

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



**EVALUACIÓN Y FORMULACIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO
CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE MAÍZ AMARILLO (*Zea mays* L)
POR GERMEN DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willdenow)
PARA LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS CRIOLLOS EN LA FASE DE
INICIO**

PRESENTADO POR:

Fortunato CUYA TINEO

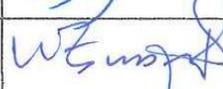
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AYACUCHO – PERÚ

- 2017 -

ACTA DE CONFORMIDAD

Los que suscribimos, miembros del jurado designado para el acto público de sustentación de tesis titulado “EVALUACIÓN Y FORMULACIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE MAIZ AMARILLO (*Zea mays* L.) POR GERMEN DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willdenow) PARA LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS CRIOLLOS EN LA FASE DE INICIO” presentado por el Bachiller Fortunato, CUYA TINEO, el cual fue sustentado el día 12 de Junio del 2017, en mérito a la Resolución Decanal N° 031- 2017 FIQM-D, damos la conformidad al trabajo final corregido, aceptando la publicación final de la mencionada tesis y declaramos el documento APTO, para que pueda iniciar sus gestiones administrativas, que conduzcan a la expedición y entrega del Título profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Miembros del Jurado	D.N.I.	Firma
Mg. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA	28308932	
Mg. Wilfredo TRASMONTA PINDAY	07560082	

DEDICATORIA

- A mis padres, quienes con su esfuerzo, amor y paciencia me condujeron por el camino de la verdad, la perseverancia y el éxito.
- A Ruth A. razón de mi existir.

AGRADECIMIENTO

- A la divina providencia y a toda mi familia por el apoyo prestado para realizar este trabajo.
- A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por haberme acogido en sus aulas.
- Al Ing. Percy F. Velásquez Ccosi asesor de la tesis y al M.Sc. Wilfredo Trasmonte Pinday por su apoyo y orientación desinteresada en la culminación del presente trabajo de investigación.
- A todos los docentes por haberme inculcado a lo largo de estos últimos años, compartido sus conocimientos y haberme guiado para esta gran tarea.
- A todas aquellas personas que de una u otra influyeron en mi formación profesional.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Generalidades de la quinua	3
2.1.1. Origen	3
a) Taxonomía.	4
b) Características nutricionales y usos de la quinua	4
c) Características agronómicas	5
d) Composición y valor nutritivo de la quinua	5
e) Calidad de la proteína	5
2.2 Insumos	7
a) El maíz	7
b) Quinua blanca de Junín	8
c) Harina de pescado	9
d) Torta de soya	9
e) Pre mezclas de vitaminas y minerales	10
f) Afrecho de trigo	10
g) Aceite crudo de palma africana	11
h) Cloruro de sodio	11
i) Carbonato de calcio	11
j) Antibióticos	12
k) Pre mezcla	12
l) Pollos criollos	12
2.3.1. Identificación taxonómica del pollo de engorde	13
2.3.2. Nutrición y alimentación de pollos	13
2.3.3. Energía en las raciones de pollos de engorde	13
2.3.4. Grasa en las raciones de pollo	14
2.3.5. Proteína en las raciones de pollo	14

2.3.6. Composición elemental de las proteínas	14
2.3.7. Requerimiento nutricional para pollos criollos	15
2.3.8. Densidad de pollos	16
2.4. Balance de raciones	16
2.4.1. Métodos de la formulación de raciones	17
2.4.2. Método prueba y error. “tanteo”	18
2.4.3. Ecuaciones simultáneas	19
2.4.4. Cuadro de Pearson	19
2.4.5. Programación lineal	19
2.4.6. Mezclado	20
2.5. Germinación de granos andinos	20
2.5.1. Capacidad de germinación	20
2.5.2. Limpieza	21
2.5.3. Lavado	21
2.5.4. Remojo	21
2.5.5. Germinación	22
2.5.6. Secado	23
2.5.7. Molienda	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1. Materiales	24
3.1.2. Materiales de campo	24
3.1.3. Material Experimental	25
a) Quinoa blanca Junín	25
b) Pollos criollos de doble propósitos	25
3.2. Método	26
3.2.1 Metodología para determinar el efecto del germen de quinoa en la incorporación de las raciones de pollos criollos.	26
3.3. Diseño estadístico	26
3.3.1. Análisis estadístico y pruebas de significancia	27
3.3.2. Esquema del análisis de varianza	28
3.3.3. Variable en estudio	28
3.3.3.1. Variables dependientes	28
3.3.3.2. Variables independientes	28
3.4. Procedimiento experimental	29

3.4.1. Obtención del germen de quinua	29
3.4.1.1. Remojo de la semilla	29
3.4.1.2. Germinación	29
a) Parámetros para la germinación de la quinua	30
b) Acontecimientos celulares durante la germinación	30
c) Síntesis de proteínas durante el germinado.	30
d) Extensión de la radícula.	31
3.4.1.3. Secado	31
3.4.1.4. Molienda	32
3.4.2. Formulación y balance nutricional de las raciones para la Investigación	32
3.4.3. Pesado y mezcla de los insumos	35
3.4.4. Acondicionamiento del galpón	35
3.4.5. Recepción	35
a) Selección al azar	35
b) Pesado de pollos	35
c) Distribución de los pollos para su tratamiento	35
d) Sistema de alimentación	36
3.4.6. Manejo y control en la recría	36
a) Manejo de los pollos	36
b) Control sanitario	37
3.5. Calculo de variables	37
3.5.1. Ganancia de peso	37
3.5.2. Conversión alimenticia	38
3.5.3. Consumo de alimento	38
3.6. Recolección de datos	38
3.6.1. Fuente de información primaria	38
3.6.2. Fuente de información secundaria	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1. Ganancia de peso	39
4.2. Consumo de alimento	42
4.3. Conversión alimenticia	46
4.4. Evaluación de los costos y retribución económica	50

CONCLUSIONES	52
RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXOS	59

ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
Nº	CUADRO	
01	Composición de los carbohidratos de tres variedades de quinua	6
02	Contenido de aminoácidos en el grano de quinua respecto (100 g)	7
03	Contenido de vitaminas en el grano de quinua (mg/100 g de materia seca)	7
04	Análisis bromatológico del maíz amarillo de producción nacional	8
05	Análisis bromatológico de la torta de soya Argentina	10
06	Análisis bromatológico de afrecho de trigo de obtención del Mercado nacional	11
07	Composición elemental de las proteínas específicas	15
08	Requerimiento nutricional de pollos criollos	16
09	Espacio requerido para pollos criollos	16
10	Tiempo de remojo de granos andinos	22
11	Composición de granos andinos germinados	22
12	Composición de granos andinos	25
13	Esquema experimental	27
14	Esquema del ANVA	28
15	Variables dependientes (pollos criollos)	28
16	Variables independientes (germen de quinua)	28
17	Balance de las cuatro raciones con sustitución parcial del maíz amarillo por el germen de quinua (40; 60 y 80 %) para alimentar a los pollos criollos en la fase de inicio	34
18	Distribución de tratamientos dentro del galpón	36
19	Análisis de varianza para la ganancia de peso	40
20	Prueba del rango múltiple de Duncan para ganancia de peso	40
21	Análisis de varianza de consumo de alimento	44
22	Prueba del rango múltiple de Duncan para consumo de alimento	44
23	Análisis de varianza de conversión alimenticia	48
24	Prueba del rango múltiple de Duncan para conversión alimenticia	48
25	Costo por kg de ración para la etapa de inicio	50
26	Costo de la alimentación por pollo a los 28 días de edad	51

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Nº	FIGURA	
01	Diagrama de flujo cualitativo del método de formulación de raciones	18
02	Diagrama de flujo cualitativo del procedimiento experimental	26
03	Ganancia de peso a los 28 días de edad de los tratamientos	41
04	Ecuación de regresión de la ganancia de peso a la cuarta semana de suministrado el alimento	42
05	Comparación de los tratamientos del consumo de raciones por los Pollos a la cuarta semana	43
06	Ecuación de regresión del consumo de alimento a la cuarta semana de suministrado la ración	46
07	Conversión alimenticia a la cuarta semana de los tratamientos evaluados comparados con el testigo	47
08	Regresión para el índice de conversión alimenticia a la cuarta semana	49

ÍNDICE DE ANEXOS

		pág.
Nº	ANEXO	
01	Control y registros de datos repetición I	60
02	Control y registro de datos repetición II	61
03	Control y registro de datos repetición III	62
04	Proceso de germinación de la quinua	63
05	Acondicionamiento y recepción material experimental	64
06	Material de campo	65
07	Limpieza y ambientación del galpón	66
08	Resultados de los tratamientos	67
09	Requerimiento nutricional de formulaciones comerciales de pollos	68
10	Formulación de la ración al mínimo costo con solver	69
11	Software estadístico SAS	70
12	Reporte de consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia semanal	71

LISTA DE ABREVIATURAS UTILIZADAS

mg	miligramo
g	gramo
Aw	Actividad de Agua
mm	milímetros
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
FAO.	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Kg.	Kilogramo
°C	grados centígrados
Kcal.	Kilo caloría
cm.	Centímetro
E.M.	Energía metabólica
M.J.	Megajoules
E.R.C.	Enfermedades respiratorias crónicas
D.C.A.	Diseño completamente al azar
N.R.C	National research council
Q.	agua
Hi.	Humedad inicial
Hf.	Humedad final
PL.	Programación lineal
ISAMISA.	Integración San Miguel sociedad anónima

RESUMEN

El objetivo de este trabajo de investigación, fue evaluar el germen de quinua (*Chenopodium quinoa* Willdenow) como aporte proteico y energético en la elaboración de raciones nutricionales para la alimentación de pollos criollos (*Gallus domesticus*) en la fase de inicio, para tal fin se utilizaron 120 pollos sin sexar de un peso de inicio 40 g en promedio, los cuales fueron seleccionados al azar.

El trabajo de investigación se realizó en tres etapas, en la primera se acondicionaron los granos de quinua blanca Junín, la cual fueron hidratados durante 8 horas, germinados por 4 días y secados a 60 ° C hasta obtener un peso constante. Finalmente fueron molidos a un tamaño de partícula 0.025 mm a la que se incluyó a los demás ingredientes para obtener una ración.

En la segunda etapa se realizó la preparación de las raciones que fueron cuatro tratamientos (T0, T1, T2 y T3) el T0 fue el alimento testigo (concentrado comercial), T1 fue una formulación de alimento balanceado en base a un 40 % de germen de quinua, T2 en base a 60 % de germen de quinua y T3 en base a 80 % de germen de quinua, la tercera etapa es el suministro de las raciones. Los pollos fueron acondicionados en grupos de diez unidades de 2 días de nacido; registrándose el primer peso de llegada de 40 g de peso en promedio; las raciones fueron suministradas y el registro del peso diario durante 28 días, se observó que con el (T1) hubo mayor ganancia de peso con respecto al T2 y T3.

Se utilizó la hoja cálculos del Excel opción solver para la formulación de las raciones con niveles de 40; 60 y 80 % con sustitución parcial de maíz amarillo por germen de quinua. Las mezclas fueron hechas en forma artesanal y teniendo en consideración los aspectos cualitativos de color, las raciones fueron formuladas de acuerdo a los requerimientos nutricionales del pollo con un nivel de 22 % de proteína y 3035 Kcal/kg de Energía Metabólica. Respectivamente para la etapa de inicio. Por ello bajo las condiciones del presente estudio la ración con 40 % de sustitución de amarillo por germen de quinua tuvo buena ganancia de peso, consumió de alimento y una mejor conversión alimenticia de 2,05.

El método utilizado es el experimental se empleó un diseño completamente al azar, el cual estuvo conformada por cuatro tratamientos con tres repeticiones incluidas el testigo absoluto con 10 unidades experimentales, dando una población de 120 pollos criollas de un día de nacido, la alimentación se realizó por 28 días.

Las variables que se tuvieron en cuenta fueron de tipo cualitativo y cuantitativo como: el consumo de alimento diario, ganancia de peso, conversión alimenticia; para la obtención de los datos se hizo el registro de peso todos los días en la mañana en ayunas; al finalizar el trabajo que tuvo una duración de 28 días se determinó mediante la utilización de las formulas y del análisis estadístico correspondiente.

I. INTRODUCCION

En la actualidad la producción de pollos criollos en la región de Ayacucho se constituye una actividad de mucha importancia tal es así que los productores buscan sustituir la alimentación convencional por otros insumos y granos no convencionales que se producen en la región.

Es necesario estar preparados para enfrentar constantes retos, uno de ellos es la volatilidad en los precios de ingredientes de la ración. Por ello, la búsqueda por ingredientes alternativos que generen ahorros en la alimentación de los animales es cada vez mayor y pueden ser empleadas exitosamente para garantizar la rentabilidad del sector avícola.

En la región, para la crianza de pollos recurren únicamente a la alimentación convencional en base al uso de maíz amarillo como alimento de inicio, sin embargo el propósito de este trabajo es el evaluar las posibilidades de emplear raciones formuladas en el lugar, empleando ingredientes propios de la región y suplementándolo con productos ricos en proteínas. Es por ello que se presenta como materia prima el germen de quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*) como fuente de proteínas y energía en la alimentación de los pollos criollos en la etapa de inicio.

Las raciones más satisfactorias están integradas por una combinación de cereales y concentrados proteicos de origen animal. Para el bienestar de los pollos y un buen crecimiento de los mismos, la ración debe proporcionar las vitaminas necesarias. La vitamina A se aporta principalmente con el maíz amarillo (Heuser, 1963).

En este sentido, el alimento balanceado para pollos constituye una mezcla de diferentes ingredientes, que deben suministrar todos los nutrientes necesarios para el normal desarrollo y crecimiento de los pollos en la etapa de inicio; por ello es

necesario buscar alternativas que maximicen la eficiencia productiva, a través de un mejor crecimiento y menor mortalidad, agilizando la producción, haciendo de esta una actividad más rentable y económica; por lo tanto, en el presente estudio se compara el uso de raciones a base de germen de quinua como la principal fuente proteica, en la fase de inicio.

La necesidad de investigar sobre nuevas fuentes alimenticias que sean económicas, de alta calidad y disponibles en nuestro medio, como el caso de la quinua germinada (*Chenopodium quínoa willdenow*) puede ser una alternativa viable en la sustitución parcial en la dieta para pollos criollos al ser incluida como materia prima no convencional, por sus excelentes posibilidades de adaptación a nuestro medio y por poseer una proteína de alto valor biológico debido a su elevado contenido de Lisina y su balance de aminoácidos esenciales, la cual hace comparable con otras materias primas utilizadas en las dietas para balanceados de alta calidad (Mosquera, 2009).

Con la sustitución del maíz amarillo por germen de quinua en la formulación de raciones alimenticias para pollos criollo de inicio se plantean los siguientes objetivos:

- Evaluar y formular la sustitución parcial del maíz amarillo por el germen de quinua (*Chenopodium quínoa Willdenow*) en la alimentación de pollos criollos en la fase de inicio.
- Evaluar la conversión alimenticia en tres tratamientos (40; 60 y 80 %) de germen de quinua
- Determinar el efecto del germen de quinua (*Chenopodium quínoa Willdenow*) en la sustitución parcial del maíz amarillo en las raciones de pollos criollos.
- Caracterización física y química del alimento balanceado de la mejor conversión alimenticia.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Generalidades de la quinua

2.1.1. Origen

La quinua real es un producto natural de Bolivia tiene como nombre científico (*Chenopodium quinoa* Willdenow), planta cultivada en el altiplano boliviano desde la época de los incas es de tipo quenopodiácea pseudo cereal, que produce una semilla comestible pequeña de 2.63 mm. De diámetro, grano redondo semiaplanado de color blanco amarillento (Tapia et al, 1979).

La zona andina comprende uno de los ocho mayores centros de domesticación de plantas cultivadas en el mundo, dando origen a uno de los sistemas agrícolas más sostenibles y con mayor diversidad genética en el mundo. La quinua, una planta andina, muestra la mayor distribución de formas y diversidad de genotipos en los alrededores del Lago Titicaca de Perú y Bolivia, adaptándose desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm. (Heiser y Nelson; 1974).

La quinua fue cultivada y utilizada por las civilizaciones prehispánicas, y reemplazada por los cereales a la llegada de los españoles, a pesar de constituir un alimento básico de la población de ese entonces. (Mujica, 1996).

a) Clasificación Taxonómica.

Reino : Plantae.

División : Magnoliophyta.

Clase : Magnoliopsida.

Orden : Caryophyllales.

Familia : Amaranthaceae.

Especie : Quinoa.

Variedad: Willdenow.

Fuente: Tapia et al, (1979).

b) Características nutricionales y usos de la quinua

El valor nutricional de la quinua es solo comparable a la leche materna, característica que lo convierte en el alimento más completo y balanceado, semejante y superior a muchos productos de origen animal, como la carne, leche, huevos o el pescado. Su alto contenido en proteínas, carbohidratos, minerales y vitaminas lo hacen especialmente útil para la alimentación de personas que realizan grandes esfuerzos físicos, de atletas, niños y mujeres embarazadas. (Tapia, M., 1997).

La quinua, como proteína vegetal, ayuda al desarrollo y crecimiento del organismo, conserva el calor y energía del cuerpo, es fácil de digerir y forma una dieta completa y balanceada. (Tapia, M., 1997).

La Quinoa es el cereal de mayor y más completa composición en aminoácidos que existen sobre el planeta. Contiene los 20 aminoácidos, incluyendo los 10 esenciales, especialmente la lisina, que es de vital importancia para el desarrollo de las células del cerebro, los procesos de aprendizaje, memorización y raciocinio, así como para el crecimiento físico. La quinua posee 40 % más de lisina que la leche (considerada todavía como el alimento ejemplar de la humanidad). De allí su calificativo de súper cereal. No contiene colesterol ni gluten: una gran ventaja porque el gluten está presente en la mayoría de los cereales e impide que las personas intolerantes o

alérgicas a esta sustancia puedan ingerirlos. Además, proporcionan minerales y vitaminas naturales, especialmente A, C, D, B1, B2, B6, ácido fólico (otra vitamina del grupo B), niacina, calcio, hierro y fósforo, en porcentajes altos y garantizados de la IDR (Ingestión Diaria Recomendada). Es reconocida también como uno de los alimentos de origen vegetal más nutritivos y completos. (Tapia, M., 1997).

c) Características agronómicas

La planta crece y madura en un periodo de 6 a 7 la siembra se efectúa durante los meses de Setiembre hasta abril en las condiciones propicias climáticas de los andes desde los 2500 a 4000m de altitud, bajas temperaturas y escasas humedad. El grano tiene sus limitaciones antes de ser consumidas, es preciso extraer cierta cantidad de compuestos glucósidos llamados saponina, los cuales se encuentran en el epicarpio de esta especie, tales compuestos confieren un sabor amargo. El rendimiento por hectárea es en promedio de 1000 a 1500 Kg (Ramos, 2006).

d) Composición y valor nutritivo de la quinua

El contenido de proteína

Varía entre 10,85 y 19,25 % (en base seca) de donde se desprende su importancia como fuente proteica, el valor nutritivo de la quinua se explica por la elevada proporción del embrión en el grano, el cual concentra del 35 % al 40 % de proteínas, mientras que en el perisperma solo del 6,3 al 8,3 % de la proteína total del grano (Ayala, 1997).

e) Calidad de la proteína

La calidad de la proteína depende del contenido de aminoácidos esenciales los cuales son ocho la proteína del huevo o de la leche han sido consideradas ser las mejores proteínas sobre la base de su utilización por los animales, de modo que las calidades de otras proteínas pueden ser determinadas por comparación del contenido de sus aminoácidos esenciales con los del huevo o la leche. Por ejemplo, la quinua de la variedad de reno, contiene mayor cantidad de lisina (81 mg/g de proteína), que la proteína de huevo (71 mg/g de proteína). (Ayala et, al 1996).

Cuando se habla de proteínas hay que tomar en cuenta dos aspectos básicos: la cantidad y la calidad. La cantidad de proteína es un cálculo hasta cierto punto difícil y para ello es necesario determinar el porcentaje de humedad que contiene la quinua: sin embargo, esta cantidad no es importante como la eficiencia con la que el cuerpo pueda utilizar las proteínas ingeridas. Esto lleva al segundo punto, el de la calidad de la proteína de quinua, y aquí se trata de la superioridad en contenido de aminoácidos esenciales en relación a las proteínas de los cereales, es decir cuantos y que cantidad de aminoácidos esenciales proporcionan al organismo cada proteína para síntesis de tejido (Ayala et al, 1996).

El cuadro 01; 02 y 03 presentan la composición de carbohidratos de diferentes variedades de quinua, contenido de aminoácidos y contenido vitamínico del grano de quinua respectivamente.

Cuadro 01. Composición de los carbohidratos de tres variedades de quinua

Componente	Roja	Amarilla	Blanca
Almidón (%)	59,2	58,1	64,2
Monosacáridos (%)	2,0	2,1	1,8
Disacáridos (%)	2,6	2,2	2,6
Fibra cruda (%)	2,4	3,1	2,1
Pentosanas (%)	2,9	3,0	3,6

Fuente: F.A.O (2013)

Cuadro 02. Contenido de aminoácidos en el grano de quinua respecto. (100 g)

Aminoácidos	Valor (%)
Arginina	7,4
Isoleucina	6,4
Leucina	7,1
Lisina	6,6
Fenilalanina	3,5
Metionina	2,4
Tirosina	4,8
valina	4,0

Fuente: Fairlie, R. (2016)

Cuadro 03. Contenido de vitaminas en el grano de quinua (mg/100 g de materia seca)

Vitaminas	Rango (mg)
A (Carotenos)	0,12 – 0,53
E	4,60 – 5,90
Tiamina	0,05 – 0,60
Riboflavina	0,20 – 0,46
Niacina	0,16 – 1,60
Ácido Ascórbico	0,00 – 8,50

Fuente: Rúales, et., al 1992; citado por F.A.O. (2011)

2.2. Insumos

a) **El maíz**, es uno de los cereales que provee mayor cantidad de energía como consecuencia de su elevado contenido en almidón y grasas, cualidad particularmente

apreciada en la alimentación de aves y cerdos. Es utilizado de varias formas mazorca, choclo, seco molido o triturado o subproductos, a excepción de maíz y el germen (usado este último para extraer aceite). Por otra parte el maíz es pobre en proteína (lisina y triptófano), vitaminas (niacina no disponible), fósforo (ausencia de fitasas activas). Es considerado por algunos nutricionistas como irremplazable en las raciones para aves y cerdos. (Muños y Casso, 2007). En el cuadro 04 se describe las principales características nutricionales de este producto agrícola que es el principal insumo para la formulación y elaboración de alimentos balanceados en el país, debido a su costo y al aporte nutricional que otorga como carotenos que actúan como antioxidantes y pigmentos, llegando a ser usado hasta un 61 % en la formulación de dieta. (Chachapoya, 2014).

Cuadro 04. Análisis bromatológico del maíz amarillo de producción nacional

Nutrientes	Cantidad (%)
Humedad	13,35
Materia seca	86,65
Proteína	8,80
Grasa	3,70
Fibra	2,10
Cenizas	1,50
Energía (Kcal/Kg)	3649

Fuente: Jarrin y Ávila (1990)

b) **Quinoa blanca de Junín**

Es una variedad propia de la región central del Perú. Se cultiva intensamente en la zona del valle del Mantaro, aunque también ha sido introducida con éxito en Antapampa, Cuzco. En la actualidad es una de las variedades que se cultiva más en Ayacucho. Esta variedad presenta dos tipos blanca y rosada. Es resistente al Mildiu (*Peronospora farinosa*), su periodo vegetativo es largo de 180 a 200 días, con granos blancos medianos hasta 2,5 mm), de bajo contenido de saponina. La panoja es

glomerulada, laxa y la planta alcanza una altura de 1,60 a 2,00 m. Sus rendimientos varían mucho según el nivel de fertilización, pudiendo obtenerse hasta 2500 kg/Ha (Tapia, 1979).

c) Harina de pescado

Es la harina más utilizada en la alimentación de animales, las variaciones que pueden presentar por su origen son de índole sanitaria, método de elaboración y conservación la cual exige los controles de orden químico microbiológico y morfológico. En cualquier caso antes de elaborar la harina, debe someterse la materia prima al desangrado. (Muños y Casso, 2007).

La harina de pescado es considerada la materia prima ideal dentro de las fuentes proteicas de origen animal debido a las excelentes características nutritivas (alto contenido de proteína) así como en la riqueza de factores biológicos, como lo son aminoácidos esenciales y la vitamina B12. (Muños y Casso, 2007).

d) Torta de soya

Considerada, desde el punto de vista zootécnico como la más importante fuente de proteína vegetal. Este reconocimiento se debe a su disponibilidad y alto nivel nutricional. Debe someterse a cocción para evitar el factor anti-tripsinico que es el responsable del no-crecimiento. (Muños y Casso, 2007)

El sub producto de la soya “torta de soya” es otro de los insumos de mayor demanda para la elaboración de alimento balanceado, dentro de la formulación se ocupa entre el 15 – 30 % en la dieta y es apreciado por su elevado contenido proteico que alcanza un 48 %. La composición de la torta de soya se refleja en el cuadro 05 (Chachapoya, 2014).

Cuadro 05. Análisis bromatológico de la torta de soya Argentina

Nutrientes	Cantidad (%)
Humedad	8,80
Materia seca	91,20
Proteína	43,70
Grasa	2,00
Fibra	3,50
Cenizas	6,40
Energía (Kcal/Kg)	3460

Fuente: Jarrin y Ávila (1990)

e) Pre mezclas de vitaminas y minerales

Son mezclas de trazas de minerales, vitaminas o de otros aditivos (aminoácidos o fármacos) solos o separados, que se adicionan a la mezcla bruta de los ingredientes alimenticios de una ración o con el propósito de balancear o completar los nutrientes requeridos en la fórmula que se está preparando. (Muños y Casso, 2007).

f) Afrecho de trigo

Es un componente importante de la dieta que son empleados en la formulación de toda ración animal; viene hacer el resultado de una parte de la molienda de los granos de trigo es decir es el subproducto de la harina de trigo, el contenido proteico oscila entre el 10 – 15 % contiene cantidades considerables de fosforo y vitaminas del grupo “B” (Buxáde, 1995).

Cuadro 06. Análisis bromatológico de afrecho de trigo de obtención del mercado nacional

Nutrientes	Cantidad (%)
Humedad	12,90
Materia seca	87,10
Proteína	12,10
Grasa	3,30
Fibra	18,40
Cenizas	6,00
Energía (Kcal/Kg)	3409

Fuente: (Jarrin y Ávila, 1990)

g) Aceite crudo de palma africana

En el país de la palma africana se extraen el palmiste y el aceite crudo, éste último es muy utilizado por su alto energético que provee, se le conoce como aceite debido a su alto contenido de beta-carotenos. (Chachapoya, 2014).

h) Cloruro de sodio

Es un ingrediente de tipo saborizante el exceso produce problemas como la retención de líquidos es necesario para el organismo por su contenido en calcio magnesio y manganeso. La sal no contiene calorías, su función principal es la que va ligada al paladar es el que va acentuar el sabor de las dietas, posee otras funciones como conservante; conciliar el sueño evita el exceso de salivación, previene la aparición de calambres musculares, y otras. (Chachapoya, 2014).

i) Carbonato de calcio

Es un producto que está constituido químicamente por CaCO_3 . Es un polvo blanco micro cristalino y fino, el carbonato de calcio es inodoro e insaboro y es estable en el aire. En alimentos para animales, cumple su papel como aportante cálcico, y además

ha sido utilizado para recubrir harinas que tienen la tendencia a agruparse en masa. (Melcion, 1988)

j) Antibióticos

Los antibióticos son formados por microorganismos, estas sustancias tienen la propiedad de inhibir el crecimiento de determinado tipo de microbios. Los antibióticos se pueden emplear en dosis terapéuticas que comprenden cantidades de 150 a 500 g por tonelada de alimento, dosis medias o preventivas que van desde 75 a 100 g por tonelada y dosis bajas o dietéticas que van de 10 a 50 g por tonelada. Los mecanismos mediante los cuales los antibióticos aceleran el crecimiento y favorecen un mayor aumento de peso en los animales que los consumen no se conocen bien. Se cree que la forma en que promueven el crecimiento se debe a:

1. La eliminación de organismos causantes de infecciones subclínicas
2. La reducción de sustancias tóxicas, como el amoníaco, que retardan el crecimiento
3. Menor destrucción y competencia por nutrientes en el tracto gastrointestinal por parte de los microorganismos. (Agudelo, 2001).

k) Pre mezcla

Es una mezcla que aporta vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales antimicóticos, compuestos medicinales y promotores de crecimiento para mejorar y completar la ración que debe contener el paquete nutricional (Dezi, 2010).

2.3. Pollos criollos

Es la línea de pollos criollos mejorados, mediante la selección y el cruce genético, con el objeto de mejorar su rendimiento en la producción de carne y huevos, sin perder sus características fenotípicas ni la rusticidad. (ISAMISA, 2014).

2.3.1. Identificación taxonómica del pollo de engorde

Reino.	Animal
Phylum.	Cordados
Subphylum.	Vertebrados
Clase.	Aves
Orden.	Galliformes
Familia.	Phasianidae
Género.	Gallus
Especie.	Gallusgallus domesticus
Línea genética.	Broiler

Fuente: Fradson. (2003)

2.3.2. Nutrición y alimentación de pollos

La alimentación es, sin duda, uno de los aspectos más importantes en la crianza de aves. Las aves, como el resto de los animales, necesitan una alimentación equilibrada, es decir, que contenga todos los nutrientes necesarios para que se desarrollen y crezcan sanas, en forma rápida y produzcan carne y huevos. La alimentación que les demos a las aves debe contener, necesariamente agua, alimentos que aporten proteínas, energía, minerales y vitaminas. De no ser así, los animales crecerán poco, producirán poca carne y huevos y muchos se enfermarán y morirán.

2.3.3. Energía en las raciones de pollos de engorde

Según Scott, M (1983) reporta que el pollito puede ajustar su consumo de alimento para obtener suficiente vigor para su crecimiento máximo mediante niveles diarios de energía que oscila entre 2800 a 3400 Kcal de energía metabólica (EM)/Kg de alimento relacionándolo con la altura sobre el nivel del mar de las diferentes explotaciones avícolas.

Según el programa de formulación Aminodat (2003), reporta como recomendaciones que son adecuados para pollos niveles de energía de 13,2 expresadas en megajoules (MJ) de energía metabólica (EM)/Kg. En la fase inicial (1 a 3 semanas), 13,4 expresadas en megajoules (MJ) de energía metabólica (EM)/Kg. En la fase de

crecimiento (4 a 7 semanas), 13,6 expresadas en megajoules (MJ) de energía metabólica (EM)/Kg en la última fase hasta el mercado.

2.3.4. Grasa en las raciones de pollo

Según North, M. (1993) reporta que hasta 8 % de grasa se puede agregar a los alimentos para pollos de engorde, se añade a las dietas utilizadas después de las cuatro semanas de edad y no antes de esta edad. El porcentaje usual de grasa que se agrega es de 5 a 6 %.

Según Duran, F. et, al (2004) reporta como adecuados para los pollos de engorde niveles de grasa cruda en la ración del 5,9 % para la etapa de iniciación; 7,0 y 3,4 % para la etapa de levante.

2.3.5. Proteína en las raciones de pollo

Según North, M. (1993), reporta que no es el requerimiento de proteína total del pollo lo que es importante sino las necesidades diarias de los aminoácidos individuales, la edad y el sexo del pollo también alteran el requerimiento de proteína. La Kcal de EM por Kg (lb) de ración afecta los requerimientos de proteína; mientras más EM, se requiere un mayor porcentaje de proteína.

Según Ensminger (1986), reporta que las necesidades proteicas de los pollos parrilleros son del 22 a 24 % de proteína bruta, en cambio Murillo, M. (1980), reporta niveles de 20 y 25 % de proteína bruta para la fase de iniciación y acabado respectivamente.

Según Duran, et al. (2004), reporta como adecuados niveles de proteína digestible en la ración de 17,7 % para la etapa de iniciación; 17,7; 16,2 y 14,4 % para la etapa de levante; 14,2 y 12,9 % para la etapa de finalización. En tanto la proteína cruda de 22 % para la etapa de iniciación; 21,8; 20 y 18 % para la etapa de levante; 18 y 16,1 % para la etapa de finalización.

2.3.6. Composición elemental de las proteínas

Al igual que las grasas y carbohidratos, las proteínas contienen carbono, hidrogeno y oxígeno, además de un porcentaje constante y considerable de nitrógeno. En

términos prácticos, la cifra más común usada es 16 %. La mayoría de las proteínas contienen también azufre y algunas tienen fósforo y hierro. Son sustancias complejas, de naturaleza coloidal y de alto peso molecular como se muestra en el cuadro 07.

Cuadro 07. Composición elemental de las proteínas específicas

Elemento	Cantidad (%)
Carbono	51,0 - 55,0
Hidrógeno	6,5 - 7,3
Nitrógeno	15,5 - 18,0
Oxígeno	21,5 - 23,0
Azufre	0,5 - 2,0
Fósforo	0,0 - 1,5

Fuente Maynard, L.A, (1981)

2.3.7. Requerimiento nutricional para pollos criollos

Los pollos presentan características fisiológicas que hacen que sus requerimientos nutricionales respondan a una serie de necesidades específicas para lograr un desarrollo óptimo, se debe tener en cuenta que los procesos digestivos circulatorios y respiratorios son más rápidos en esta especie, además de presentar un crecimiento rápido el cual es influenciado por los cambios ambientales. La dieta debe ser rica en proteínas, vitaminas y minerales, variando sus concentraciones en dependencia de la etapa de desarrollo del animal. La producción de pollo ha tenido un desarrollo importante debido a su alta rentabilidad, buena aceptación en el mercado.

Cuadro 08. Requerimiento nutricional de pollos criollos

Tipo de alimento/edad	Inicio 0 – 30 días	Crecimiento 29 – 36 días	Engorde 35 – 70 días
Proteína bruta (%)	20 - 22	18 - 20	16 - 18
Energía metabolizable Kcal/kg	3035	3108	3180

Fuente: ISAMISA (2016)

2.3.8. Densidad de pollos

Recibir 100 pollitos /m² y ampliar gradualmente el espacio con el paso de los días, la densidad animal es de 11/m² en la zona cubierta y de 0,5/m² en el parque exterior.

Cuadro 09. Espacio requerido para pollos criollos

Edad (días)	Densidad (pollo/m ²)	Temperatura (° C)
1 - 3	50 - 60	34
4 - 9	40 - 50	33
10 - 12	30 - 40	31
13 - 16	20 - 30	29
17 - 20	20	28
21 - 26	15	27
27 - 29	10	26
30 - 31	10	25
32 - 35	8	24
35 – 70	4 - 5	23

Fuente: (ISAMISA, 2016)

2.4. Balance de raciones

Para realizar el balance satisfactorio de una ración, desde el punto de vista nutricional y económico, las normas alimentación son guías de orientación de como componer las dietas que deben ajustarse según la experiencia y resultados obtenidos

con los animales. Esto significa que para cada especie animal se deben formular diferentes clases de raciones según las categorías de los animales (iniciación, crecimiento, desarrollo, pre postura, postura). (Barrera, 2008).

Según Espinosa (1990) reporta que es procedente y aconsejable que el balanceo inicial sea administrado en forma de harina, con el cual serán alimentados las dos primeras semanas. El balanceo de crianza y final debe darse en forma de granulo, esto para un mejor aprovechamiento y evitar desperdicios.

2.4.1. Métodos de la formulación de raciones

Existen diversos métodos para formular una ración desde lo más simple hasta lo más complejo y tecnificados (Shimada, 2003) como se describe en la figura: 01 entre ellos: Prueba y error ecuaciones simultaneas, cuadrado de Pearson, programación lineal. El método más fácil para el cálculo de raciones balanceadas es mediante la prueba de error, siendo el de programación lineal el utilizado en la formulación científica de alimentos balanceados. (Chachapoya, 2014)

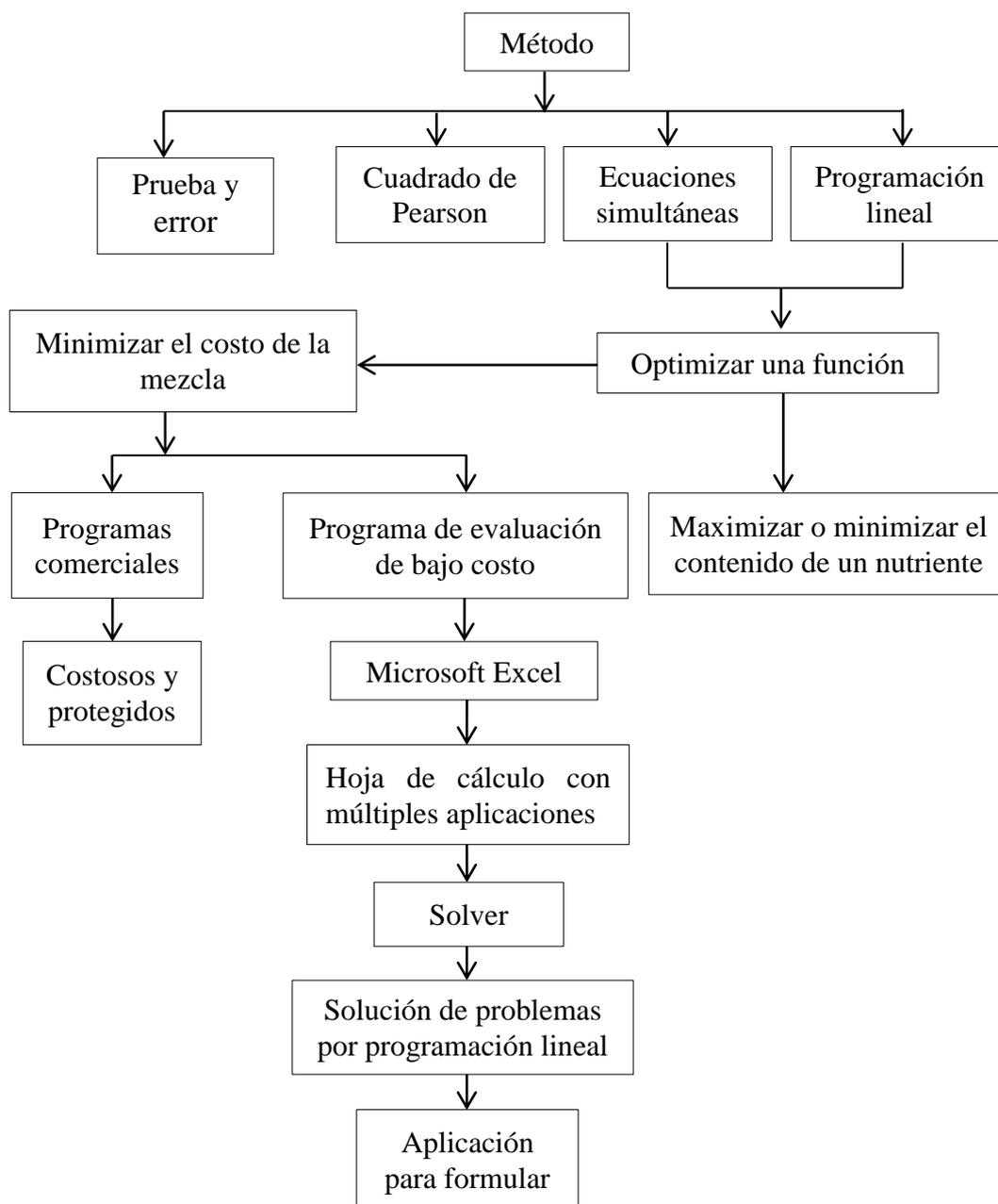


Fig. 01 Diagrama de flujo cualitativo del método de formulación de raciones

Fuente: Buxáde, 1995, citada por Chachapoya. (2014)

2.4.2. Método prueba y error. “tanteo”

Es uno de los métodos más utilizados para balancear raciones balanceadas debido a su fácil planteamiento y operación. Manualmente está sujeto a la utilización de pocos alimentos y nutrientes. Sin embargo, cuando se utilizan hojas de cálculo. Este método es bastante práctico permitiendo balancear con 10 – 15 alimentos y ajustar unos seis nutrientes. (Chachapoya, 2014).

2.4.3. Ecuaciones simultáneas

Este método emplea el álgebra para el cálculo de raciones, planteando sistemas de ecuaciones lineales donde se representan mediante variables a los alimentos, cuya solución matemática representa la ración balanceada. (Chachapoya, 2014).

2.4.4. Cuadro de Pearson

Este método permite mezclar hasta seis ingredientes como máximo que tienen concentraciones nutricionales diferentes para obtener como resultado una mezcla que tiene la concentración deseada (proteína, energía) un ejemplo simple es aquel donde se balancea un nutriente, proteína energía generalmente, considerando dos ingredientes en el proceso el método permite realizar raciones mayor número de ingredientes teniéndose mayor cuidado en elaborar la ración. (Chachapoya, 2014).

2.4.5. Programación lineal

Raciones de mínimo costo

Las raciones o mezclas de mínimo costo están balanceadas de acuerdo a la disponibilidad nutricional de las fuentes más económicas y satisfactorias para proporcionar los diversos nutrientes críticos en las cantidades que se requieren. Es importante considerar algunos aspectos que puedan determinar la utilización de programación lineal en producción animal.

- a) La alimentación representa entre 60 y 80 % de los costos variables de los sistemas de producción animal.
- b) Si no se alimenta adecuadamente al animal, no se alcanzará a obtener de esta toda la producción que genéticamente puede ofrecer.
- c) Se utiliza raciones que además de cumplir con el requerimiento animal, son de mínimo costo.
- d) Cuando se considera el costo de la alimentación, se alcanzan niveles de complejidad elevados donde es necesario combinar la ración balanceada con aquella de mínimo costo, recurriéndose, en este caso a técnicas de optimización como la programación lineal.

Programación lineal (PL). Es una técnica de optimización destinada a la asignación eficiente de recursos limitados en actividades conocidas para maximizar beneficios o minimizar costos como es el caso de la formulación de raciones. La característica distintiva de los modelos de Programación Lineal es que las funciones que representan el objetivo y las restricciones son lineales. Un programa lineal de Programación Lineal puede ser del tipo de maximización o minimización. Las restricciones pueden ser del tipo \leq , $=$, o \geq y las variables pueden ser negativas o irrestrictas en signo. Los modelos de Programación Lineal a menudo representan problemas de “asignación” en los cuales los recursos limitados se asignan a un número de actividades precisamente, el Programa Lineal se empleó para la producción de raciones de mínimo costo en una herramienta informática, que permite ingresar indicadores mínimos y máximos, rangos relaciones o cantidades exactas para cada ingrediente o nutriente (Castillo, Melo y Boetto, 1996).

2.4.6. Mezclado

El mezclado es aquella operación unitaria en la que, a partir de uno o más componentes, dispersando uno en el seno del otro, se obtiene una mezcla uniforme. Al componente mayoritario suele denominársele fase continua y al minoritario, fase dispersa. El mezclado no tiene un efecto conservador sobre el alimento y se utiliza tan solo como una ayuda en el proceso de elaboración para modificar la comestibilidad o calidad de los alimentos (Fellows, 1994).

Por otra parte, Brennan, J. G. (1998) define la operación de mezcla como: “Una operación que tiende a suprimir la heterogeneidad en las propiedades (color, temperatura, composición, etc.) de los productos a granel.

2.5. Germinación de granos andinos.

2.5.1. Capacidad de germinación

Cosiste en someter los granos a condiciones favorables para su crecimiento y desarrollo para lo cual se cuenta 100g y se verifica el porcentaje de germinación. (M. Bravo, Reyna, Gómez y Huapaya 2013)

2.5.2. Limpieza

Se realizó en forma manual, aunque puede hacerse por algún medio mecánico. Se eliminan impurezas: piedras, pajas, sílice, insectos. Empleando una malla metálica con abertura inferior al diámetro de los granos. (M. Bravo, Reyna, Gómez y Huapaya 2013).

2.5.3. Lavado

Una fase importante, sobre todo para el grano de quinua, que contiene saponina, una de las formas de eliminar el sabor amargo, se logra friccionando los granos entre las manos y lavándolo hasta que no forme espuma. Los otros granos también se lavan, así mismo para el lavado se utilizaron las mallas metálicas, se empleó agua para los enjuagues, ligeramente tibia, máximo 60 °c. (M. Bravo, Reyna, Gómez y Huapaya 2013)

2.5.4. Remojo

Se realizó con agua potable, determinando la cantidad de agua a emplear de acuerdo a la formula siguiente:

$$Q = \left[\left(\frac{100 - H_i}{100 - H_f} \right) - 1 \right] \times \text{cantidad de muestra en granos}$$

Dónde:

Q: Cantidad de agua

H_i: Humedad inicial de la muestra

H_f: Humedad final de la muestra

La humedad final requerida para que se active el proceso de crecimiento y desarrollo, está entre 40 y 45 % la temperatura del ambiente vario entre 20 y 45 %, la cual fue medida por un termo hidrógrafo. (M. Bravo, Reyna, Gómez y Huapaya 2013)

Cuadro 10. Tiempo de remojo de granos andinos

Grano andino	Tiempo		
	8 horas	10 horas	12 horas
	Humedad (%)		
Quinoa	53	49	48
Kiwicha	53	43	43

Fuente: (M. Bravo, Reyna, Gómez y Huapaya 2013)

2.5.5. Germinación

Esta fase se realiza con los granos húmedos, colocados en el mismo recipiente de remojo, procurando que la capa que se forma no tenga mucha altura, porque impide la respiración de los granos. Sobre los granos extendidos, se coloca una tela húmeda, lo que permite mantener la humedad superficial y facilitar una germinación más uniforme. El tiempo total de germinación es determinado por:

- Transformación bioquímica, por acción enzimática de amilasas del propio grano, convirtiendo el almidón en azúcares sencillos y por lo tanto observando su reducción.
- Crecimiento de la radícula hasta uno o dos centímetros.

Cuadro 11. Composición de granos andinos germinados

Grano andino	Humedad (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Proteína (%)	Fibra total (%)
Quinoa	6,94	6,10	1,50	13,09	2,68
Kiwicha	5,68	8,29	3,18	16,45	9,50

Fuente: (M. Bravo, Reyna, Gómez y Huapaya 2013)

2.5.6. Secado

El que paraliza la germinación, por lo cual el secado del grano germinado fue realizado en una estufa Memmert. Los granos frescos son colocados extendidas en capas no muy gruesas, sometidas a una temperatura entre 55 a 60 °c. El tiempo de secado varia con el grosor de la capa de granos, pudiendo ser necesario emplear 10 a 15 horas. (M. Bravo, Reyna, Gómez y Huapaya 2013).

2.5.7. Molienda

Una vez obtenido el grano germinado seco y sin raicilla, se somete a una molienda fría, utilizando un molino ultra centrifugo tipo ZM1 marca Retsch, con malla de abertura de 0.025 mm obteniéndose un peso de 800 g de harina de quinua y 750 g de harina de Kiwicha. (M. Bravo, Reyna, Gómez y Huapaya 2013).

III. MATERIALES Y METODOS

El trabajo experimental se llevó a cabo en la granja avícola Hnos. “cuya” S.A.C. ubicado en el departamento de Ayacucho, distrito de San Juan Bautista a 2750 m.s.n.m. y las formulaciones de las raciones se realizaron en el laboratorio de procesos agroindustriales de la facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.1. Materiales

Para el experimento se utilizaron los siguientes materiales.

3.1.1. Materiales de oficina

- Cuaderno.
- Calculadora.
- Computadora.
- Cámara fotográfica.
- Impresora.

3.1.2. Materiales de campo

- Un galpón de un área de 9 m² de capacidad de 1500 pollos de cría.
- Balanza de precisión (digital), de capacidad de 5 Kg.; Fue utilizada para obtener los pesos de los pollos criollos a diario durante el experimento.
- Bebederos de un galón, su uso fue para brindarle el agua necesaria para los
- Cuatro comederos circulares, fueron utilizados para suministrarle las raciones formuladas.
- Baldes de 18 L
- Virutas de madera, para formar camas en el piso

- Cuatro cercos de cartón corrugado, de 0,38 m² cada uno con divisiones.
- Escobas de limpieza
- Lámparas incandescentes de 20 watts de potencia
- Antibióticos. Para prevenir las enfermedades como (E.R.C.) síndromes respiratorios, colibacilosis, colisepticemia, coriza infecciosa, cólera aviar, clostridiosis.
- Vacunas. Vacuna de la bronquitis, Newcastle y Gumboro.
- Vitaminas. Suplementos vitamínicos

3.1.3. Material Experimental.

a) **Quinua blanca Junín.** Originaria de Juli, Puno, selección efectuado a partir del ecotipo local, semi-tardía, con 160 días de período vegetativo, planta de color verde, de tamaño mediano de 80 cm de altura, panoja intermedia, a la madurez la panoja adquiere un color muy claro blanquecino, de ahí su nombre, grano bien blanco, pequeño, semi-dulce, rendimiento que supera los 2300 kg/ha, relativamente resistente al frío, susceptible al Mildiu (*Peronospora farinosa*) y al granizo, excesivamente susceptible al exceso de agua. Se utiliza generalmente para la elaboración de harina (Mujica. et al. 2000).

Características de los cultivares de quinua en estudio. Plantas blancas y de color, granos blancos: son las más difundidas y a las que se ha dedicado el mejoramiento del cultivo y mayor consumo.

Cuadro 12. Composición de granos andinos

Grano andino	Humedad (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Proteína (%)	Fibra total (%)
Quinua	10,17	7,83	3,05	12,94	4,58
Kiwicha	9,98	8,36	2,68	14,45	8,46

Fuente: (M. Bravo, Reyna, Gómez y Huapaya 2013)

b) **Pollos criollos de doble propósitos.** Estos pollos se crían como productoras de huevos y también para ser utilizadas su carne. La producción de huevos es menor que las especializadas solamente en esto y su crecimiento es más lento que las razas

utilizadas para carne. Sin embargo, son menos propensas a enfermedades, más tranquilas y más fuertes.

Se adaptan mejor a los diferentes cambios climáticos. Se utilizan a nivel doméstico o en criaderos artesanales, sin grandes mercados o para consumo propio. La alimentación compatible con insumos de la región; Las razas más utilizadas son: rojo carioco ISAMISA, gris carioco ISAMISA, New Hampshire, Rhode Island, Sussex, etc.

3.2. Método

El método que se utilizó en el trabajo de investigación es el método experimental.

3.2.1 Metodología para determinar el efecto del germen de quinua en la incorporación de las raciones de pollos criollos.

Para determinar el efecto del germen de quinua en la incorporación de la ración se siguió el diagrama de flujo mostrado en la figura 02.

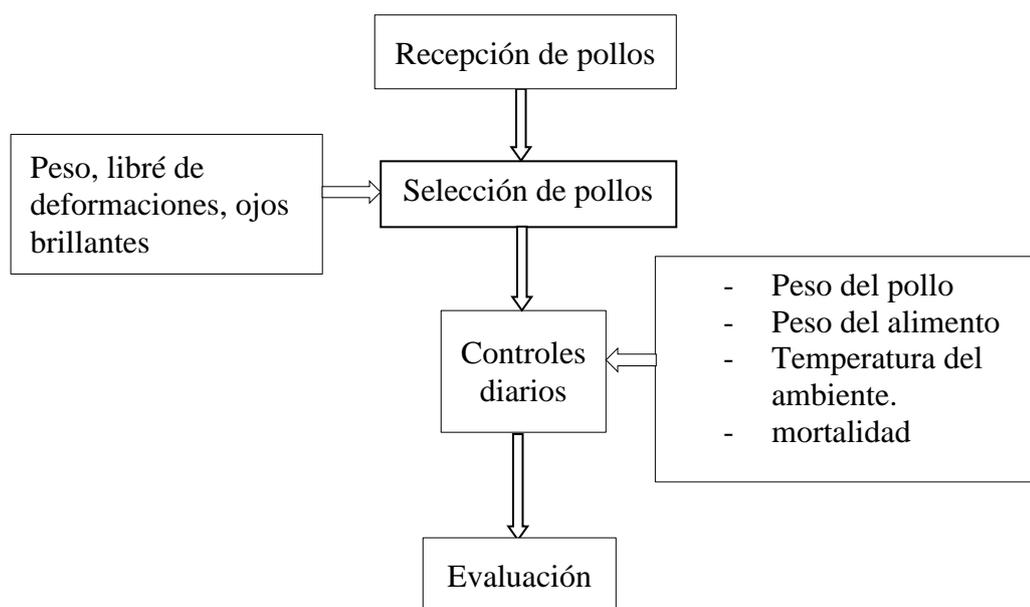


Fig. 02 Diagrama de flujo cualitativo del procedimiento experimental.

3.3. Diseño estadístico

En este trabajo de investigación se usó el diseño Completamente al azar (D.C.A). Con cuatro tratamientos, tres repeticiones. Cada unidad experimental estuvo conformada por 10 pollos, se evaluó tres niveles de inclusión de germen de quinua

(40, 60 y 80 %) para establecer la mejor ganancia de peso, consumo de alimento e índice de conversión alimenticia.

El modelo aditivo lineal, según Calzada (1982) para el diseño estadístico completamente azar es el siguiente:

$$Y_{ij} = u + T_i + E_{ij}$$

Dónde: Y_{ij} = es el efecto del i-ésimo tratamiento de la j-ésima repetición

U = es la media poblacional.

E_{ij} = es el error o desviación estándar del i-ésimo tratamiento de la j -ésima repetición.

T_i = es el efecto del i –ésimo tratamiento.

Cuadro 13. Esquema experimental

Tratamientos	Repeticiones	T. U. E.	Número de pollos
T0	3	10	30
T1	3	10	30
T2	3	10	30
T3	3	10	30

T. U. E. Tamaño de la unidad experimental

3.3.1. Análisis estadístico y pruebas de significancia

- a) Análisis de varianza para la diferencia de medias (ANVA)
- b) Comparación de medias mediante la prueba de Duncan a un nivel de significancia $\alpha \leq 0,05$, siguiendo el procedimiento del software estadístico SAS.

3.3.2. Esquema del análisis de varianza

Cuadro 14. Esquema del ANVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	3
Error experimental	8
Total	11

3.3.3. Variable en estudio

3.3.3.1. Variables dependientes

Cuadro 15. Variables dependientes (pollos criollos)

Concepto	Categoría	Indicadores	Unidad
Efecto del germen de quinua frente a la sustitución parcial del maíz amarillo	Físicos	Incremento de peso Consumo de alimento Conversión alimenticia	g. g. g.

3.3.3.2. Variables independientes

Cuadro 16. Variables independientes (germen de quinua)

Concepto	Categoría	Indicadores	Unida
Factores asociados a la sustitución del maíz amarillo por germen de quinua en la formulación de las raciones.	Físicos	Cantidad. Palatabilidad. Digestibilidad.	g. sensorial g.

3.4. Procedimiento experimental

Para el procedimiento experimental fueron necesarios seguir una serie de operaciones orientadas primero a la obtención de germen de quinua que es la materia prima, luego se formuló las raciones mediante un ordenador utilizando la hoja de cálculos del Excel para cada tratamiento; con diferentes niveles de sustitución que fueron administradas a los pollos en la etapa de inicio.

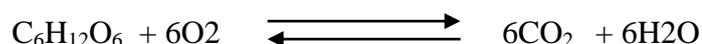
3.4.1. Obtención del germen de quinua

Para el germinado de quinua fueron adquiridos los granos de quinua de baja calidad de la variedad blanca Junín, los granos fueron sometidas a la hidratación en contacto con el agua bajo las condiciones ambientales por un tiempo determinado de 8 horas, luego fueron coladas y acondicionadas para la germinación. (Anexo A4.1, A4.2)

3.4.1.1. Remojo de la semilla.

El agua, se difunde a través de las envolturas de la semilla y llega hasta el embrión influyendo el proceso de germinación

La rehidratación de los tejidos trae como consecuencia la intensificación del proceso respiratorio y las actividades metabólicas.



El proceso de rehidratación de los tejidos o imbibición de la semilla, y la velocidad con que se lleva a cabo, están determinada por:

- a) La composición química de las semillas; el principal componente que absorbe el agua son las proteínas.
- b) La temperatura; a mayor temperatura la absorción es más rápida.
- c) La permeabilidad del tegumento; hay tegumentos que dejan pasar el agua con más facilidad que otros y algunos no lo permiten (semillas duras)
- d) El substrato, determina la disponibilidad de agua.

3.4.1.2. Germinación

Para que la semilla cumpla con su objetivo, es necesario que el embrión se transforme en una plántula que sea capaz de valerse por sí misma, mediante mecanismos metabólicos y morfo-genéticos, conocidos como proceso de germinación. La germinación es un proceso que está constituido por varias fases:

- Absorción de agua por la semilla o imbibición.

- Activación del metabolismo y proceso de respiración, síntesis de proteínas y movilización de sustancias de reserva.
- Elongación del embrión y ruptura de la testa a través de la cual se observa salida de la radícula, como se muestra en la figura (Anexo A4.2; A4.3).

Valdez (1995) sostiene que la duración de esta etapa varía de 3 a 9 días el proceso de germinación termina cuando alcanza una longitud de dos veces el tamaño del grano como máximo y la plúmula de 2/3 a 3/4 de la longitud del grano.

a) Parámetros para la germinación de la quinua

La germinación de la quinua es determinada por los siguientes parámetros:

- Transformaciones bioquímicas, por acción enzimática de la amilasa del propio grano, convirtiendo el almidón en azúcares sencillos y por lo tanto observando su reducción.
- Crecimiento de la radícula entre uno a dos centímetros.

b) Acontecimientos celulares durante la germinación

- Toma de agua y reanudación de la actividad metabólica

El primer proceso que tiene lugar durante la germinación es la toma de agua por la semilla. Esta toma de agua se conoce como fase de imbibición.

Según Barceló (2000), sostiene que la magnitud de la fase de imbibición está determinada por tres factores:

- Composición química de la semilla, las semillas ricas en proteínas absorben gran cantidad de agua, mientras que las oleaginosas absorben menos.
- Permeabilidad de la envuelta seminal.
- Disponibilidad de agua en el medio ambiente

La imbibición es un proceso físico sin ninguna relación con la viabilidad de las semillas, ya que ocurre igual en semillas vivas que en semillas muertas por el calor, durante la imbibición las moléculas del solvente penetran en el interior de la semilla provocando un hinchamiento y un aumento en el peso fresco de la misma, entre 40 y un 50 por 100 del peso seco.

c) Síntesis de proteínas durante el germinado.

En la semilla seca están presentes todos los componentes necesarios para la reanudación de la síntesis de proteínas. Con la excepción de las polisomas ausente en la semilla seca madura. Sin embargo, después de un corto período de tiempo, 10 o 15

minutos desde el comienzo de la imbibición, ya se detecta la formación de polisomas, y la capacidad para sintetizar proteínas se pone en marcha (Othón, 1996).

Dos fases pueden distinguirse claramente en la síntesis de proteínas durante la germinación:

- Una primera utiliza mRNA preexistentes y que traducen mensajes residuales asociados con los procesos de desarrollo.
- Segunda fase se produce la síntesis de nuevos mRNA que son transcritos durante la germinación.

d) Extensión de la radícula.

La extensión de la radícula es un proceso regulado por el potencial de presión y requiere una flexibilización de las paredes celulares del eje embrionario situadas entre la caliptra y la base del hipocótilo. Tres posibles razones son las que se dan para explicar el proceso de la extensión celular.

- La primera, está basada en la existencia de un potencial osmótico muy negativo en las células radícula res como consecuencia de la acumulación de solutos derivados de la hidrólisis de las reservas poliméricas. La disminución del potencial osmótico conduciría a una toma de agua y la turgencia resultante dirigiría la extensión celular
- Una segunda posibilidad, es que sea la propia extensibilidad de las paredes la que permita la elongación. La intervención del enzima xiloglucanendotransglicosilasa (XET) y las expansinas.
- Una tercera posibilidad es la de que sean los tejidos seminales que rodean a la radícula los que se ablanden, permitiendo así la extensión radicular (Smith y Griffiths 1993).

3.4.1.3. Secado

Es el proceso que paraliza la germinación, este proceso se efectuó en una estufa; la germinación fresca son colocados y extendidos en capas no muy gruesas, sometidas a una temperatura de 45 a 55 °C, el tiempo de secado varia con el grosor de la capa de granos hasta obtener un peso constante, pudiendo ser empleados entre 10 a 15 horas. Se muestra en la imagen (Anexo A4. 4)

3.4.1.4. Molienda

Una vez obtenido el grano germinado seco fue sometido a la molienda fina, utilizando un molino para granos con una apertura de malla de 0.025 mm como se muestra en la figura. (Anexo A4.5).

Este es el primer procedimiento que sufren las materias primas en la elaboración del alimento balanceado, con el molino se pretende conseguir la granulometría adecuada de las partículas en tamaño y forma según la presentación del alimento terminado.

3.4.2. Formulación y balance nutricional de las raciones para la investigación

El proceso de la elaboración de las raciones para el experimento se tomó en cuenta los siguientes criterios.

- a) Definición de la especie animal en categoría para lo cual se formula la ración completa para este caso en particular, pollos criollos en la etapa inicio.
- b) Se define si es una ración complementaria o suplementaria, para un régimen alimentario con base a un cereal, germen de quinua.
- c) Se determinó cual o cuales nutrientes eran básicos para balancear la ración (Torta de soya, harina de pescado, harina de maíz).
- d) Se establece el nivel de proteínas y energías óptimas para la mezcla, sin dejar en cuenta los otros requerimientos nutricionales; paralelos a los estándares de alimentación estipulados por la National Research council (NRC).
- e) Se dispone de los insumos a utilizar en la mezcla en cantidades o proporciones requeridas en el balance.

Una vez obtenida el germen de quinua fueron formuladas las tres raciones de acuerdo a las necesidades nutricionales de los pollos criollos en la fase de inicio para lo cual se han utilizado otros ingredientes como el maíz molido, La harina de pescado, la torta de soya, harina de algodón, afrecho de trigo, afrechó de cebada, Pre-mezclas de vitaminas y minerales, Aceite de palma.

Para la formulación de las raciones fue utilizada un ordenador con la hoja de cálculo Excel opción Solver.

Se activa el complemento de solver, en la hoja de cálculo se ingresaron información necesaria por separado.

1. Las materias primas disponibles y su composición nutricional.
2. Niveles de inclusión de materias primas.
3. Requerimiento nutricional de los pollos.

En el libro Excel se reúne toda la información para elaborar la ración, se ingresa la necesidad nutricional del pollo y los ingredientes que se disponen, la programación lineal (PL) están diseñados para cumplir con requerimientos como proteína, energía metabolizable, fibra y minerales como calcio entre otros. La aplicación es de fácil manejo para el usuario, la programación al que fue sujeto el complemento del solver evita que el usuario constantemente genere restricciones para minimizar el costo. (Ver anexo10).

Cuadro 17. Balance de las cuatro raciones con sustitución parcial del maíz amarillo por el germen de quinua (40; 60 y 80 %) para alimentar a los pollos criollos en la fase de inicio

Materias Primas	T0 (Testigo concentrado comercial)	T1 (40 % germen de quinua)	T2 (60 % germen de quinua)	T3 (80 % germen de quinua)
Germen de quinua	0,0	20,00	30,00	40,00
Maíz amarillo	50,00	29,74	8,0	10,00
Torta de soya	28,20	5	0,0	0,0
Harina de pescado	6,70	7,34	9,0	7,80
Afrechillo de trigo	6,50	20,00	39,00	30,00
Afrecho de cebada	3,00	0,0	12,00	10,00
Aceite de palma	1,00	0,0	0,0	0,0
Carbonato de calcio	0,82	1,70	1,60	1,80
Coccidios tato	0,10	0,05	0,05	0,05
Sal común	0,25	0,20	0,20	0,20
Pre mezcla Vit. – min. aves	0,15	0,10	0,10	0,10
Cloruro de colina	0.10	0,05	0,05	0,05
Harina de algodón	3,00	15,82	0,0	0,0
Total	100	100	100	100

3.4.3. Pesado y mezcla de los insumos

Para la elaboración de las raciones fueron pesadas las materias primas o insumos de mayor volumen a menores volúmenes colocados en capas unas sobre otras luego se procedió al mezclado como se muestra en la figura. (Anexo A4.6; A5.1).

El mezclado es un proceso en la fabricación de las raciones.

3.4.4. Acondicionamiento del galpón

Se utilizó un ambiente de galpón de un área de 9 m² en el que se cubrió el piso con viruta de madera de un espesor de 10 cm seguidamente fue cubierto con papel, se dividieron con cercos de cartón corrugado dando las condiciones climáticas para la recepción de pollos bebes, se muestra en la figura (Anexo A5.2; A5.3; A7.2).

Se suministró agua vitaminada con electrolitos para la rehidratación de los pollos (Anexo A6.1)

3.4.5. Recepción

Antes del ingreso al galpón, las cortinas fueron cerrados y encendidas las lámparas incandescentes, luego se procedió al encendido de la criadora para dar calefacción a una temperatura de 35 °c, se muestra en la figura (Anexo A5.4; A7.4)

a) Selección al azar

Fueron seleccionados en forma aleatoria al azar de 1500 unidades de pollos el 10 % como se muestra en la figura (Anexo A5. 5).

b) Pesado de pollos

Los pollos fueron pesado idividualmente al inicio; estos pesajes se efectuaron todos los dias hasta la cuarta semana de vida previo registro, como se muestra en la figura. (Anexo. A6.3; A6.4).

c) Distribución de los pollos para su tratamiento

En cuadro 14 y en el anexo A5.6 se muestra la distribución de las muestras que fueron estudiadas por tratamientos.

Cuadro 18. Distribución de tratamientos dentro del galpón

T0 - Testigo	T1 – 40 %
T3 – 80 %	T2 – 60 %

d) Sistema de alimentación

Una vez instalados dentro del galpón se le suministro las dietas formuladas con los niveles que le corresponde a cada tratamiento. La alimentación será durante 28 días que dura la etapa de inicio.

Fueron pesadas las dietas y los pollos en forma individual cada mañana se registraron para calcular y evaluar la ganancia de peso, consumo de alimento y la conversión alimenticia.

Las materias primas que fueron utilizados son tomadas en cuenta de acuerdo al nivel de proteína y energía requerida en las tres raciones experimentales.

3.4.6. Manejo y control en la recría

a) Manejo de los pollos.

El experimento se realizó en el suelo en los cercos con una densidad de 10 pollos/m². Los pollos se criaron en un local limpio y desinfectado, tras un vacío sanitario adecuado previo al comienzo de la investigación. Como cama se usó viruta de madera nueva en una capa de una profundidad de 10 cm y luego se cubrió con papel para evitar el desperdicio de las raciones suministradas, la criadora de gas fue encendida desde el inicio de la investigación para mantener una temperatura constante de 35 °C hasta finalizar la primera semana luego va a descender la segunda semana la temperatura hasta 32 °C y la tercera semana a 30 °C.

Los pollitos fueron pesados y se dispusieron de la ración y agua vitaminada más un antibiótico de amplio espectro que posee la tilosina durante la primera semana de vida. (Anexo A6.2)

Cada día se vaciaron los comederos, los restos se pesaron en ciertos casos y los comederos se rellenaron con la nueva ración. Se intentó evitar en lo posible desperdiciar las raciones.

b) Control sanitario

Todo material de uso avícola ya sea comederos, bebederos, cortinas fueron lavados con anterioridad a la llegada de los pollos dos semanas antes de la llegada de los pollitos el galpón es desinfectado y preparado de la siguiente manera. (Anexo A7.1)

- Una vez limpio el piso del galpón se fumigo con creso 1 cc/L de agua.
- Aspersión de la cama con viruta de madera de un espesor de 10 Cm.

La vacunación se realizó para prevenir las enfermedades como el Newcastle, Bronquitis infecciosa, Gumboro, que fue suministrada en el agua de bebida. La vacunación se realizó de la siguiente manera:

- Día 7 Vacuna de la bronquitis, Newcastle y Gumboro. (la triple aviar)
- Día 21 vacuna de Newcastle.

Todas las vacunas suministradas fueron diluidas en leche de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

3.5. Calculo de variables

3.5.1. Ganancia de peso

Es el incremento de peso que va a obtener el pollo mediante el consumo de la ración y obtener el cuerpo corporal para cada ración que se le suministra en el día para ello se pesaban cada ave y es comparada con el peso obtenido día anterior. Para ello se usó la siguiente formula.

$$\text{Ganancia de peso diario} = \text{Peso inicial en gramos} - \text{Peso final en gramos}$$

3.5.2. Conversión alimenticia

Es utilizada en los cuatro tratamientos y sus repeticiones que permitió conocer que parte de una cantidad de ración suministrado en un determinado tiempo es convertido en carne. En ello se utilizó la siguiente fórmula.

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{peso de alimento suministrado} - \text{peso de alimento rechazado}}{\text{peso vivo por ave}}$$

3.5.3. Consumo de alimento

Es la variable que da a conocer el consumo real de cada pollo por tratamiento. Para obtener este dato se procedía a pesar todos los días la ración suministrada, también se procedía a pesar el alimento rechazado y así obtener el consumo real de la ración. Lo que dio a conocer es que ración fue de la mejor aceptación para el caso la mejor aceptación es de 40 % y el 60 %. La fórmula utilizada es la siguiente.

$$\text{Consumo de Alimento} = \text{Alimento consumido} - \text{Alimento rechazado}$$

3.6. Recolección de datos

3.6.1. Fuente de información primaria

Esta fuente de información fue obtenida mediante los registros realizados a diario de cada tratamiento; los datos consignados son sometidos a calcular cada variable de estudio.

3.6.2. Fuente de información secundaria

Consiste en la recopilación de información por medio de páginas web, libros, revistas, trabajo de investigación y otros estudios desarrollados y expertos en la formulación de raciones para pollos Criollos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de los resultados encontrados en el presente trabajo de investigación, señala que la hipótesis general estable que los niveles de sustitución de maíz por el germen de quinua reduce el tiempo inicio, mejorará la tasa de crecimiento y aumenta el peso de los pollos criollos en la etapa de inicio, alimentados por un periodo de 28 días, con raciones de diferentes niveles de germen de quinua. (40; 60 y 80 %).

Las variables estudiadas son:

Ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. A continuación se presenta el comportamiento de las variables.

4.1. Ganancia de peso

En esta fase de inicio (01 a 28 días) los resultados encontrados de la ganancia de peso promedio se reportan en el anexo 1; 2 y 3; se procedió al análisis de varianza. En el cuadro 19, se aprecia el análisis de varianza del efecto de los tratamientos sobre la ganancia de peso.

Cuadro 19. Análisis de varianza para la ganancia de peso

Fuente de variación	G.L	S.C.	C.M.	Fc	P (Pr>F)
Tratamientos	3	33458,7817	11152,9272	8,76	0,0066
Error Experimental	8	10190,9194	1273,8649		
Total	11	43649,7011			

C.V. = 28,25 %

Del cuadro anterior, se puede mencionar que existen diferencias significativas entre los tratamientos realizados, debido a que el valor de (Pr>F) a un nivel de significancia de 0,05%, registrándose la ganancia de peso distintos, con una diferencia numérica a favor de los pollos que recibieron el tratamiento T0 (alimento comercial). Esto indica que hubo mayor aceptabilidad debido a que el alimento comercial presenta mayor porcentaje de maíz amarillo y consistencia. Por lo que se acepta H_a y rechaza H_o con respecto al coeficiente variabilidad es de 28,25 % lo cual indica que hay una menor confiabilidad en los datos de campo.

En el cuadro 20 se aprecia la prueba de Duncan aplicado a los valores de ganancia de peso con la sustitución parcial del maíz amarillo por el germen de quinua. Se aprecia que el tratamiento T0 tiene el valor más alto de peso (217,57 g) seguidamente del tratamiento T1 con un valor de peso (101,03 g) el cual es el mayor peso ganado entre los tratamientos T2 (95.93 g) y T3 (90.77 g).

Cuadro 20. Prueba del rango múltiple de Duncan para ganancia de peso

Agrupamiento de Duncan	Media	N	Ración
A	217,57	3	T0
B	101,03	3	T1
B			
B	95,93	3	T2
B			
B	90,77	3	T3

Del cuadro anterior se aprecia que el tratamiento T0 se encuentra en el rango A (T0) siendo el más alto seguido de los tratamientos (T1, T2, y T3) que se encuentran en el rango B.

Estudios realizados por Mosquera y Portilla (2009) para esta variable de la etapa de inicio reportaron ganancias de peso de 816,63 g; 839,84 g; 840,5 g y 881,64 g, con 0; 5; 15 y 25 % de nivel de inclusión de quinua en pollos parrilleros de engorde respectivamente, siendo estos resultados mayores a los encontrados en esta evaluación. Esta diferencia tiene su fundamento a que la materia utilizada es harina de quinua mientras la materia prima que se ha evaluado es germen de quinua, por lo que varía en su composición.

En la figura 03, se aprecia el diagrama de barras del peso de los pollos, al suministrar las raciones de los tratamientos comparados con el testigo.

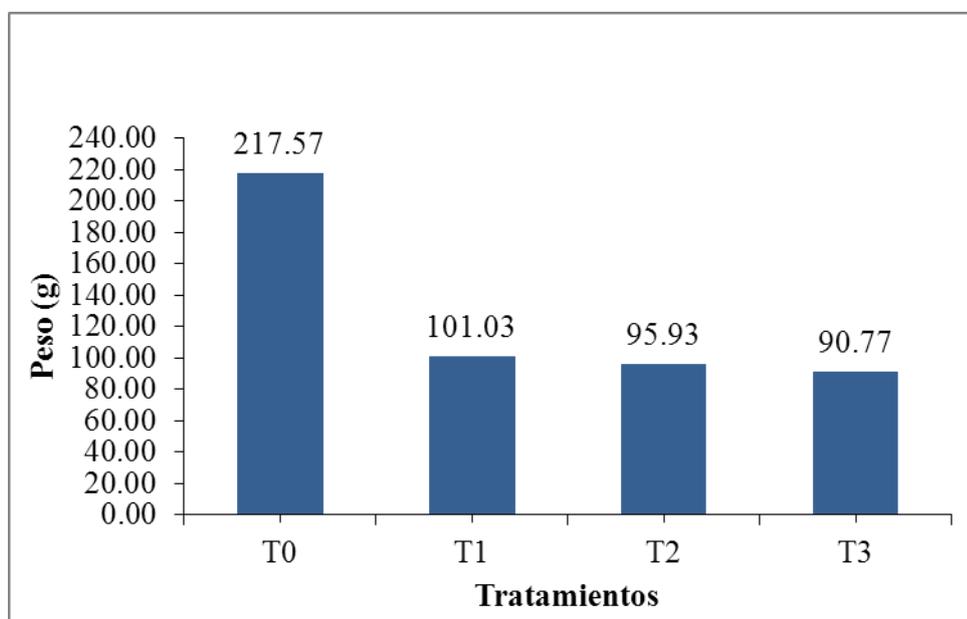


Fig.03. Ganancia de peso a los 28 días de edad de los tratamientos

T0: Testigo (alimento comercial)

T1: 40 % de germen de quinua.

T2: 60 % de germen de quinua.

T3: 80 % de germen de quinua.

De la figura anterior, existen diferencias significativas entre los tratamientos para la ganancia de peso de los pollos. Comparando con el testigo (T0 - alimento comercial) con los tratamientos; existe una superioridad numérica en ganancia de peso, con una sustitución del 40 % de maíz amarillo por el de germen de quinua en la ración (T1),

se aprecia una menor ganancia con relación al alimento comercial en 116,54 g lo que representa 53,56 % menor seguidamente con el tratamiento de 60 % de germen de quinua (T2) se obtuvo un peso de 121,64 g menor que el testigo reflejando un 55,89 % de diferencia y por último el tratamiento con 80 % de germen de quinua (T3) alcanzando un peso que a diferencia del testigo fue menor en 126,77 g que representa 58,26 %; la comparación entre estos tratamientos.

Considerando estos resultados para el trabajo, se podría afirmar que la alimentación en textura y formulación produjo menores ganancias de peso obtenidos por los tratamientos en base a germen de quinua comparado con el testigo (alimento comercial); asimismo, se aprecia en la figura 04 la ecuación de regresión del tiempo vs peso, una ecuación cuadrática de pendiente negativa.

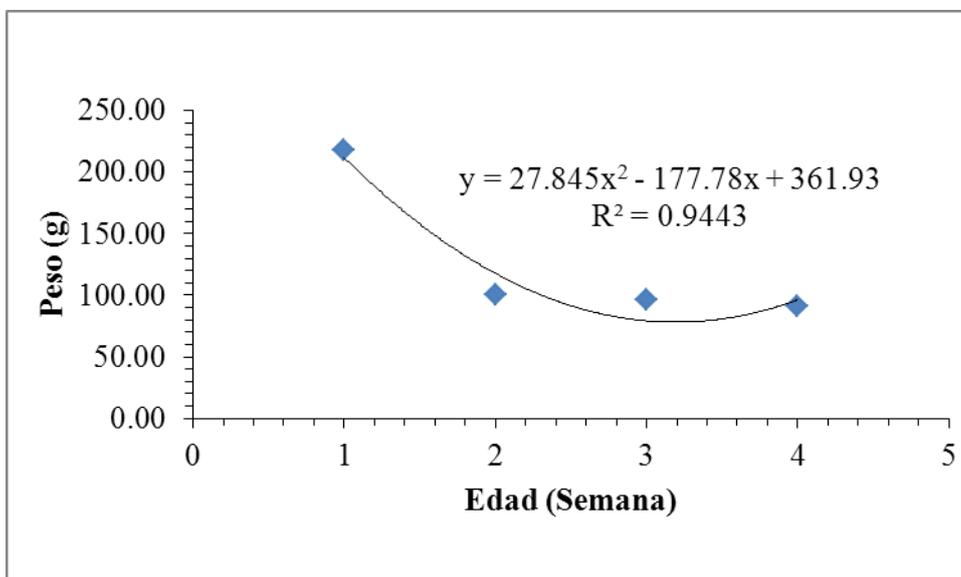


Fig. 04. Ecuación de regresión de la ganancia de peso a la cuarta semana de suministrado el alimento

4.2. Consumo de alimento.

En el anexo 1; 2 y 3 se aprecia los valores obtenidos para el consumo de alimento promedio de los pollos criollos en la fase de inicio.

En la figura 05 se puede apreciar el nivel de consumo de las raciones suministradas, comparando los tratamientos, T1 y T2 se aprecia que son iguales, mientras el tratamiento T3 a la cuarta semana de haber suministrado, registra una tendencia al descenso entre los tratamiento T1 y T2 (40 y 60 % germen de quinua) con respecto al tratamiento T0 (Testigo) que se aprecia el mayor consumo, debido a la mayor

aceptabilidad con respecto a las demás raciones. Esto indica que hay significancia estadísticamente.

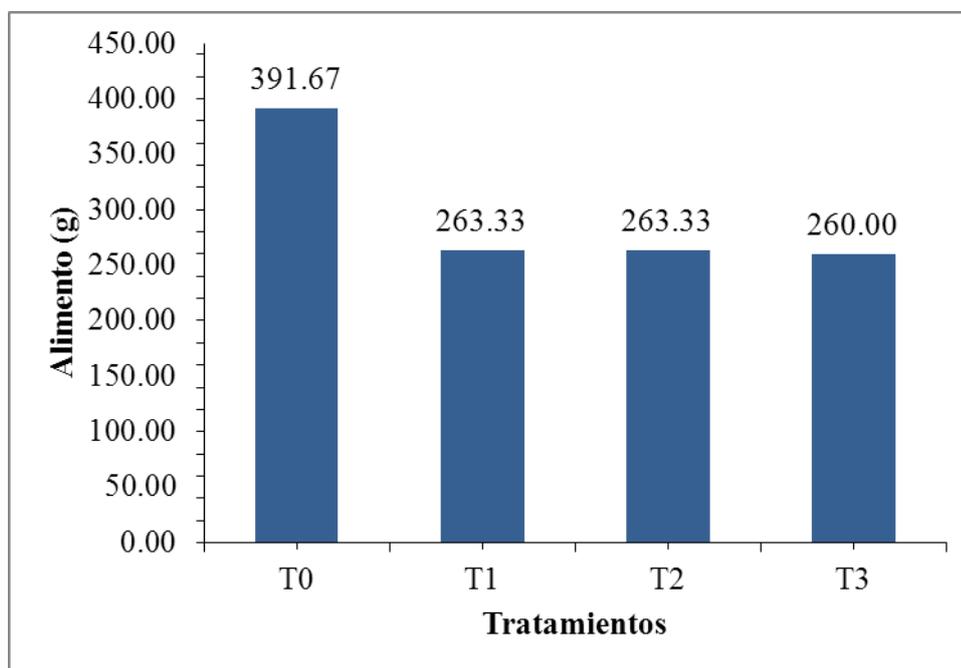


Fig. 05. Comparación de los tratamientos del consumo de raciones por los pollos a la cuarta semana

T0: Testigo (alimento comercial)

T1: 40 % de germen de quinua.

T2: 60 % de germen de quinua.

T3: 80 % de germen de quinua.

En la figura anterior se aprecia la comparación de consumo de raciones frente a la superioridad numérica de los tratamiento T1 y T2 con sustitución parcial del maíz amarillo por germen de quinua del 40 y 60 % presento un menor consumo de ración con relación a ración testigo en 128.34 g lo que representa un 32.76 % menor, seguidamente el tratamiento (T3) con 80 % de germen de quinua obtuvo 131.26 g menor que el testigo reflejando un 33.62 % de diferencia.

En el cuadro 21, se aprecia el análisis de variancia frente consumo de raciones, donde se encontró diferencias significativas entre los tratamientos a un nivel de significancia de 5 %; esto indica diferencia en la aceptación de las raciones por los pollos en desarrollo. Por lo que se acepta H_a y rechaza H_o , con respecto al coeficiente variabilidad es de 11,33 % lo cual indica que hay una mayor confiabilidad en los datos de campo.

Según (Plaza Olaya, 2005) manifiesta que el consumo de alimento se puede ver influenciado sustancialmente por muchos factores incluyendo el manejo de la parvada, la calidad del alimento, el estado de salud y las condiciones climáticas.

Cuadro 21. Análisis de varianza de consumo de alimento

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	P (Pr>F)
Tratamientos	3	37722,9167	12574,3056	11,30	0,0030
Error Experimental	8	8900,0000	1112,5000		
Total	11	46622,9167			

C.V. = 11.33 %

Esta diferencia puede tener su fundamento en el cambio de la presentación física del alimento esta presunción se apoya en el reporte de Isabrow (1996), quien afirma que el pollo es muy sensible a todo cambio de granulometría en el alimento, por lo que es recomendable mantener una textura constante y preferentemente evitar una molienda muy fina.

En el cuadro 22 se aprecia la prueba de Duncan para la variable de consumo de alimento.

Cuadro 22. Prueba del rango múltiple de Duncan para consumo de alimento

Agrupamiento de Duncan	Media	N	Ración
A	391,67	3	T0
B B	263,33	3	T1
B B	263,33	3	T2
B	260,00	3	T3

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Del cuadro anterior se aprecia que los valores obtenidos determina que el mayor promedio de incremento de consumo de ración al final del estudio es el tratamiento T0 (alimento comercial) cuyo valor es de 391,67 g, seguidamente del tratamiento T1 y T2 (con sustitución parcial de maíz amarillo por germen de quinua al 40 y 60 %) cuyo valor entre los dos son iguales, 263.33 g, finalmente el tratamiento T3 (con sustitución parcial de maíz amarillo por germen de quinua a 80 % cuyo valor es de 260 g. existiendo diferencias estadísticas significativas. Esto nos indica que el tratamiento T0 es el rango A siendo el más alto, seguido de los tratamiento T1, T2 y T3 que comparten el rango B.

En estudios realizados por (Muñoz y Noguera, 1980), una posible causa del menor consumo de alimento presentado en los tratamientos T1, T2 y T3 con respecto al testigo T0 se debe a que su nivel de energía es mayor en los tratamientos, dando como resultado un menor consumo de alimento ya que el nivel de ingesta se lleva a cabo básicamente a través de su contenido energético. Según Mosquera (2009), a mayor contenido energético del concentrado, menor es la ingesta y viceversa, donde el pollo consume alimento hasta satisfacer sus requerimientos energéticos.

En estudios descritos por Lesson (2000), se evaluaron dietas con diferentes niveles de energía, se observó que los pollos de inicio ajustan con precisión aceptable su consumo, ingiriendo una cantidad constante de energía; los niveles de energía en las dietas variaron entre 2700 a 3300 Kcal /Kg y los consumos de alimento a los 49 días fueron de 3927 g/ave y 3003 g/ave respectivamente, corroborando que a medida que aumenta el nivel de energía, disminuye el consumo de alimento.

En la figura 06, se aprecia la ecuación de regresión donde se da una tendencia negativa al aumento de sustitución de maíz amarillo por germen de quinua, asemejándose a una curva normal de consumo por tratamiento en la ganancia de peso de los pollos.

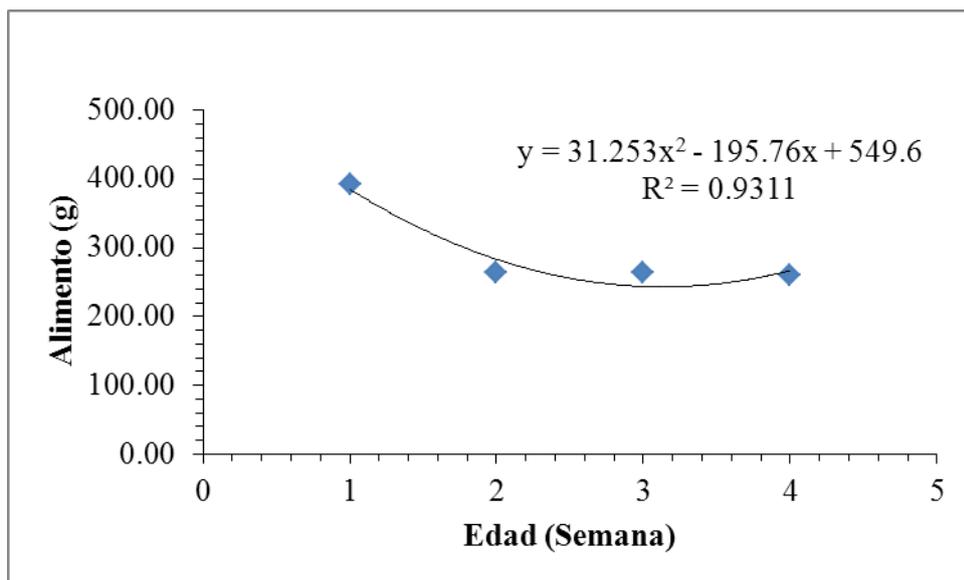


Fig. 06. Ecuación de regresión del consumo de alimento a la cuarta semana de suministrado la ración.

4.3. Conversión alimenticia.

En función de las raciones y el consumo frente al incremento de peso se determinó la variable de conversión alimenticia que se aprecia en el anexo 1; 2 y 3 para los pollos criollos desde el primer día hasta los 28 días para esta fase de inicio.

En la figura 07, se aprecia los resultados de la conversión alimenticia, donde el tratamiento T0 (Testigo) es menor numéricamente cuyo valor es 1,71 comparado con los tratamientos T1, T2 y T3 cuyos valores son mayores 2,05; 2,18; 2,25 esto nos indica que la mejor conversión es el testigo en comparación con los tratamientos T1, T2 y T3 con 40, 60 y 80 % de sustitución de maíz amarillo por germen de quinua. Esto indica una baja eficiencia alimenticia.

Estudios realizados por Mosquera y Portilla (2009) para esta variable de la etapa de inicio reportaron la conversión alimenticia 1,47; 1,75; 1,74; 1,67 con 0; 5; 15 y 25 % de nivel de inclusión de quinua en pollos parrilleros (engorde) respectivamente siendo estos resultados menores a los encontrados en esta evaluación. Esta diferencia puede tener su fundamento debido a que la materia utilizada es harina de quinua mientras la materia prima que se ha evaluado es germen de quinua por lo que varía en su composición.

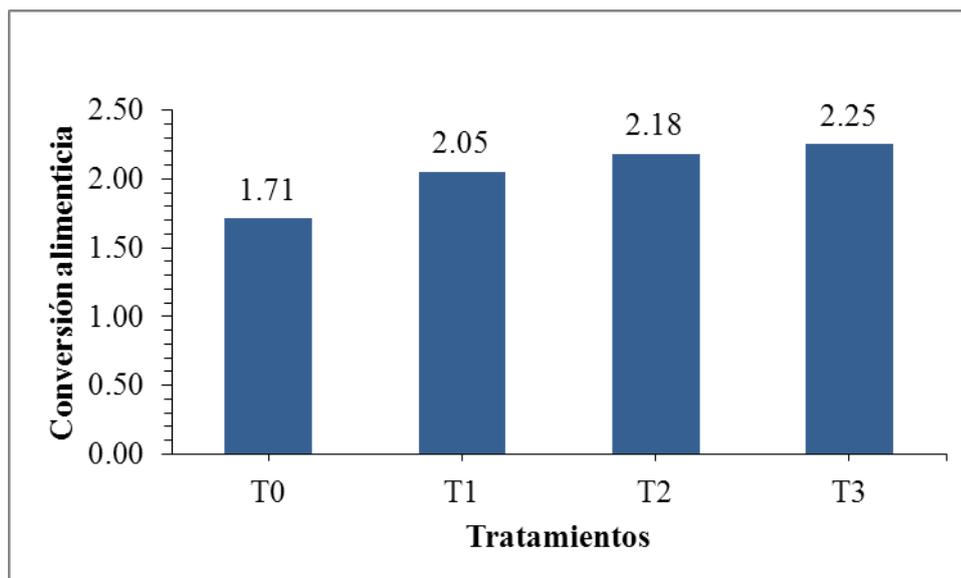


Fig. 07. Conversión alimenticia a la cuarta semana de los tratamientos evaluados comparados con el testigo

T0: Testigo (alimento comercial)

T1: 40 % de germen de quinua.

T2: 60 % de germen de quinua.

T3: 80 % de germen de quinua.

En el cuadro 23, se aprecia el análisis de la variancia de la conversión alimenticia, donde no hay diferencias significativas entre tratamientos a un nivel de significancia del 5%, entre T0, T1, T2 Y T3, al no tener significancia nos indica que los tratamientos se comportaron de igual manera. Por lo que se acepta H_0 y rechaza H_a , con respecto al coeficiente variabilidad es de 22,36 % lo cual indica que hay una menor confiabilidad en los datos de campo.

Cuadro 23. Análisis de varianza de conversión alimenticia

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	P (Pr>F)
Tratamientos	3	0.3752	0.1251	0.73	0.5614
Error Experimental	8	1.3670	0.1709		
Total	11	1.7423			

C.V. = 22,36 %

En el cuadro 24 se aprecia la prueba de Duncan al 5% para ver los rangos que comparten cada uno de los tratamientos

Cuadro 24. Prueba del rango múltiple de Duncan para conversión alimenticia

Agrupamiento de Duncan	Media	N	Dieta
A A	2,0033	3	T3
A A	1,9633	3	T1
A A	1,8767	3	T2
A A	1,5533	3	T0

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

En el cuadro anterior se aprecia que los tratamientos T0, T1, T2 y T3 se agrupan el rango A, esto indica que estadísticamente son iguales.

Las proteínas son los constituyentes más indispensables de la materia orgánica ya que forman parte de la células musculares es decir, conforman todos los tejidos del cuerpo animal; como se mencionó anteriormente más importante que la proteína es su perfil de aminoácidos, de acuerdo con esto, la mejor conversión que dio como resultado es el tratamiento T1; con respecto a los tratamientos con germen de quinua,

se debe posiblemente a un adecuado balance de aminoácidos disponibles para pollos de inicio; estos resultados son mayores a los obtenidos por Muñoz y Noguera, quienes utilizaron quinua amarga lavada encontrando conversiones de 1,52; 1,29; 1,65 y 1,89 con diferentes niveles de inclusión de quinua para esta etapa en pollos parrilleros (broiler).

En la figura 08 se aprecia la regresión de los cuatro tratamientos de sustitución en niveles de 40, 60, y 80 %, donde el mejor índice de conversión alimenticia es de 40 % de sustitución a diferencia del tratamiento T3 que resultó con un índice mayor, esto indica una baja eficiencia alimenticia.

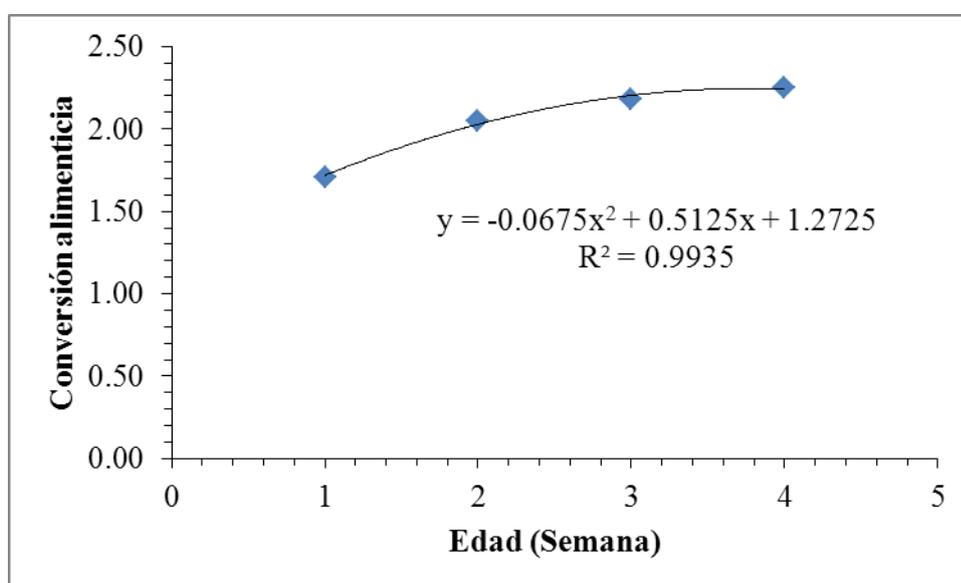


Fig. 08. Regresión para el índice de conversión alimenticia a la cuarta semana

En la figura anterior se aprecia la ecuación de regresión al índice de conversión de los tratamientos comparados con el testigo, donde se da una correlación positiva y una ecuación cuadrática, asemejándose a la curva normal de consumo por tratamiento en el desarrollo de los pollos de inicio.

En un estudio realizado por (Mosquera, 2009) la inclusión de quinua en la alimentación de pollo de engorde en niveles de inclusión de 5; 15 y 25 % presentan un beneficio productivo como conversión y eficiencia alimenticia en la etapa de finalización y ganancia de peso.

4.4. Evaluación de los costos y retribución económica

Al observar el cuadro 25 sobre el costo por kilogramo de ración de cada tratamiento con sustitución parcial de maíz amarillo por germen de quinua. Se reportan costos de 1,77; 1,89; 1,88 y 2,05 nuevo soles por kilogramo de ración para la etapa de inicio.

Cuadro 25. Costo por kg de ración para la etapa de inicio.

Materias primas	T0 (S/)	T1 40% (S/)	T2 60 % (S/)	T3 80 % (S/)
Germen de quinua	0,00	60,00	90,00	120,00
Maíz amarillo	69,00	41,04	11,04	13,80
Torta de soya	62,04	11,00	0,0	0,0
Harina de pescado	21,44	23,49	28,80	24,96
Afrechillo de trigo	6,50	20,00	39,00	30,00
Afrecho de cebada	3,60	0,0	14,40	12,00
Aceite de palma	1,50	0,0	0,0	0,0
Carbonato de calcio	0,164	0,34	0,32	0,36
Coccidios tato	3,00	1,50	1,50	1,50
Sal común	0,125	0,10	0,10	0,10
Premezcla Vit. – min. aves	3,75	2,50	2,50	2,50
Cloruro de colina	1,4	0,70	0,70	0,70
Harina de algodón	5,40	28,48	0,0	0,0
Total (S/. /Kg)	1,77	1,89	1,88	2,05

En el cuadro 26 se presenta el costo de alimentación hasta los 28 días de edad por pollo que dura la etapa de la fase de inicio.

Cuadro 26. Costo de la alimentación por pollo a los 28 días de edad

Descripción	Raciones			
	T0	T1	T2	T3
Consumo de ración (g)	391,67	263,33	263,33	260,00
Costo por kg de ración (S/)	1,77	1,89	1,88	2,05
Costo total (S/)	0,693	0,497	0,495	0,533

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados experimentales y a las condiciones en que se desarrolló el presente trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El maíz amarillo se puede sustituir a otras fuentes energéticas como el germen de quinua en menores proporciones, y a mayores proporciones afecta al sistema digestivo en esta fase.
2. La utilización del germen de quinua como materia prima no convencional en la elaboración de raciones para pollos criollos, constituye un aporte significativo a la nutrición.
3. El germen de quinua en la formulación alimenticia de las raciones no afectó la salud de los pollos criollos, debido a que no se presentó mortalidad ni enfermedades de tipo nutricionales, ni tóxicas en la fase de inicio.
4. El mejor resultado para esta etapa se obtiene con el tratamiento T1 (40 % de germen de quinua), es decir se puede sustituir en la formulación del alimento balanceado hasta en un 40 % de germen de quinua sin afectar el nivel de crecimiento normal del pollo en esta fase de inicio.
5. La mejor conversión alimenticia que se obtuvo de los tres tratamientos, fue el tratamiento T1, obteniendo un índice promedio de 2,05 es decir con una sustitución parcial de 40 % de germen de quinua.
6. De acuerdo a la sustitución parcial de maíz amarillo por germen de quinua, la mejor respuesta de los diferentes niveles de tratamiento, es el tratamiento con 40 % a base de germen de quinua; con el que se observó mayor consumo de alimento. (263,33 g) como ganancia de peso corporal. (101,03 g) comparados con el tratamiento control y demás tratamientos de estudio.
7. El índice de conversión alimenticia no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, debido a la edad de los animales con los que se trabajó, en donde este parámetro se incrementa a medida que el animal aumenta de peso y en edad.

RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en que se desarrolló el experimento, los resultados y las observaciones encontradas, se recomienda:

1. Hacer un estudio nuevo con nivel menores a 40 % de sustitución parcial de maíz por germen de quinua.
2. Nutricionalmente sustituir hasta un 40 % de germen de quinua en formulaciones para pollos criollos en la etapa de inicio.
3. Comparar esta investigación con otras investigaciones con el fin de buscar más información acerca del tema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMINODAT. 2003. Recomendaciones tomadas del programa de formulación, sn. st. P 7
2. AYALA, C. Efecto de localidades en el contenido de proteínas en Quinoa (*Chenopodium quinoa willdenow*). Tesis, Universidad Nacional del Altiplano. Pp 97 Puno – Perú 1979.
3. AYALA G. Ortega L. & Morón C. Valor Nutritivo y uso de la Quinoa (*Chenopodium quinoa willdenow*). Ed empresa científica mundi Lima – Perú 1996
4. AGUDELO, Gustavo. Fundamentos de Nutrición Animal Aplicada. Medellín: Universidad de Antioquia. (2001. p. 175)
5. BARRERA Rojas, Heidy Ruth. Elaboración de un alimento Balanceado para pollitas con aceite esencial de orégano. Tesis, Universidad de la Salle Bogotá (2008).
6. Boletín Técnico. La crianza casera de aves. Boletín Purina-Perú Julio 2013 – I Pp4
7. BRENNAN, J.G. Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos. Zaragoza: Acribia. 1998. p. 95.
8. BUXÁDE, C. (1995). Base Producción Animal Tomo II, Madrid; Mundi Prensa, P. 29, 82, 123.
9. CHACHAPOYA Rivas, Diego Leonardo. Producción de alimentos balanceados en una planta procesadora en el canto Cevallos. Tesis, Escuela Politécnica Nacional (2014).
10. CHACCHI TELLO, Katty Demanda de la Quinoa (*Chenopodium quinoa Willdenow*). Tesis, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima – Perú 2009.

11. CASTILLO, A., Melo, O., & Boetto, C. (1996). Calculo de Requerimiento, Energéticos y Proteicos del ganado Bovino Lechero. Córdoba: INTA-UCA, P. 26, 38, 79.
12. DEZI, F. (2010). Alimento Balanceados, Formulaciones de raciones, Núcleos y Pre mezclas. BUENOS Aires: Nuviga, P.1, 6,13.
13. DURAN, F et al. 2004 Manual de explotación en aves de corral volvamos al campo. Sn. St. Bogotá Colombia. Edit. Grupo Latino pp 502,503.
14. ENSMINGER, M. 1986. Producción avícola. 1ra ed. St. Buenos Aires, Argentina. Edit. Ateneo.
15. ESPINOSA, E. 1990. Aumente sus ingresos criando pollos-método práctico 1ra edición st. Cali, Colombia Edit. Latinoamericana. P 2-10
16. F.A.O. Manual sobre utilización de los cultivos andinos sud explotados en la alimentación, oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Organización de la Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, Santiago de Chile, p. 35. 1992.
17. F.A.O. 1982. Leguminosas en la nutrición humana. Informe técnico de la Región conjunta de expertos. Serie informes técnicos. FAO, Roma.
18. F.A.O. 2011. La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Julio.
19. FAIRLIE Reinoso, Alan. La quinua en el Perú: cadena exportadora y políticas de gestión ambiental. 1a ed.- Lima: INTEPUCP, 2016. 86 p. (Cuadernos de investigación kawsaypacha; 6). 1. Quinua- Industria y comercio-Perú-Puno.
20. FELLOWS, Peter. Tecnología del Procesado de los Alimentos. Zaragoza: Acribia.1994. p. 97.

21. HEISER, C. y D. Nelson. 1974. On the Origen of the cultivated Chenopods (Chenopodium). Genetics 78: p 503 – 505.
22. ISABROW, 1996 Ponedoras “Guía de manejo” Edit ISA.
23. JARRIN, A., & Ávila, s, (1990) Composición Química de los alimentos Zootécnicos Ecuatorianos, Normas para formulación de dietas. Quito: Universidad Central de Ecuador, P. 6, 8, 10.
24. LESSON Steve, Nutrición Aviar Comercial, editorial le print club Express Ltda. Colombia 2000. 218, 221, 223, 224, 247, 248, 249. p.
25. MAYNARD, L; Loosli, J.K; Hintz, H.F y Warner, R.G. 1981. Nutrición Animal, 4ta. Edición, McGraw-Hill.
26. M. BRAVO, J. REYNA. R. I, Gómez Sánchez, M. Huapaya H. estudio químico y nutricional de granos andinos germinados de quinua. (*Chenopodium quinoa* Willdenow) y (*amarantu caudatus*). Facultad de Química e ingeniería Química Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima Perú 2013.
27. MELCION, J.P. Valdebouze, P. Los aditivos en la Alimentación Animal. Cap. 8. Zaragoza: Acribia, 1988, p. 646: aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias. Universidad del Cauca
28. MOSQUERA Mari L. y PORTILLA Sandra. Nutritional effect evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willdenow)) with different levels of inclusion in diets for broiler chickens, 2009.
29. MUÑOZ. Efraín y NOGUERA Jorge. Efecto de la utilización de cinco niveles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en la alimentación de pollos de engorde. Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de zootecnista. Universidad de Nariño. 1980 18, 26, 33. p.

30. MUÑOS. T. Yamid, CASSO. Gilberto y MENESES. Maria, (2007) Evaluación del rendimiento nutricional de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*). como aporte proteico y energía en la elaboración de dietas, para alimentación de pollos en la fase ceba. para optar el título de zootecnista Universidad Nacional Abierta. Popaya.
31. MUJICA. A. 1996 Genetic Resource of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willdenow.). FAO Roma Italia. En prensa.
32. NORTH, M. 1993 Manual de producción avícola. 3ra ed. St. Distrito Federal, México Edit. Manual moderno. Pp 410, 449, 651 – 655.
33. PLAZA OLAYA. Henry. Gran manual de avicultura sanidad avícola 2005. 122 p.
34. TAPIA, Mario; H. Gandarillas; S. Alandia; A. Cardozo; A. Mujica; R. Ortiz; V. Otazu; J. Rea; B. Salas y E. Sanabria. Quinoa y Kañiwa cultivos andinos. CIID; Editorial IICA, P. 78, 227. Bogotá, 1979.
35. TAPIA, M.E. 1997. Cultivos Andinos Sub explotados y su aporte a la alimentación. 2da Edición. FAO, Santiago- Chile.
36. RAMOS Eduardo. Manual para productores de Quinoa. Centro de Investigación y promoción educativa “CIPE”. S. P. Bolivia 2006.
37. RUALES, J. & B. Nair. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willdenow) An important Andean food crop. Arch. Latinoamer. Nutr P. 241 Estados Unidos 1992.
38. SHIMADA, A. (2003). Nutrición animal. México D.F.: Trillas, pp. 49, 52, 89, 98, 101.
39. SCOTT, M. 1983, Alimentación de aves. 1er ed. Traducido del Inglés por Alfonso Corral Andrade. Barcelona España editorial Aedos. P28.

40. SMITH, J.A.C. y GRIFFITHS, H. 1993. Water Deficits. Plant responses from cell to communiti. Bios Science. Oxford. 97-99 pp.
41. VELAQUEZ CCOSI, Percy Fermin. Determinación de tres parámetros de malteo en cultivares de Quinoa (*Chenopodim quinoa* Willdenow). Tesis Universidad Nacional del Altiplano 2003.
42. VELAQUEZ CCOSI, Percy Fermín. Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agroindustria. Pp. 57; 66; 68.
43. AMEVEA. Ecuador.org/web_antigua/datos/Aminoacidos 20% Digestible.
44. DAVID, (2012), Cabañas avícolas el choique y ArgentAVIS <http://aveselchoique.blogspot.pe/clasificacion-de-las-razas-de-gallinas.html>

ANEXOS

Anexo 01. Control y registros de datos repetición I

DIAS	PESO X(g)				ALIMENTO CONSUMIDO (g)				CONVERSIÓN ALIMENTICIA			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
1	46.10	45.30	44.80	45.20	60.00	60.00	55.00	55.00	1.30	1.32	1.23	1.22
2	49.55	46.10	45.72	43.60	60.00	60.00	55.00	55.00	1.21	1.30	1.20	1.26
3	50.20	48.80	46.30	45.20	60.00	60.00	60.00	60.00	1.20	1.23	1.30	1.33
4	54.90	50.40	48.91	46.30	65.00	65.00	65.00	60.00	1.18	1.29	1.33	1.30
5	57.40	53.50	50.20	48.90	70.00	70.00	70.00	70.00	1.22	1.31	1.39	1.43
6	59.80	55.30	52.90	50.80	75.00	75.00	75.00	75.00	1.25	1.36	1.42	1.48
7	64.80	60.50	55.10	54.40	80.00	75.00	75.00	75.00	1.23	1.24	1.36	1.38
8	70.20	63.20	56.50	55.40	90.00	90.00	90.00	90.00	1.28	1.42	1.59	1.62
9	74.70	65.10	58.40	56.80	100.00	95.00	95.00	95.00	1.34	1.46	1.63	1.67
10	79.66	67.70	62.90	58.30	115.00	115.00	115.00	115.00	1.44	1.70	1.83	1.97
11	84.70	68.70	65.80	61.76	160.00	120.00	160.00	160.00	1.89	1.75	2.43	2.59
12	88.17	70.20	66.70	63.38	170.00	150.00	165.00	165.00	1.93	2.14	2.47	2.60
13	93.40	75.67	72.35	68.84	170.00	165.00	165.00	165.00	1.82	2.18	2.28	2.40
14	99.75	80.30	72.15	67.30	175.00	170.00	170.00	170.00	1.75	2.12	2.36	2.53
15	101.83	82.48	75.70	70.40	185.00	185.00	185.00	185.00	1.82	2.24	2.44	2.63
16	104.90	88.50	79.80	73.40	205.00	200.00	200.00	200.00	1.95	2.26	2.51	2.72
17	110.78	90.40	82.50	75.70	215.00	205.00	205.00	205.00	1.94	2.27	2.48	2.71
18	115.35	95.24	86.10	79.50	225.00	210.00	210.00	210.00	1.95	2.20	2.44	2.64
19	120.40	100.60	95.30	92.80	225.00	210.00	210.00	210.00	1.87	2.09	2.20	2.26
20	128.85	102.80	91.70	88.50	250.00	215.00	215.00	215.00	1.94	2.09	2.34	2.43
21	135.75	105.90	94.60	92.23	250.00	230.00	235.00	235.00	1.84	2.17	2.48	2.55
22	139.40	108.90	98.52	94.60	275.00	220.00	220.00	220.00	1.97	2.02	2.23	2.33
23	145.50	110.40	101.80	97.20	280.00	220.00	220.00	220.00	1.92	1.99	2.16	2.26
24	154.65	114.70	104.70	100.20	290.00	225.00	225.00	225.00	1.88	1.96	2.15	2.25
25	165.45	116.84	108.30	106.80	315.00	245.00	245.00	245.00	1.90	2.10	2.26	2.29
26	178.40	119.70	112.60	107.20	320.00	250.00	250.00	250.00	1.79	2.09	2.22	2.33
27	186.40	123.40	115.90	110.40	330.00	285.00	285.00	285.00	1.77	2.31	2.46	2.58
28	190.60	128.69	118.90	114.60	355.00	300.00	295.00	290.00	1.86	2.33	2.48	2.53

Anexo 02. Control y registro de datos repetición II

DIAS	PESO X(g)				ALIMENTO CONSUMIDO (g)				CONVERSIÓN DE ALIMENTO			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
1	40.00	39.20	38.60	39.70	55.00	60.00	60.00	60.00	1.38	1.53	1.55	1.51
2	40.55	40.20	39.60	41.40	55.00	65.00	55.00	55.00	1.36	1.62	1.39	1.33
3	43.00	42.10	45.30	43.70	60.00	60.00	60.00	60.00	1.40	1.43	1.32	1.37
4	50.30	54.73	48.91	46.00	75.00	70.00	65.00	65.00	1.49	1.28	1.33	1.41
5	57.40	57.50	51.20	49.90	85.00	80.00	70.00	70.00	1.48	1.39	1.37	1.40
6	59.50	58.10	54.00	52.30	95.00	80.00	75.00	75.00	1.60	1.38	1.39	1.43
7	68.30	62.20	58.10	55.40	100.00	85.00	85.00	85.00	1.46	1.37	1.46	1.53
8	73.20	64.20	57.20	58.40	110.00	90.00	90.00	90.00	1.50	1.40	1.57	1.54
9	81.70	68.10	57.40	60.80	135.00	120.00	100.00	110.00	1.65	1.76	1.74	1.81
10	87.40	74.30	58.90	61.30	145.00	125.00	110.00	115.00	1.66	1.68	1.87	1.88
11	99.80	79.00	60.80	63.00	160.00	130.00	115.00	115.00	1.60	1.65	1.89	1.83
12	104.80	82.70	66.10	66.30	175.00	135.00	120.00	120.00	1.67	1.63	1.82	1.81
13	118.50	85.90	75.30	74.00	175.00	140.00	120.00	120.00	1.48	1.63	1.59	1.62
14	120.40	90.10	77.10	75.30	180.00	145.00	125.00	125.00	1.50	1.61	1.62	1.66
15	137.20	92.40	82.70	75.40	220.00	150.00	130.00	130.00	1.60	1.62	1.57	1.72
16	138.50	97.00	84.80	81.40	235.00	160.00	130.00	130.00	1.70	1.65	1.53	1.60
17	152.20	103.30	85.50	90.70	245.00	165.00	135.00	135.00	1.61	1.60	1.58	1.49
18	157.00	105.20	88.10	92.00	250.00	170.00	140.00	140.00	1.59	1.62	1.59	1.52
19	164.70	110.60	95.30	94.80	250.00	185.00	145.00	145.00	1.52	1.67	1.52	1.53
20	182.40	115.20	101.70	98.50	280.00	185.00	150.00	150.00	1.54	1.61	1.47	1.52
21	195.90	115.80	105.60	100.00	300.00	180.00	180.00	180.00	1.53	1.55	1.70	1.80
22	218.20	120.90	112.50	104.60	320.00	190.00	185.00	185.00	1.47	1.57	1.64	1.77
23	234.60	122.10	116.80	107.00	340.00	195.00	190.00	190.00	1.45	1.60	1.63	1.78
24	244.20	125.70	120.70	115.20	355.00	200.00	195.00	195.00	1.45	1.59	1.62	1.69
25	255.40	130.00	125.30	120.80	395.00	220.00	210.00	210.00	1.55	1.69	1.68	1.74
26	270.00	133.70	130.60	125.20	400.00	230.00	235.00	235.00	1.48	1.72	1.80	1.88
27	275.80	140.40	135.90	130.40	420.00	240.00	240.00	240.00	1.52	1.71	1.77	1.84
28	285.70	142.90	141.10	135.60	440.00	250.00	255.00	250.00	1.54	1.75	1.81	1.84

Anexo 03. Control y registro de datos repetición III

DIAS	PESO X̄ (g)				ALIMENTO CONSUMIDO (g)				CONVERSIÓN DE ALIMENTO			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
1	40.00	39.20	38.60	39.70	55.00	55.00	55.00	55.00	1.38	1.40	1.42	1.39
2	41.55	40.20	39.60	42.40	60.00	60.00	60.00	60.00	1.44	1.49	1.52	1.42
3	43.00	42.10	41.30	43.70	60.00	60.00	55.00	55.00	1.40	1.43	1.33	1.26
4	54.30	48.73	44.00	44.73	65.00	65.00	55.00	55.00	1.20	1.33	1.25	1.23
5	59.20	52.80	50.10	47.70	70.00	70.00	58.00	59.00	1.18	1.33	1.16	1.24
6	63.00	58.30	55.00	48.70	70.00	70.00	70.00	70.00	1.11	1.20	1.27	1.44
7	68.00	62.80	61.50	49.70	75.00	75.00	75.00	75.00	1.10	1.19	1.22	1.51
8	75.20	64.80	62.50	52.00	86.00	80.00	75.00	74.00	1.14	1.23	1.20	1.42
9	80.50	68.40	66.20	58.70	90.00	86.00	85.00	85.00	1.12	1.26	1.28	1.45
10	88.50	70.60	68.90	64.50	120.00	100.00	98.00	95.00	1.36	1.42	1.42	1.47
11	101.50	73.20	70.40	66.30	135.00	121.00	117.00	115.00	1.33	1.65	1.66	1.73
12	114.00	77.30	72.60	70.90	145.00	120.00	118.00	118.00	1.27	1.55	1.63	1.66
13	129.00	81.20	78.44	74.20	155.00	115.00	115.00	115.00	1.20	1.42	1.47	1.55
14	135.00	88.00	86.56	80.00	170.00	125.00	125.00	125.00	1.26	1.42	1.44	1.56
15	145.00	92.20	84.67	82.30	190.00	130.00	130.00	130.00	1.31	1.41	1.54	1.58
16	163.00	96.00	86.20	85.00	195.00	135.00	135.00	135.00	1.20	1.41	1.57	1.59
17	168.50	110.00	97.33	87.50	210.00	140.00	140.00	140.00	1.25	1.27	1.44	1.60
18	181.00	115.30	101.50	91.00	230.00	150.00	150.00	145.00	1.27	1.30	1.48	1.59
19	194.00	117.90	104.00	92.60	235.00	165.00	155.00	150.00	1.21	1.40	1.49	1.62
20	205.00	126.80	107.30	98.30	245.00	170.00	170.00	170.00	1.20	1.34	1.58	1.73
21	225.50	120.30	115.00	110.00	300.00	175.00	175.00	175.00	1.33	1.45	1.52	1.59
22	235.00	125.40	125.80	118.50	305.00	180.00	180.00	180.00	1.30	1.44	1.43	1.52
23	258.50	130.60	130.63	120.80	310.00	200.00	195.00	185.00	1.20	1.53	1.49	1.53
24	268.40	135.20	136.80	125.40	320.00	210.00	205.00	195.00	1.19	1.55	1.50	1.56
25	275.90	140.40	138.50	128.90	340.00	220.00	215.00	215.00	1.23	1.57	1.55	1.67
26	288.80	148.50	140.30	135.40	350.00	230.00	220.00	220.00	1.21	1.55	1.57	1.62
27	295.80	150.30	146.40	140.00	360.00	235.00	225.00	225.00	1.22	1.56	1.54	1.61
28	302.50	155.20	149.80	146.70	380.00	240.00	240.00	240.00	1.26	1.55	1.60	1.64

Anexo 04. Proceso de germinación de la quinua



Fig. A4. 1. Remojo de la quinua



Fig. A4. 2. Cámara de germinación



Fig. A4. 3. Germinado



Fig. A4. 4. Quinua germinada seca



Fig. A4. 5. Quinua germinada molida



Fig. A4. 6. Pesado

Anexo 05 Acondicionamiento y recepción material experimental



Fig. A5. 1. Ingredientes para el mezclado Fig. A5. 2. divisiones de los cercos



Fig. A5. 3. Acondicionamiento

Fig. A5. 4. Recepción de pollos bebes.



Fig. A5. 5. Selección



Fig. A5. 6. Distribución

Anexo 06. Material de campo



Fig. A6.1. vitamina con electrolitos

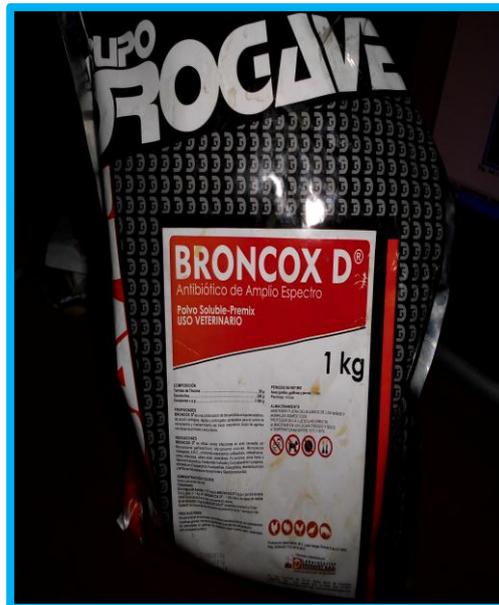


Fig. A6.2 Antibioco



Fig. A6.3. Pesado inicial



Fig. A6.4. Pesado final

Anexo 07. Limpieza y ambientación del galpón



Fig. A7.1. Limpieza



Fig. A7.2. Preparación de la cama



Fig. A7.3. Instalación



Fig. A7.4. Calefacción

Anexo 08. Resultados de los tratamientos

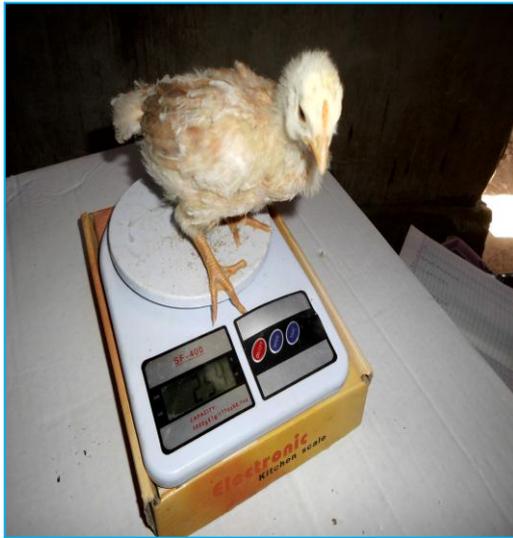


Fig. A8.1. Testigo (T0)



Fig. A8.2. 40 % germen quinua (T1)



Fig. A8.3. 60 % germen quinua (T2)



Fig. A8.4. 80 % germen quinua (T3)

Anexo 09. Requerimiento nutricional de formulaciones comerciales de pollos

REQUERIMIENTO NUTRICIONAL

TIPO DE ALIMENTO / EDAD	INICIO (0-35 días)	CRECIMIENTO (35-66 días)	ENGORDE (67-70 días)
Proteína Bruta (%)	21 - 22	19 - 20	17 - 18
Energía Metabolizable kcal/kg	3035	3108	3180

TEMPERATURA (Temperatura considerando: 41 a 60 % de humedad)				DENSIDAD	
EDAD	MAXIMA	PROMEDIO	MÍNIMO	EDAD	POLLO / M ²
1	35	34	33	1 - 3	50 - 60
2	34	33	32	4 - 6	40 - 50
3	33	32	31	7 - 9	30 - 40
4 - 9	32	31	30	10 - 12	20 - 30
10 - 12	31	30	29	13 - 15	20
13 - 16	30	29	28	16 - 29	10
17 - 20	29	28	27	30 - 55	7
21 - 26	28	27	26	56 - 70	4 ó 5
27 - 29	27	26	25		
30 - 31	26	25	24		
32 - 35	25	24	23		
35 - 70	24	23	22		

DESEMPEÑO DEL CRECIMIENTO DE CARCASA - INDICADORES (Edad 70 días)

TIPO	Alimento nivel de energía 2900 kcal		
	Peso gr.	IC	% de Rendimiento
Redbro Carioco	2180	2.54	68.6
Gris Barreado	1869	2.57	67.5
Color Pac	2455	2.57	69.4
Master Gris	2445	2.40	68.9

Los % de rendimiento en canal son referenciales, varían con la nutrición y el manejo



Av. Los Angeles Mz. 5 Lte. 13 Urb. Los Angeles Ate. / Telf: 331 2402 / 715 3939
Telefax: 494 1880 RPM: #945 710 793 RPC: 993 531526 993 531533 / ventaspollobb@isamisa.com.pe



"Más de 40 años de Experiencia y Calidad"

POLLO DE CARNE DE COLOR ISAMISA



REDBRO CARIOCO



GRIS BARREADO



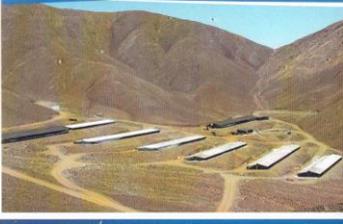
COLOR PAC



MASTER GRIS

- Línea genética de color de origen francés / canadiense.
- Adaptable a un amplio rango de manejo y condiciones ambientales (clima y altura).
- Mejores índices productivos (mayor producción de carne).
- Crece rápidamente, por lo tanto sale rápido al mercado.
- Producción de carne de calidad y con buen sabor.
- Mantiene su apetito en climas cálidos o tropicales, lo que permite tener un buen crecimiento.
- Productos certificados por:






ISAMISA es la principal empresa productora de pollos criollos en el Perú, contamos con más de 40 años de experiencia en la crianza de estas aves, en la actualidad nuestras aves son criadas en todos los departamentos de nuestro país, desde Tumbes hasta Tacna.

Las aves que comercializamos cuentan con programas de bioseguridad muy estrictos, lo que garantiza la calidad de las mismas. Además todos los pollitos BB's son vacunados en nuestra planta de incubación antes de ser entregados a nuestros clientes, de esta manera nos aseguramos que nuestras aves lleguen en las mejores condiciones sanitarias a los corrales de crianza.





VENTAJAS DE LA CRIANZA DEL POLLO CRIOLLO ISAMISA:

- Se adapta a todo tipo de climas y altura.
- Alta producción de carne y huevos.
- Resistente a enfermedades.
- Alimentación compatible con insumos de la región.
- Crianza de tipo natural en beneficio del medio ambiente.



Anexo 11. Software estadístico SAS

Cuadro A11. 2. Efecto de la sustitución parcial del maíz amarillo por germen de quinua sobre la ganancia de peso

Edad (Semanas)	Peso promedio (g)			
	T0	T1	T2	T3
1	25,00	20,60	17,57	11,63
2	76,35	44,90	37,93	32,67
3	143,68	72,77	64,40	59,21
4	217,57	101,03	95,93	90,77

Anexo 12. Reporte de consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia semanal

Cuadro A12. 1. Efecto de la sustitución parcial del maíz amarillo por germen de quinua sobre el consumo de alimento

Edad (Semana)	Consumo de alimento promedio (g)			
	T0	T1	T2	T3
1	85,00	78,33	78,33	78,33
2	175,00	146,67	158,33	158,33
3	283,33	195,00	196,70	196,67
4	391,67	263,33	263,33	260,00

Cuadro A12. 2. Efecto de la sustitución parcial del maíz amarillo por germen de quinua sobre la conversión alimenticia.

Edad (Semana)	Conversión alimenticia promedio (g)			
	T0	T1	T2	T3
1	1,20	1,28	1,38	1,50
2	1,61	1,28	2,08	2,24
3	1,71	1,88	2,08	2,16
4	1,71	2,05	2,18	2,25