341	9517	1087	8430	11210	1167	10043	

Rech: Rechazo, Cons: Consumo, (g): gramos

ANEXO XXIII

Consumo diario de alimento Bateria 2

Ensayo: Harina de mashua		Unidades: (g)			Fecha Inicio Ensayo: 30-05-09						Recibido por: Byron Urresta										
Bateria: 2		Jaula 11		E		Jaula 12		A		Jaula 13		C		Jaula 14		B		Jaula 15		D	
Fecha	Día	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons		
30/04/2009	1	100	57	43	100	45	55	100	56	44	100	62	38	100	57	43					
01/05/2009	2	120	41	79	120	28	92	120	34	86	120	30	90	120	26	94					
02/05/2009	3	140	40	100	126	20	106	140	37	103	140	27	113	140	16	124					
03/05/2009	4	170	32	138	153	24	129	170	33	137	170	21	149	170	23	147					
04/05/2009	5	200	47	153	180	3	177	200	23	177	200	42	158	200	22	178					
05/05/2009	6	230	0	230	207	0	207	230	0	230	230	0	230	230	0	230					
06/05/2009	7	310	45	265	279	0	279	310	11	299	310	0	310	310	8	302					
07/05/2009	8	390	0	390	351	11	340	390	53	337	390	18	372	390	60	330					
08/05/2009	9	480	98	382	432	22	410	480	63	417	480	72	408	480	92	388					
09/05/2009	10	550	151	399	495	62	433	550	126	424	550	141	409	550	171	379					
10/05/2009	11	600	160	440	540	41	499	600	103	497	600	119	481	600	115	485					
11/05/2009	12	620	82	538	558	38	520	620	54	566	620	51	569	620	57	563					
12/05/2009	13	660	82	578	594	18	576	660	52	608	660	66	594	660	59	601					
13/05/2009	14	700	65	635	630	0	630	700	50	650	700	18	682	700	48	652					
14/05/2009	15	750	111	639	675	26	649	750	116	634	750	19	731	750	49	701					
15/05/2009	16	780	140	640	702	46	656	780	128	652	780	63	717	780	75	705					
16/05/2009	17	810	117	693	729	40	689	729	79	650	810	41	769	810	58	752					
17/05/2009	18	840	64	776	756	9	747	756	35	721	840	9	831	840	50	790					
18/05/2009	19	880	96	784	792	19	773	792	70	722	880	10	870	880	88	792					
19/05/2009	20	920	58	862	828	10	818	736	47	689	920	7	913	920	54	866					
20/05/2009	21	960	112	848	864	14	850	768	25	743	960	11	949	960	99	861					
TOTAL		11210	1598	9612	10111	476	9635	10581	1195	9386	11210	827	10383	11210	1227	9983					

Rech: Rechazo, Cons: Consumo, (g): gramos

ANEXO XXIII

Continuación. Consumo diario de alimento Bateria 2

Ensayo: Harina de mashua		Unidades: (g)		Fecha Inicio Ensayo: 30-05-09							Recibido por: Byron Urresta					
Bateria: 2		Jaula 16	A		Jaula 17	B		Jaula 18	D		Jaula 19	C		Jaula 20	E	
Fecha	Día	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons
30/04/2009	1	100	46	54	100	72	28	100	58	42	100	68	32	100	60	40
01/05/2009	2	120	37	83	120	35	85	120	29	91	120	41	79	120	27	93
02/05/2009	3	140	40	100	140	34	106	140	22	118	140	29	111	140	29	111
03/05/2009	4	170	33	137	170	37	133	170	20	150	170	26	144	170	25	145
04/05/2009	5	200	29	171	200	28	172	200	34	166	200	31	169	200	19	181
05/05/2009	6	230	58	172	230	51	179	230	47	183	230	12	218	230	33	197
06/05/2009	7	310	0	310	310	0	310	310	0	310	310	0	310	310	0	310
07/05/2009	8	390	76	314	390	72	318	390	71	319	390	36	354	390	65	325
08/05/2009	9	480	120	360	480	96	384	480	96	384	480	34	446	480	85	395
09/05/2009	10	550	165	385	550	147	403	550	168	382	550	107	443	550	173	377
10/05/2009	11	600	84	516	600	93	507	600	115	485	600	52	548	600	147	453
11/05/2009	12	620	67	553	620	59	561	620	66	554	620	40	580	620	115	505
12/05/2009	13	660	63	597	660	47	613	660	84	576	660	39	621	660	130	530
13/05/2009	14	700	25	675	700	16	684	700	60	640	700	9	691	630	71	559
14/05/2009	15	750	96	654	750	60	690	750	152	598	750	20	730	675	35	640
15/05/2009	16	780	86	694	780	83	697	780	171	609	780	32	748	702	62	640
16/05/2009	17	810	61	749	810	57	753	810	126	684	810	20	790	729	73	656
17/05/2009	18	840	10	830	840	49	791	756	36	720	840	3	837	676	10	666
18/05/2009	19	880	42	838	880	97	783	792	70	722	880	5	875	704	54	650
19/05/2009	20	920	38	882	828	18	810	828	56	772	920	2	918	736	8	728
20/05/2009	21	960	71	889	864	43	821	768	79	689	960	7	953	768	5	763
TOTAL		11210	1247	9963	11022	1194	9828	10754	1560	9194	11210	613	10597	10190	1226	8964

Rech: Rechazo, Cons: Consumo, (g): gramos

ANEXO XXIV

Consumo diario de alimento Bateria 3

Ensayo: Harina de mashua		Unidades: (g)			Fecha Inicio Ensayo: 30-05-09						Recibido por: Byron Urresta					
Bateria: 3		Jaula 21	C		Jaula 22	B		Jaula 23	E		Jaula 24	D		Jaula 25	A	
Fecha	Día	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons
30/04/2009	1	100	64	36	100	37	63	100	67	33	100	64	36	100	61	39
01/05/2009	2	120	53	67	120	38	82	120	41	79	120	34	86	120	43	77
02/05/2009	3	126	41	85	140	30	110	140	36	104	140	33	107	126	26	100
03/05/2009	4	153	35	118	170	27	143	170	31	139	170	25	145	153	19	134
04/05/2009	5	180	51	129	200	29	171	200	43	157	200	36	164	180	20	160
05/05/2009	6	207	61	146	230	35	195	230	84	146	230	20	210	207	13	194
06/05/2009	7	279	0	279	310	0	310	310	0	310	310	0	310	279	0	279
07/05/2009	8	351	47	304	390	46	344	390	72	318	390	56	334	351	43	308
08/05/2009	9	432	87	345	480	61	419	432	85	347	480	56	424	432	77	355
09/05/2009	10	495	154	341	550	117	433	495	70	425	550	162	388	495	155	340
10/05/2009	11	540	110	430	600	99	501	540	61	479	600	123	477	540	95	445
11/05/2009	12	558	73	485	620	65	555	558	68	490	620	61	559	558	64	494
12/05/2009	13	594	74	520	660	65	595	594	86	508	660	105	555	594	45	549
13/05/2009	14	630	84	546	700	50	650	630	64	566	700	68	632	630	53	577
14/05/2009	15	675	126	549	750	88	662	675	89	586	750	113	637	675	51	624
15/05/2009	16	624	144	480	780	87	693	702	135	567	780	84	696	702	60	642
16/05/2009	17	648	99	549	810	128	682	729	106	623	810	136	674	729	56	673
17/05/2009	18	676	12	664	840	17	823	756	27	729	840	48	792	756	27	729
18/05/2009	19	704	13	691	880	64	816	792	31	761	792	53	739	792	90	702
19/05/2009	20	736	19	717	828	10	818	828	41	787	828	37	791	828	12	816
20/05/2009	21	768	95	673	864	16	848	864	116	748	864	89	775	864	92	772
TOTAL		9596	1442	8154	11022	1109	9913	10255	1353	8902	10934	1403	9531	10111	1102	9009

Rech: Rechazo, Cons: Consumo, (g): gramos

ANEXO XXIV

Continuación. Consumo diario de alimento Bateria 3

Ensayo: Harina de mashua		Unidades: (g)			Fecha Inicio Ensayo: 30-05-09						Recibido por: Byron Urresta					
Bateria: 3		Jaula 26	D		Jaula 27	C		Jaula 28	A		Jaula 29	B		Jaula 30	E	
Fecha	Día	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons	Provisto	Rech	Cons
30/04/2009	1	100	65	35	100	58	42	100	56	44	100	58	42	100	60	40
01/05/2009	2	120	42	78	120	68	52	120	31	89	120	34	86	120	42	78
02/05/2009	3	140	46	94	140	15	125	140	17	123	140	18	122	140	40	100
03/05/2009	4	170	41	129	170	21	149	170	23	147	170	24	146	170	33	137
04/05/2009	5	200	41	159	200	42	158	200	11	189	200	8	192	200	40	160
05/05/2009	6	230	60	170	230	0	230	230	0	230	230	0	230	230	21	209
06/05/2009	7	310	0	310	310	0	310	310	0	310	310	0	310	310	0	310
07/05/2009	8	390	71	319	390	5	385	390	4	386	390	15	375	390	96	294
08/05/2009	9	480	100	380	480	55	425	480	79	401	480	18	462	480	56	424
09/05/2009	10	550	160	390	495	81	414	550	104	446	550	90	460	550	162	388
10/05/2009	11	600	127	473	540	42	498	600	60	540	600	62	538	600	125	475
11/05/2009	12	620	83	537	558	9	549	620	55	565	620	48	572	620	71	549
12/05/2009	13	660	89	571	594	0	594	660	35	625	660	54	606	660	63	597
13/05/2009	14	700	52	648	630	0	630	700	32	668	700	60	640	700	45	655
14/05/2009	15	750	94	656	675	5	670	750	127	623	750	75	675	750	81	669
15/05/2009	16	780	70	710	702	3	699	702	75	627	780	107	673	780	71	709
16/05/2009	17	810	69	741	729	66	663	729	69	660	810	100	710	810	49	761
17/05/2009	18	840	19	821	756	10	746	756	21	735	756	10	746	840	14	826
18/05/2009	19	880	28	852	792	0	792	792	36	756	792	14	778	880	16	864
19/05/2009	20	920	15	905	828	7	821	828	35	793	828	10	818	920	10	910
20/05/2009	21	960	41	919	864	9	855	864	54	810	864	25	839	960	37	923
TOTAL		11210	1313	9897	10303	496	9807	10691	924	9767	10850	830	10020	11210	1132	10078

Rech: Rechazo, Cons: Consumo, (g): gramos

ANEXO XXV

Registro de mortalidad Bateria 1

Ensayo: Harina de mashua						Responsable: Byron Urresta															
Bateria: 1		Jaula 1		D		Jaula 2		E		Jaula 3		A		Jaula 4		B		Jaula 5		C	
Fecha	Día	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum
30/04/2009	1				10				10				10				10				10
01/05/2009	2				10				10				10				10				10
02/05/2009	3				10				10				10				10				10
03/05/2009	4				10				10				10				10				10
04/05/2009	5				10				10				10				10				10
05/05/2009	6				10				10				10				10				10
06/05/2009	7				10				10				10				10				10
07/05/2009	8				10				10				10				10				10
08/05/2009	9				10				10				10				10				10
09/05/2009	10				10				10				10				10				10
10/05/2009	11				10				10				10				10				10
11/05/2009	12				10				10				10				10				10
12/05/2009	13				10				10				10				10				10
13/05/2009	14				10				10				10				10				10
14/05/2009	15				10				10				10				10				10
15/05/2009	16				10				10				10				10				10
16/05/2009	17				10				10				10				10				10
17/05/2009	18				10				10				10				10				10
18/05/2009	19				10				10				10				10				10
19/05/2009	20				10				10				10				10				10
20/05/2009	21				10				10				10				10				10
TOTAL		0			10	0			10	0			10	0			10	0			10

Acum: Acumulado

ANEXO XXV

Continuación. Registro de mortalidad Bateria 1

Ensayo: Harina de mashua						Responsable: Byron Urresta															
Bateria: 1		Jaula 6		E		Jaula 7		D		Jaula 8		C		Jaula 9		A		Jaula 10		B	
Fecha	Día	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum
30/04/2009	1				10				10				10				10				10
01/05/2009	2				10				10				10				10				10
02/05/2009	3				10				10				10	1	53	M. Súb	9				10
03/05/2009	4				10				10				10				9				10
04/05/2009	5				10				10				10				9				10
05/05/2009	6				10				10				10				9				10
06/05/2009	7				10				10				10				9				10
07/05/2009	8				10				10				10				9				10
08/05/2009	9				10				10				10				9				10
09/05/2009	10				10				10				10				9				10
10/05/2009	11				10				10				10				9				10
11/05/2009	12				10				10				10				9				10
12/05/2009	13				10				10				10				9				10
13/05/2009	14				10				10				10				9				10
14/05/2009	15				10				10				10	1	308	M. Súb	8				10
15/05/2009	16	1	326	Cocc	9				10				10				8				10
16/05/2009	17				9				10				10				8				10
17/05/2009	18				9				10				10				8				10
18/05/2009	19				9				10				10				8				10
19/05/2009	20	1	564	M. Súb	8	1	689	M. Súb	9				10				8				10
20/05/2009	21				8				9				10				8				10
TOTAL	2				8	1			9	0			10	2			8	0			10

Acum: Acumulado, Cocc: Coccidiosis, M. Súb: Muerte súbita

ANEXO XXVI

Registro de mortalidad Bateria 2

Ensayo: Harina de mashua						Responsable: Byron Urresta															
Bateria: 2		Jaula 1		E		Jaula 2		A		Jaula 3		C		Jaula 4		B		Jaula 5		D	
Fecha	Día	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum
30/04/2009	1				10				10				10				10				10
01/05/2009	2				10				10				10				10				10
02/05/2009	3				10	1	52	Congestión	9				10				10				10
03/05/2009	4				10				9				10				10				10
04/05/2009	5				10				9				10				10				10
05/05/2009	6				10				9				10				10				10
06/05/2009	7				10				9				10				10				10
07/05/2009	8				10				9				10				10				10
08/05/2009	9				10				9				10				10				10
09/05/2009	10				10				9				10				10				10
10/05/2009	11				10				9				10				10				10
11/05/2009	12				10				9				10				10				10
12/05/2009	13				10				9				10				10				10
13/05/2009	14				10				9				10				10				10
14/05/2009	15				10				9				10				10				10
15/05/2009	16				10				9				10				10				10
16/05/2009	17				10				9	1	390	Ascitis	9				10				10
17/05/2009	18				10				9				9				10				10
18/05/2009	19				10				9				9				10				10
19/05/2009	20				10				9	1	291	Ascitis	8				10				10
20/05/2009	21				10				9				8				10				10
TOTAL	0				10	1			9	2			8	0			10	0			10

Acum: Acumulado

ANEXO XXVI

Continuación. Registro de mortalidad Bateria 2

Ensayo: Harina de mashua						Responsable: Byron Urresta															
Bateria: 2		Jaula 6		A		Jaula 7		B		Jaula 8		D		Jaula 9		C		Jaula 10		E	
Fecha	Día	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum
30/04/2009	1				10				10				10				10				10
01/05/2009	2				10				10				10				10				10
02/05/2009	3				10				10				10				10				10
03/05/2009	4				10				10				10				10				10
04/05/2009	5				10				10				10				10				10
05/05/2009	6				10				10				10				10				10
06/05/2009	7				10				10				10				10				10
07/05/2009	8				10				10				10				10				10
08/05/2009	9				10				10				10				10				10
09/05/2009	10				10				10				10				10				10
10/05/2009	11				10				10				10				10				10
11/05/2009	12				10				10				10				10				10
12/05/2009	13				10				10				10				10				10
13/05/2009	14				10				10				10				10	1	127	Descarte	9
14/05/2009	15				10				10				10				10				9
15/05/2009	16				10				10				10				10				9
16/05/2009	17				10				10				10				10				9
17/05/2009	18				10				10				10				10	1	539	M. Súb	8
18/05/2009	19				10	1	516	Ascitis	9	1	372	Ascitis	9				10				8
19/05/2009	20				10				9	1	396	Ascitis	8				10				8
20/05/2009	21				10				9				8				10				8
TOTAL	0				10	1			9	2			8	0			10	2			8

Acum: Acumulado, M. Súb: Muerte súbita

ANEXO XXVII

Registro mortalidad Bateria 3

Ensayo: Harina de mashua						Responsable: Byron Urresta															
Bateria: 3		Jaula 1		C		Jaula 2		B		Jaula 3		E		Jaula 4		D		Jaula 5		A	
Fecha	Día	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum
30/04/2009	1				10				10				10				10				10
01/05/2009	2				10				10				10				10				10
02/05/2009	3	1	33	M. Súb	9				10				10				10	1	56	M. Súb	9
03/05/2009	4				9				10				10				10				9
04/05/2009	5				9				10				10				10				9
05/05/2009	6				9				10				10				10				9
06/05/2009	7				9				10				10				10				9
07/05/2009	8				9				10	1	106	Atrap	9				10				9
08/05/2009	9				9				10				9				10				9
09/05/2009	10				9				10				9				10				9
10/05/2009	11				9				10				9				10				9
11/05/2009	12				9				10				9				10				9
12/05/2009	13				9				10				9				10				9
13/05/2009	14	1	309	M. Súb	8				10				9				10				9
14/05/2009	15				8				10				9				10				9
15/05/2009	16				8				10				9				10				9
16/05/2009	17				8				10				9				10				9
17/05/2009	18				8				10				9				10				9
18/05/2009	19				8				10				9	1	325	Ascitis	9				9
19/05/2009	20				8	1	286	M. Súb	9				9				9				9
20/05/2009	21				8				9				9				9				9
TOTAL		2			8	1			9	1			9	1			9	1			9

Acum: Acumulado, M. Súb: Muerte súbita, Atrap: Atrapado

ANEXO XXVII

Continuación. Registro mortalidad Bateria 3

Ensayo: Harina de mashua						Responsable: Byron Urresta															
Bateria: 3		Jaula 6		D		Jaula 7		C		Jaula 8		A		Jaula 9		B		Jaula 10		E	
Fecha	Día	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum	Diaria	Peso	Causa	Acum
30/04/2009	1				10				10				10				10				10
01/05/2009	2				10				10				10				10				10
02/05/2009	3				10				10				10				10				10
03/05/2009	4				10				10				10				10				10
04/05/2009	5				10				10				10				10				10
05/05/2009	6				10				10				10				10				10
06/05/2009	7				10				10				10				10				10
07/05/2009	8				10				10				10				10				10
08/05/2009	9				10				10				10				10				10
09/05/2009	10				10	1	125	Atrap	9				10				10				10
10/05/2009	11				10				9				10				10				10
11/05/2009	12				10				9				10				10				10
12/05/2009	13				10				9				10				10				10
13/05/2009	14				10				9				10				10				10
14/05/2009	15				10				9				10				10				10
15/05/2009	16				10				9	1	446	Ascitis	9				10				10
16/05/2009	17				10				9				9				10				10
17/05/2009	18				10				9				9	1	263	Ascitis	9				10
18/05/2009	19				10				9				9				9				10
19/05/2009	20				10				9				9				9				10
20/05/2009	21				10				9				9				9				10
TOTAL	0				10	1			9	1			9	1			9	0			10

Acum: Acumulado, Atrap: Atrapado

ANEXO XXVIII

Registro de pesos de la relación intestinal

Tratamiento	Peso ave	Prom	Pechuga	Prom	Molleja	Prom	Hígado	Prom	Intestinos	Prom
A	844		0,21		0,03		0,03		0,08	
A	823		0,20		0,03		0,03		0,06	
A	959		0,19		0,03		0,03		0,06	
A	858		0,21		0,03		0,04		0,07	
A	809		0,20		0,03		0,03		0,06	
A	890		0,19		0,03		0,03		0,08	
A	902		0,18		0,03		0,04		0,07	
A	915		0,19		0,03		0,03		0,06	
A	907		0,20		0,03		0,03		0,05	
A	968	888	0,20	0,20	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,07
B	923		0,18		0,03		0,03		0,06	
B	922		0,17		0,03		0,03		0,05	
B	963		0,17		0,03		0,03		0,05	
B	816		0,20		0,03		0,03		0,05	
B	844		0,19		0,03		0,03		0,06	
B	801		0,20		0,03		0,03		0,06	
B	873		0,22		0,03		0,03		0,06	
B	885		0,23		0,03		0,03		0,06	
B	804		0,22		0,03		0,03		0,06	
B	740	857	0,19	0,20	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,06
C	811		0,22		0,03		0,03		0,06	
C	979		0,19		0,03		0,04		0,06	
C	799		0,22		0,03		0,03		0,06	
C	884		0,20		0,03		0,03		0,06	
C	964		0,20		0,03		0,03		0,07	
C	668		0,18		0,03		0,03		0,05	
C	765		0,21		0,03		0,03		0,05	
C	810		0,19		0,03		0,03		0,06	
C	764		0,21		0,03		0,03		0,06	
C	735	818	0,21	0,20	0,04	0,03	0,03	0,03	0,06	0,06
D	820		0,22		0,03		0,03		0,05	
D	800		0,21		0,03		0,03		0,06	
D	821		0,21		0,02		0,03		0,07	
D	831		0,19		0,03		0,03		0,07	
D	830		0,21		0,03		0,03		0,07	
D	731		0,21		0,04		0,03		0,07	
D	620		0,19		0,03		0,04		0,07	
D	449		0,20		0,03		0,03		0,07	
D	847		0,20		0,03		0,03		0,06	
D	861	761	0,21	0,20	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,06
E	729		0,20		0,03		0,03		0,04	
E	792		0,19		0,03		0,03		0,06	
E	794		0,20		0,03		0,03		0,07	
E	730		0,19		0,04		0,03		0,06	
E	769		0,21		0,03		0,04		0,06	
E	659		0,22		0,03		0,03		0,07	
E	831		0,19		0,03		0,03		0,06	
E	690		0,18		0,03		0,03		0,07	
E	873		0,22		0,03		0,03		0,07	
E	828	770	0,21	0,20	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,06

Prom: Promedio, Todos los valores se encuentran en gramos con relación al peso del ave.

ANEXO XXIX

Diagnóstico histopatológico (hígados y riñones)



LABORATORIO DE DIAGNOSTICO

PRONACA

FECHA INGRESO:	29-May-09	CASO No.	09-940
GRANJA:	Galpón Experimental	F. REPORTE:	16-Jun-09
REMITENTE:	Dr. Antonio Kalinowski	MORTALIDAD	N.I.
LOTE:	N.I.	MORBILIDAD:	N.I.
GALPÓN:	Experimental	EDAD:	N.I.
MUESTRAS:	Tejidos fijados en formol		
SOLICITUD:	Diagnóstico Histopatológico		

CUADRO CLINICO

Se reciben muestras de tejidos fijados en formol a partir de aves, cuya historia clínica refiere prueba experimental para evaluar la inclusión de diferentes niveles de Mashua: tratamiento A, control; tratamiento C, 15% de Mashua y tratamiento E, 30% Mashua.

Durante la recepción de las muestras fue evidente la mala condición de éstas pues fueron halladas desgarradas y con mal proceso de fijación. De todas formas fueron procesadas bajo estas condiciones.

PATOLOGIA MICROSCOPICA

Tratamiento A

Hígado: Se evalúan múltiples cortes de tejido hepático en los que se halla infiltración grasa de tipo microvacuolar, moderada, difusa con congestión vascular y sinusoidal ligera, difusa. En algunos campos se hallaron agregados linfoides reactivos de aspecto normal.

Riñón: Se evalúan múltiples cortes de tejido renal en los que se congestión vascular, moderada, difusa con agregados linfoides reactivos de aspecto normal. En algunos campos se halló dilatación tubular, focal con espacios vacíos acompañado por aparente degeneración glucogénica celular.

DIAGNOSTICO

- *Degeneración grasa hepática, moderada, difusa*
- *Nefrosis inespecífica*

Tratamiento C

Hígado: Se evalúan múltiples cortes de tejido hepático (4) en los que se halla congestión sinusoidal, ligera, difusa con ligera proliferación linfocítica y fibrosis en región periportal asociada. Se halló igualmente infiltración grasa, moderada, difusa. En uno de los cortes no se hallaron cambios importantes excepto el cambio de grasa ya descrito para los cortes adicionales.

Riñón: Se evalúan múltiples cortes de tejido renal (5) en los que se hallaron cambios relacionados con deficiente proceso de fijación. En forma general, se halló infiltración linfocítica ligera, difusa en tejido intersticial con aparente degeneración citoplasmática en células epiteliales tubulares.

DIAGNOSTICO

- *Colangiohepatitis no supurativa, fibrosante, ligera, focal*
- *Degeneración grasa hepática, moderada, difusa*
- *Nefritis intersticial no supurativa, ligera, focal*
- *Nefrosis inespecífica*

ANEXO XXIX

Continuación. Diagnóstico histopatológico (hígados y riñones)



LABORATORIO DE DIAGNOSTICO

PRONACA

FECHA INGRESO:	29-Mayo-09	CASO No.	09-940
GRANJA:	Galpón experimental	F. REPORTE:	16-Jun-09
REMITENTE:	Dr. Antonio Kalinowski	MORTALIDAD:	N.I.
LOTE:	N.I.	MORBILIDAD:	N.I.
GALPÓN:	Experimental	EDAD:	N.I.
MUESTRAS:	Tejidos fijados en formol		
SOLICITUD:	Diagnóstico Histopatológico		

HOJA 2Tratamiento E

Hígado: Se evalúan múltiples cortes de tejido hepático (5); en general, se halló fibroplasia ligera en región periportal con hepatocitos de aspecto granular (glicógeno?) con proliferación de células linfoides asociada. En todas las muestras evaluadas se encontró infiltración grasa, microvacuolar, moderada, difusa.

Riñón: Se evalúan múltiples cortes de tejido renal en los que se hallaron cambios relacionados con deficiente proceso de fijación. En forma general, se encontró dilatación tubular con espacios vacíos sin cambios específicos asociados.

DIAGNOSTICO:

- *Colangiohepatitis no supurativa, fibrosante, ligera, focal*
- *Degeneración grasa hepática, moderada, difusa*

COMENTARIO: Los cambios descritos son compatibles con procesos degenerativos hepáticos de naturaleza metabólica sin encontrarse mayor diferencia entre los tratamientos. Los procesos inflamatorios y proliferativos en región periportal, no tienen origen establecido en las muestras evaluadas.

ESTE RESULTADO ES UNICAMENTE VALIDO PARA LA(S) MUESTRA(S) ANALIZADA(S) EN EL LABORATORIO

Atentamente,

Alejandro Torres L. MV. MSc.
Director Sanidad Animal y Laboratorio

ANEXO XXX

Registro balance de retención de proteína

Réplica	Consumo Individual	Peso heces	Proteína Alimento	Proteína Heces	Ingesta Proteína	Excreción Proteína	Retención	Coefficiente digestibilidad proteína	Promedio
Unidades	(g/ave/día)	(g)	(Energía)	(Energía)	(g/día)	(g/día)	(g)	(%)	(%)
12 A	98,44	18,67	20,54	28,23	20,22	5,27	14,95	73,94%	
16 A	95,70	12,50	20,54	31,18	19,66	3,90	15,76	80,18%	
25 A	85,56	21,47	20,54	24,80	17,57	5,32	12,25	69,71%	
28 A	96,22	19,37	20,54	24,27	19,76	4,70	15,06	76,22%	75,01%
14 B	97,40	16,07	20,44	20,39	19,91	3,28	16,63	83,55%	
17 B	98,33	21,23	20,44	28,74	20,10	6,10	14,00	69,64%	
22 B	97,89	19,83	20,44	25,60	20,01	5,08	14,93	74,62%	
29 B	98,44	20,42	20,44	21,33	20,12	4,35	15,77	78,36%	76,54%
13 C	98,00	26,12	22,00	13,82	21,56	3,61	17,95	83,26%	
19 C	99,60	19,85	22,00	29,64	21,91	5,88	16,03	73,16%	
21 C	87,13	22,18	22,00	29,20	19,17	6,48	12,69	66,21%	
27 C	99,56	19,25	22,00	25,92	21,90	4,99	16,91	77,22%	74,96%
15 D	89,20	16,91	21,21	27,95	18,92	4,72	14,19	75,03%	
18 D	97,75	22,18	21,21	27,14	20,73	6,02	14,71	70,96%	
24 D	96,67	23,57	21,21	27,25	20,50	6,42	14,08	68,68%	
26 D	97,90	14,49	21,21	23,00	20,76	3,33	17,43	83,95%	74,65%
11 E	84,00	13,13	21,79	16,64	18,30	2,18	16,12	88,07%	
20 E	99,50	19,43	21,79	25,58	21,68	4,97	16,71	77,08%	
23 E	89,44	22,63	21,79	26,44	19,49	5,98	13,51	69,30%	
30 E	90,40	16,80	21,79	25,26	19,70	4,24	15,45	78,46%	78,23%

ANEXO XXXI

Registro balance de retención de grasa

Réplica	Consumo Individual	Peso heces	Proteína Alimento	Proteína Heces	Ingesta Proteína	Excreción Proteína	Retención	Coefficiente digestibilidad proteína	Promedio
Unidades	(g/ave/día)	(g)	(Energía)	(Energía)	(g/día)	(g/día)	(g)	(%)	(%)
12 A	98,44	18,67	4,14	7,34	7,23	0,77	6,45	89,31%	
16 A	95,70	12,50	4,17	7,34	7,02	0,52	6,50	92,58%	
25 A	85,56	21,47	3,88	7,34	6,28	0,83	5,45	86,74%	
28 A	96,22	19,37	3,52	7,34	7,06	0,68	6,38	90,35%	89,74%
14 B	97,40	16,07	3,34	7,28	7,09	0,54	6,55	92,43%	
17 B	98,33	21,23	4,74	7,28	7,16	1,01	6,15	85,94%	
22 B	97,89	19,83	3,41	7,28	7,13	0,68	6,45	90,51%	
29 B	98,44	20,42	3,94	7,28	7,17	0,80	6,36	88,78%	89,41%
13 C	98,00	26,12	4,88	7,00	6,86	1,27	5,59	81,42%	
19 C	99,60	19,85	3,47	7,00	6,97	0,69	6,28	90,12%	
21 C	87,13	22,18	3,06	7,00	6,10	0,68	5,42	88,87%	
27 C	99,56	19,25	3,46	7,00	6,97	0,67	6,30	90,44%	87,71%
15 D	89,20	16,91	3,81	6,76	6,03	0,64	5,39	89,32%	
18 D	97,75	22,18	4,23	6,76	6,61	0,94	5,67	85,80%	
24 D	96,67	23,57	3,16	6,76	6,53	0,74	5,79	88,60%	
26 D	97,90	14,49	2,98	6,76	6,62	0,43	6,19	93,48%	89,30%
11 E	84,00	13,13	7,35	7,02	5,90	0,96	4,93	83,64%	
20 E	99,50	19,43	2,95	7,02	6,98	0,57	6,41	91,80%	
23 E	89,44	22,63	3,43	7,02	6,28	0,78	5,50	87,64%	
30 E	90,40	16,80	3,41	7,02	6,35	0,57	5,77	90,97%	88,51%

