



UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA



EFFECTO DE QUINUA DE DESCARTE
(*chenopodium quinoa willd*)
EN ALIMENTACION DE POLLOS DE ENGORDE COBB-500

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
MEDICO VETERINARIO

AUTOR:

BACH. JOMAR MACPHERSON FERNÁNDEZ GARAY

PATROCINADOR:

Dr. JOSÈ LUIS VILCHEZ MUÑOZ

LAMBAYEQUE – PERU2018

I. INTRODUCCIÓN

La industria avícola, especialmente la producción del pollo de carne, representa un sistema de producción ampliamente desarrollado en el Perú, debido a que representa la carne de mayor consumo en la población y cuya gran demanda ha permitido el desarrollo de un sistema altamente tecnificado, donde el uso de alimentos energéticos, suplementos proteicos, suplementos minerales y aditivos no nutricionales permiten la crianza de líneas genéticas de altas tasas de crecimiento, eficiencia en la conversión alimenticia, reducidas tasas de mortalidad y de alta rentabilidad.

Desde el punto de vista de la alimentación, que representa el factor más importante en la producción avícola, ésta se ha venido basando en el empleo de insumos energéticos como el maíz y la incorporación de suplementos proteicos como la harina o torta de soya, ambos importados y que cada día son más utilizados en la elaboración del biodiesel y, consecuentemente su cada vez menor disponibilidad para la industria avícola con el consiguiente encarecimiento del costo de producción y la reducción drástica de los índices de rentabilidad.

El Perú, país de una gran biodiversidad dispone de una amplia y variada disponibilidad de insumos alimenticios, de adecuado valor nutritivo, aptos para su uso en la alimentación animal y que en el futuro podrían y deberán sustituir a los alimentos tradicionales y sin afectar o talvez mejorar los parámetros productivos y con una adecuada rentabilidad.

Uno de estos alimentos lo representa la quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*), cultivo de zonas altoandinas con gran expectativa de ampliación en su producción por la alta demanda en el exterior y sus bondades alimenticias que posee. Sin embargo, el cultivo de la quinua enfrenta un reto que está estrechamente vinculado al mercado internacional, cuya demanda en expansión representa una alternativa económica importante para los pobladores de las zonas productoras.

Además, debido a esta alta demanda y las ventajas innatas de la quinua, muchos países fuera de la región han iniciado estrategias para introducir la quinua en sus territorios, pero aún no existe información clara y objetiva que permita tener una gestión del cultivo de forma sostenible. El mercado internacional exige cumplir con ciertos estándares en el grano a exportar y que genera que un porcentaje significativo de la producción represente el grano descarte (tamaño pequeño, malformaciones, coloraciones, etc.) que tampoco se acepta en el mercado interno y que bien podría ser una buena alternativa para ser incorporadas en las raciones del pollo de carne.

El productor avícola, línea de carne, enfrenta cotidianamente un alza en los precios de los insumos alimenticios, escasa información de otros insumos que sustituyan a los primeros y ello ocasiona toda una problemática que deberá ser resuelta. La posibilidad de incorporar quinua de descarte en raciones para pollos de carne, trae la interrogante de cuál es el nivel de uso y la interrogante del efecto de factores antinutricionales que estarían conformando la composición del grano. Esta problemática y la incertidumbre de su uso benéfico de la quinua nos llevó a plantear el siguiente trabajo de investigación, bajo la siguiente interrogante: ¿La quinua de descarte podrá ser parte importante de la ración del pollo de carne sin afectar sus parámetros productivos y económicos?

El estudio, buscó los siguientes objetivos:

General:

- ✓ Incorporar quinua de descarte en las raciones del pollo de carne en sus diferentes fases de la producción

Específico:

- ✓ Evaluar el consumo, incrementos de peso, conversión alimenticia y mérito económico del pollo de carne, según el nivel de quinua de descarte en su dieta.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. LA QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd)

2.1.1. Taxonomía, cultivo y rendimientos

Mujica, citado por **CHACCHI (2009)**, concordando Engler citado por **APAZA (2014)**, refieren que la quinua está ubicada dentro de la sección Chenopodia y tiene la siguiente posición taxonómica:

División	Fanerógamas
Clase	Dicotiledóneas
Sub-clase	Angiospermales
Orden	Centrospermales
Familia	Chenopodiceas
Género	<i>Chenopodium</i>
Sección	<i>Chenopodia</i>
Subsección	<i>Cellulata</i>
Especie	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.

La quinua es un grano alimenticio que se cultiva ampliamente en la región andina, desde Colombia hasta el norte de la Argentina en condiciones de montañas de altura, aunque un ecotipo que se cultiva en Chile, se produce a nivel del mar. Domesticada por las culturas prehispánicas, se la utiliza en la alimentación desde hace unos 3000 años. **TAPIA (1980)**, la menciona como una especie de importancia a la llegada de los españoles a Sudamérica. Agrega que la cosecha se realiza una vez que las plantas llegan a la madurez fisiológica, reconocible porque las hojas inferiores cambian de color y empiezan a caerse, dando una coloración amarilla característica a toda la planta; el grano, al ser presionado con las uñas ofrece resistencia que dificulta su penetración y para llegar a esta fase transcurren de 5 a 8 meses, según el ciclo vegetativo de las variedades. Es conveniente asegurarse de la maduración para determinar la fecha de cosecha ya que al adelantarla y exponerla a lluvias tardías, se corre el riesgo de fermentaciones en las parvas que oscurecen el grano.

La quinua, se desarrolla mejor en suelos con textura arenosa y ligeramente salinos de la faja pre cordillerana, donde los suelos están formados por la deposición de los materiales arrastrados aluvialmente. Los suelos inundadizos y arcillosos no deben utilizarse para el cultivo. **(BLANCO, 1981).**

La quinua es una planta anual, dicotiledónea, C3 **(JACOBSEN, 1993)**; usualmente herbácea, que alcanza una altura de 0,2 a 3,0 m; las plantas pueden presentar diversos colores que van desde verde, morado a rojo y colores intermedios entre estos.

Según **ANAPQUI (1995)**, este cultivo requiere de clima frío a templado con temperaturas de 12 a 18 °C con precipitaciones desde los 500 hasta 800 mm especialmente durante el ciclo del cultivo y se desarrolla bien a altitudes que superan los 3000 m.s.n.m.

La quinua recibe diferentes nombres en el área andina que varían entre localidades y de un país a otro, así como también recibe nombres fuera del área andina que varían con los diferentes idiomas **(MÚJICA, 1996)**: **En Perú**: Quinua, Jiura, Quiuna; en Colombia: Quinua, Suba, Supha, Uba, Luba, Ubalá, Juba, Uca; en **Ecuador**: Quinua, Juba, Subacguque, Ubaque, Ubate; en **Bolivia**: Quinua, Jupha, Jiura; en **Chile**: Quinua, Quingua, Dahuie; en **Argentina**: Quinua, quiuna. **Español**: Quinua, Quinoa, Quingua, Triguillo, Trigo inca, Arrocillo, Arroz del Perú, Kinoa. **Inglés**: Quinoa, Quinua, Kinoa, Swet quinoa, Peruvian rice, Inca rice, Petty rice. **Francés**: Anserine quinoa, Riz de peruo, Petit riz de Peruo, Quinoa. **Italiano**: Quinua, Chinua. **Portugués**: Arroz miudo do Perú, Espinafre do Perú, quinoa. **Alemán**: Reisspinat, Peruanischer reisspinat, Reismelde, Reisgerwacks, Inkaweizen. **India**: V athu. **China**: Han. **Quechua**: Kiuna, Quinua, Parca. **Aymara**: Supha, Jopa, Jupha, Jauira, Aara, Ccallapi, Vocali, Jiura. **Azteca**: Huatzontle. **Chibcha**: Suba, Supha, Pasea.

MUJICA (1997), indica que el pH del suelo debe ser neutro o ligeramente alcalino, aunque algunas variedades procedentes de los salares en Bolivia, pueden soportar hasta pH 8, demostrando su carácter halófito; asimismo se ha encontrado quinua de suelos ácidos (pH 4,5) en Michiquillo y Cajamarca, Perú. Según **MUJICA (1997) y FAO (1997)** la preparación de suelos para la quinua es una labor importante, que determinara el éxito futuro de la instalación del cultivo. Antes de iniciar la preparación de suelos es necesario ubicar y seleccionar, aquel que tenga una pendiente adecuada, de buena fertilidad con textura franco arenosa, que esté bien nivelado y que no se encuentre en una zona inundable, heladiza, ni demasiado salina, la cual se reconoce por su morfología, textura, orientación y presencia de plantas indicadoras (**MUJICA, 1997**). La densidad varía según las condiciones climáticas, preparación del suelo, sistema de siembra y la calidad de la semilla. Se puede utilizar desde 4 kilos por hectárea, con una buena humedad en el suelo, siembra en surcos y una semilla con alto poder germinativo. Densidades mayores se requieren en suelos poco preparados, secos, con siembra al voleo y semilla no garantizada (**FAO y MUJICA, 1997**). Según **ORTIZ y ZANABRIA (1997)**, las plagas están muy relacionadas a la ocurrencia de sequías o veranillos que se presentan normalmente en las partes altas de los Andes durante la época de crecimiento de la planta. Entre las plagas más importantes se tienen: *Feltia experta* *Spodoptera* sp. Ticonas o ticuchis, *Copitarsia turbata* Gusano de tierra o cortadores, *Scrobipalpula* sp. Challu, *Liriomiza brasiliensis* mosca minadora de las hojas, *Pachyzancla bipunctalis* Polilla de la quinua, *Epicauta latitarsis* Acchu, *Myzus* sp Pulgones y *Fraakliniella tuberosi* Trips. Los hongos que se presentan con mayor ocurrencia son: *Perenospora farinosa* Mildiu, *Ascochyta hyalospora* Mancha foliar, *Phoma exigua* Podredumbre marrón del tallo.

Según **TAPIA, (1997)**, de acuerdo a los ecotipos de quinua, generalmente se reconocen 5 categorías:

- a. Tipo Valle, que crece en los valles andinos entre 2,000 y 3,600 msnm, con períodos largos de crecimiento.
- b. Tipo Altiplánico, que desarrolla alrededor del lago Titicaca, resistente a heladas, sin ramas y de período de crecimiento corto.
- c. Tipo Salar, propio de los salares del altiplano boliviano, con resistencia a suelos salinos y alcalinos.
- d. Tipo de Nivel de Mar, que desarrolla en el sur de Chile y no posee ramas.
- e. Tipo Subtropical, de los valles interandinos de Bolivia, de color verde intenso y anaranjado.

Soporta radiaciones extremas en las zonas altas de los andes; sin embargo estas altas radiaciones permiten compensar las horas de calor necesarias para cumplir con su periodo vegetativo y productivo. En la zona de mayor producción de quinua del Perú (Puno), el promedio anual de la radiación global (RG) que recibe la superficie del suelo, asciende a 462 cal/cm²/día, y en la costa de Arequipa alcanza a 510 cal/cm²/día y en La Paz es de 433 cal/cm²/día (**MUJICA et al., 2001**).

ABDO et al., (2010), realizaron una investigación con objetivo de evaluar el rendimiento de 15 variedades de quinua en las condiciones ambientales de la Quebrada de Humahuaca. Se realizaron dos tipos de tratamientos; uno con aplicación de abono orgánico y un segundo sin aplicación. Obtuvieron como resultados que las variedades fertilizadas con guano mostraron un 40% más de aumento en el rendimiento que las sin fertilizar, como así también un mayor crecimiento y una menor incidencia de plagas y enfermedades. Obtuvieron que la variedad "Inga

Pirca" fue la que alcanzo los mayores rendimientos, con un total de 2400 kglha; seguido por las variedades "Cica Homillos", "Roja Pandela" y "Nariño Pasto" con rendimientos de 2340 t.ha- 1, 2200 t.ha-1 y 2200 t.ha-1 respectivamente.

FAO (2011), reporta que en estos últimos años (2009) la producción de la región andina se acerca a las 70 000 t con casi 40 000 t producidas por el Perú, 28 000 t por Bolivia y 746 t por Ecuador. Sin duda los principales países productores de quinua en la región andina y en el mundo son Perú y Bolivia: hasta el año 2008 la producción de ambos países representaba el 90% de la quinua producida en el mundo. Detrás de ellos están Estados Unidos, Ecuador y Canadá con alrededor del 10% de los volúmenes globales de producción. Bolivia es el primer exportador de quinua a nivel mundial seguido por Perú y Ecuador. Los principales países importadores de la quinua boliviana en grano son: Estados Unidos (45%), Francia (16%), Países Bajos (13%), Alemania, Canadá, Israel, Brasil y Reino Unido. En el 2007, Perú exportó volúmenes algo mayores a 400 TM de quinua en grano con valores equivalentes a US\$ 552 mil.

MERCADO (2012), en la provincia del Collao su resultado muestra que APROTAWI emplean en el nivel tecnológico intermedio 63.16% en llave, Acera 64.29% y Platería con un 50.00%. En la siembra prefieren el abono compost con 63.16% en llave, Acera 71.43% y Platería 62.50%. En el control de plagas el que más usan es la ceniza de madera con un 52.63% en llave 71.43% en Acera y Platería con un 50.00%. El abono más usado compost con un 36.86% en llave, Acera 42.86% y Platería 50.00%. En el control de plagas utilizan el rocote, ajo con 36.84% y 31.58% respectivamente en llave y con un 35.71% en acera y 37.50% en Platería. El método utilizado en la cosecha es el no mecanizado en llave con 47.37% y 57.14% en Acera, Platería con un 75.00%. Los insumes son: semillas de la variedad blanca de Juli, Kancolla, Cheweca, Sajama y Pasankolla, los abonos más usados son compost, el humus de lombriz, el biol y purín. El

rendimiento en grano en una hectárea es de 1200kg/ha y costos de producción de S/. 2029.10 con una rentabilidad de 195.70%.

Según **LEÓN (2012)**, indica que las condiciones climáticas y el suelo tienen influencia en la producción y productividad de la quinua, el clima está determinado por una serie de factores tales como altitud, precipitación, temperatura, latitud, vientos, iluminación etc. Dado a su cultivo en zonas marginales de los andes altos, la quinua se enfrenta con altos riesgos ambientales como heladas, sequías prolongadas, granizo, vientos fuertes, suelos pobres ácidos y básicos.

Para comprender los sistemas de producción de la quinua es conveniente tener en consideración su capacidad de adaptación y amplia distribución debido a las diferentes condiciones de clima y suelo en las zonas agroecológicas donde se cultiva. En el Perú se cultiva desde el nivel del mar hasta los 3900 metros de altitud, estando la mayor área ubicada ente los 2500 y los 3900 msnm, en microclimas diversos pero, en general, en un clima templado a frío con heladas frecuentes y con dependencia de las precipitaciones pluviales (**FAO, 2013**).

En el Perú, son ocho los bancos de germoplasma donde se conservan 6302 accesiones de quinua, y se encuentran en las Estaciones Experimentales del INIA, en Illpa (Puno-Banco Nacional), Andenes (Cusco), Canaán (Ayacucho), Santa Ana (Huancayo), Baños del Inca (Cajamarca), y en la Universidad Agraria La Molina de Lima, la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, y la Universidad Nacional del Altiplano de Puno. Las colecciones con el mayor número de accesiones son: la Universidad Nacional Agraria La Molina, la Universidad Nacional del Altiplano y el INIA Puno con 2089, 1910 y 1029 accesiones, respectivamente (**FAO, 2013**).

Según el Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú (**APAZA et al., 2013**), la producción de este cultivo se concentra principalmente en el Altiplano y los valles interandinos, con tendencia creciente en la Costa por sus características agroclimáticas favorables para la producción.

La quinua es un grano alimenticio domesticado, protegido y conservado por los pueblos indígenas andinos de la región andina de América del Sur (**REPO, 2014**), su principal centro de origen y de conservación es el altiplano alrededor del lago Titicaca del Perú y Bolivia sobre los 3800 msnm (**TAPIA, 2014**).

Si bien en la antigüedad la quinua se cultivó ampliamente desde Colombia hasta el sur de Chile (incluyendo los Andes argentinos), su historia tiene pocas evidencias arqueológicas, lingüísticas y etnográficas, pues no se conocen muchos ritos religiosos asociados al uso del grano. Las evidencias encontradas en departamento de Ayacucho, en el Perú, indicarían que su domesticación ocurrió 5000 años antes de Cristo, comprobándose durante este proceso la variación de semillas de color oscuro a blanco (Ugent y Ochoa, 2006; citados por **TAPIA, 2014**); asimismo, existen hallazgos arqueológicos encontrados en sepulturas indígenas en diferentes regiones del Perú y Chile con abundante cantidad de semillas e inflorescencias y en la cerámica de la cultura Tiahuanaco (Perú), en la que se representa a la planta de quinua con varias panojas distribuidas a lo largo del tallo, lo que mostraría a una de las razas más primitivas (Mujica, 1993, citado por **ESTRADA et al., 2014**).

A la llegada de los españoles, la quinua tenía un desarrollo tecnológico apropiado y una amplia distribución tanto en el territorio inca como fuera de él. El primer cronista español que reporta el cultivo de quinua fue Pedro de Valdivia quien al observar los cultivos alrededor de Concepción, menciona: “los indios para su alimentación siembran también la quinua entre otras

plantas”, posteriormente el Inca Garcilaso de la Vega, en sus Comentarios Reales dice: “el segundo lugar de las mieses que se crían sobre la haz de la Tierra dan a lo que llaman “quinua” y en español “mijo” o arroz pequeño: porque en el grano y el color se le asemeja algo” (Mujica, 1993; citado por **ESTRADA et al., 2014**).

Por ello, Mujica y Canahua (1989), citados por **ESTRADA et ál. (2014)**, refieren que la quinua es una de las especies con mayor plasticidad genética, lo que ha permitido producirla desde los niveles del mar como monocultivo, asociada con maíz en las zonas quechua (2500-3500 m), como cultivo de rotación a la papa en la zona suni (3600 a 3800 m), y como cultivo sólo en las áreas más altas de los Andes alrededor del Lago Titicaca (3810 m), en el propio Altiplano a 3900 m, y en los salares del sur de Bolivia (3600 m).

Tapia (1982), citado por **ESTRADA et ál. (2014)**, ha clasificado la quinua en cinco tipos por su adaptación a diferentes condiciones agroecológicas: i) las quinuas de zonas mesotérmicas, como los valles interandinos; ii) las quinuas del Altiplano norte del lago Titicaca, que comparten el Perú y Bolivia con un corto período de crecimiento; iii) las quinuas de los salares, en el Altiplano sur de Bolivia, de caracteres halófilos adaptadas a suelos salinos y con un mayor tamaño de grano; iv) las quinuas que se cultivan a nivel del mar en el centro y sur de Chile; y v) las quinuas de los yungas o zona subtropical en la vertiente oriental de los Andes, en Bolivia. En cada uno de estos tipos de quinuas encontraron variedades tradicionales que los campesinos han obtenido y cultivado por siglos, y nuevas selecciones, producto del mejoramiento desarrollado por las instituciones de investigación, que se han probado en diferentes medios con resultados variables.

ROJAS (2015), al determinar la respuesta del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa wild*) variedad Hualhuas, en el rendimiento y composición química a la respuesta de 5 tipos de abonos orgánicos : estiércol de vacuno, ovino, alpaca; cuy, humus de lombriz y un testigo absoluto,

con aplicaciones de 10tn/ha., fue con la aplicación de humus de lombriz y estiércol de vacuno que se obtuvo la mejor respuesta alcanzando mayor tamaño de panoja (1.0 y 0.92m/panoja), mayor peso de panoja (0.217 y 0.210kg/panoja), y el mayor rendimiento (3 750 y 3 315 kglha), en comparación con el testigo que logro promedios 0.57m de tamaño de panoja, 0.139kg de peso de panoja con 1430kglha.

MEDINA (2015), ha encontrado, en Arequipa, que el mayor rendimiento de granos de quinua var. Real blanca fue 2158 kg.ha-1 el mismo que se logró por el abonamiento con 8 t.ha-1 de humus de lombriz incorporado en dosis total en la preparación de terreno junto a aplicaciones foliares de biol al 50% (H2B2); este tratamiento también tuvo respuesta positiva en la altura de planta (123,45 cm); tamaño de panoja (38,27 cm) y peso de mil granos (3,12 gr) siendo estos los mejores valores obtenidos.

Desde el 2005 hasta el 2013, de acuerdo a cifras proporcionadas por la FAO, el Perú se ha convertido en el principal productor mundial de quinua, en la última década, la quinua peruana explica, en promedio, el 52% de la producción mundial (**AGRODATA, 2015**).

Según **GOMEZ y AGUILAR (2016)**, la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es un cultivo andino domesticado hace miles de años por las antiguas culturas de la región andina de sudamérica. Existen evidencias de que fue alimento básico para las poblaciones pre-hispánicas hasta la época de la conquista y que la introducción y expansión de cultivos como el trigo, cebada, avena, habas y arvejas, principalmente, relegó el cultivo de la quinua a zonas marginales de la sierra del Perú y Bolivia; reduciéndose en forma significativa el área cultivada. Por muchos siglos la quinua fue alimento de auto subsistencia humana y animal. El cambio de los hábitos alimenticios y la preferencia por alimentos nutritivos y orgánicos a nivel global promovieron el reconocimiento y la revaloración de la quinua, dando lugar al incremento de su producción. Su valor nutritivo radica

en el balance ideal de los aminoácidos de su proteína que lo convierten en un componente ideal en las dietas. Adicionalmente contiene una cantidad adecuada de carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales que incrementan su valor nutracéutico. Se cultiva en Sudamérica en zonas geográficas que van desde el nivel del mar hasta los 4000 m.s.n.m., en zonas con precipitaciones de 0 a 1000 mm, en suelos de diferentes texturas y con un rango de pH que fluctúa entre 4 a 9. Finalmente, la tecnología usada en su cultivo es bastante variable, desde aquella tradicional hasta aquella moderna altamente tecnificada. Dependiendo de la interacción de estos factores de clima, suelo y tecnología los rendimientos varían de 1 a 7 t/ha.

2.1.2. Composición química y valor nutritivo de la quinua

Se informa para almidón (**GONZÁLEZ et al. 1989**), valores de 32,6 % para la variedad Sajama. El contenido de amilosa está entre 7,1 y 11,2 % y la estructura molecular de la amilopectina es muy parecida al del almidón ceroso, con un grado de cristalinidad de 35 % aproximadamente (**QIAN y KUHN 1999; TANG et al. 2002**).

La semilla de quinua tiene un alto valor nutritivo, tanto por su composición química, como por la cantidad y calidad de sus proteínas. La calidad de las proteínas de quinua es considerada tan buena o mejor que la caseína, esto, debido al buen balance de los aminoácidos esenciales, sobresaliendo el triptófano, la cisteína y la metionina. Sin embargo, la mayor importancia radica en su alto contenido de lisina, un aminoácido deficitario en la mayoría de los vegetales, especialmente en el trigo. Agrega que, la semilla de quinua presenta un alto contenido de vitaminas del complejo B, C y E. Pero también, es importante su composición de sales minerales tales como hierro, fósforo, potasio y calcio (**ALBARRAN, 1993**).

COLLAZOS (1993), refiere contenidos en calorías (Kcal) 363.00, humedad (g) 12.20, proteínas (g) 12.00, grasa (g) 6.20, carbohidratos (g) 62.20, fibra (g) 5.70, cenizas (g) 2.60, calcio (mg) 85.00, fósforo (mg) 155.00, hierro (mg) 4.20, tiamina (mg) 0.20, riboflavina (mg) 0.15, niacina (mg) 0.95, por cada 100 gramos de porción comestible. Al respecto **RISI (1993)** acota que el balance de los aminoácidos esenciales de la proteína de la quinua es superior al trigo, cebada y soya, comparándose favorablemente con la proteína de la leche.

La quinua también es una fuente importante de carbohidratos. El contenido de almidón es de 54% en base seca, el gránulo tiene forma poligonal con un tamaño entre 0,6 y 2,0 μm y se encuentra localizado en el perisperma como entidades individuales o agregados compuestos con forma esférica u ovalada y tamaño entre 16 y 34 μm (**RUALES y NAIR 1994**).

Otras investigaciones han demostrado la presencia de compuestos coloreados en quinoa como son las betacianinas (**GALLARDO et al., 1999, GALLARDO et al., 2000, GALLARDO et al. 2005**). Si bien estas no tienen valor nutricional, sí resultan importantes porque son pigmentos que pueden tener valor como antioxidantes e incluso otros investigadores consideran que las betacianinas en general podrán actuar como fitofármacos para el tratamiento de enfermedades degenerativas (58). En la actualidad, las betacianinas que se utilizan en la industria provienen mayormente de la remolacha. Sin embargo, las obtenidas de la quinoa, han demostrado que son más estables a ciertos factores físicos, como la temperatura (**GALLARDO et al. 2005**), lo que les confiere un atractivo industrial y farmacéutico.

Según la FAO los aminoácidos de la proteína de quinoa se encuentran en la concentración adecuada para satisfacer los requerimientos de todos los grupos etarios y esto es lo que le otorga un elevado valor biológico (**BHARGARA et al., 2000**).

La quinoa es también una fuente importante de vitamina E (y tocoferoles) y esto es de particular relevancia ya que esta vitamina tiene una fuerte relación con la actividad anticarcinógena y antiinflamatoria (**JIANG et al., 2001**). También se ha informado contenidos importantes de riboflavina, tiamina y especialmente vitamina C que no son comunes en los cereales clásicos (**KOZIAL, 1992, RUALES y NAIR, 1992, CARRASCO et al., 2003**).

La quinoa contiene una elevada cantidad de lisina, un aminoácido esencial deficitario en los cereales (**ANDO et al., 2002**). Su proteína es rica en aminoácidos azufrados, en especial, metionina (**ANDO et al., 2002, BERTERI et al., 2004**). La FAO ha señalado que una proteína es biológicamente completa cuando contiene todos los aminoácidos esenciales en una cantidad igual o superior a la establecida para cada aminoácido en una proteína de referencia o patrón (**BHARGARA et al., 2006**).

Un punto importante es que los granos de quinua no poseen compuestos alergénicos como el glúten, prolaminas o enzimas (como las proteasas y las amilasas) que son inhibidores presentes en los cereales conocidos (**ZUIDMEER et al., 2008**), o tripsina como si existe en la granos de soja (**GALVEZ et al., 2009**).

Existe una gran variación en la composición química de estos granos, la que depende de su variedad genética, la edad de maduración de la planta, la localización del cultivo y la fertilidad del suelo. El contenido proteico puede oscilar en un rango que va desde 7,47% a 22,08%, con un promedio de 13,8%; valor calculado sobre 77 determinaciones sin especificar las variedades que participaron de las mismas.³ Sin embargo, más importante que la cantidad, es la calidad de una proteína y esta depende de su contenido en aminoácidos esenciales y condicionalmente esenciales, es decir, aquellos que se vuelven indispensables en determinadas situaciones (**ALVAREZ et al., 2009**).

La quinua posee un importante contenido de aceite que varía entre 2 y 11 % en 555 accesiones bolivianas estudiadas, con un promedio de 6,39 %. La calidad del aceite es buena por el alto porcentaje de ácidos grasos insaturados (aproximadamente 89 %), de los cuales entre 50 a 56 % corresponde al linoleico (omega 6), 21 a 26 % al oleico (omega 6) y 4,8 a 8,1 % al linolénico (omega 3) (**PROINPA 2011**). Por esta característica, la quinua ayuda a reducir el colesterol malo (LDL) y elevar el colesterol bueno (HDL), aspecto que la convierte en una fuente potencial para la producción de aceite como derivado.

Las bondades peculiares del cultivo de la quinua están relacionadas a su alto valor nutricional, el contenido de proteína de la quinua varía entre 13,81 y 21 ,9% dependiendo de la variedad; debido al elevado contenido de aminoácidos esenciales de su proteína, la quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales, que se encuentran extremadamente cerca de los estándares de nutrición humana establecidos por la FAO (**FAO, 2011**). Resalta que debido al elevado contenido de aminoácidos esenciales de su proteína, la quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales, que se encuentran extremadamente cerca de los estándares de nutrición humana establecidos por la FAO.

CERVILLA et a. (2012), al evaluar la cantidad y calidad proteica de la harina obtenida de dos lotes de granos provenientes del noroeste argentino citan que el contenido de proteínas fue de 15 y 12,4% en los lotes 2009 y 2010 respectivamente. La concentración de aminoácidos por cien gramos de proteínas fue similar, excepto lisina e histidina que fueron mayores en el lote 2010. Los aminoácidos limitantes en la proteína de quinoa fueron cisteína y metionina, pero existen otros que se encuentran en bajas concentraciones en relación a los requerimientos de los niños en edad preescolar.

También se conoce que los granos de quinoa contienen folatos en una proporción 10 veces más alta que los presentes en trigo (**SCHOENLECHNER et al. 2013**).

El verdadero valor de la quinoa no está en la cantidad sino en la calidad de las proteínas y esto tiene relación con los aminoácidos que se hallan en las mismas. En una experiencia con 10 variedades, realizadas en Encalilla, Amaicha del Valle, Tucumán, se encontró que el contenido proteico promedio fue del 12,7% (con valores mínimos de 9,1% para la variedad Sajama y uno máximo de 15,5% para la variedad Ratuqui) (**GONZALES et al., 2011**).

SÁNCHEZ (2015), obtuvo como resultados que el análisis químico proximal de quinua es 11,7% de proteínas; 6,3% de grasa; 5% de fibra; 2,8% de ceniza; 68% de carbohidratos por diferencia y 11,2% de humedad.

BLANCO et al. (s.f.), dicen que existió variación de contenido en proteínas según el origen; con valores promedio entre 11,16% para el caso de Puno y 13,71% para el caso de Junín. Los valores más altos, en promedio, se obtuvieron en Junín y Ancash, con valores de $13,71 \pm 0,71$ en Junín y de $12,96 \pm 1,53$ en Ancash. La quinua más pobre en proteínas se obtuvo en Puno con $11,16 \pm 0,48$ gramos en 100 g de alimento. El contenido de carbohidratos en quinuas de distintas procedencias, el valor más bajo se obtuvo en Apurímac con una media 63,27 y el valor más alto se obtuvo en Puno con 68,21%. Los valores de humedad se encontraron entre el 12,07 correspondiente a Cusco y 14,44% correspondiente a la zona de Apurímac. Se encontraron bajos valores en grasa: $4,46 \pm 1,46$ g de Puno y en las cenizas de $1,78 \pm 0,75$ del mismo origen; pudiendo deberse a las características del suelo y del abono natural usado en la localidad de Puno. Los valores promedios de fibra variaron entre $2,87 \pm 0,45$ g en Cusco y $4,49 \pm 0,64$ g en Puno con valores mínimo de 2,04 g en Cusco y máximo de 5,17 g en Puno. La lisina mantuvo valores promedios que oscilaron entre 5,8 y 6,8 g/100 g de proteínas, asegurando de esa manera el PER

de este alimento. Sus valores fueron intermedios entre los valores de los cereales y las leguminosas que poseen promedios de 8, 9 a 10 g/100, mientras que los cereales tienen 2,3 a 3,8 g/100 g; esto convierte a la quinua en un excelente alimento sin las carencias comunes de otros cereales. El valor promedio lisina de las quinuas de distintos orígenes fue muy semejante al de la albúmina del huevo. Sobre la Treonina, los valores variaron entre $3,49 \pm 0,46$ mg/100 mg de proteína en Cusco y $5,38 \pm 0,67$ en Ancash. Sobre la Metionina los valores variaron entre $1,98 \pm 0,12$ para la quinua de Junín y $2,69 \pm 0,41$ mg/100mg de proteína para la de Ancash. Para la Arginina, la diferencia de valores fue estadísticamente significativa ya que varió entre $4,9 \pm 0,66$ mg/100 mg de proteína de Junín y $8,57 \pm 0,97$ mg/100 mg de proteína de Cusco. Sobre la Isoleucina debemos afirmar que los valores variaron entre $5,46 \pm 0,75$ mg/100 mg de proteína de Junín y $7,08 \pm 0,57$ mg/100 mg de proteína de Cusco y respecto a la Leucina los valores variaron entre $5,84 \pm 0,88$ mg/100 mg de proteína en Junín y $6,81 \pm 0,52$ mg/100 mg de proteína en Cusco.

2.1.3. Uso de la quinua en la alimentación avícola

MUÑOZ et al. (2007), en el Cauca, evaluaron la inclusión de diferentes niveles de harina de quinua en pollos de la línea en la etapa de engorde durante 20 días de evaluación. Implementaron cuatro tratamientos: T1 con 45% de harina de quinua, T2 con 30% de harina de quinua, T3 con 15% de harina de quinua y T4 sin harina de quinua en la ración. La harina de Quinua (*Chenopodium quinoa willdenow*) se obtuvo cosechando la Quinua madura para ser utilizada, se retiraron impurezas como tierra, se le quitó la cáscara que afecta la palatabilidad. Esta actividad se realizó durante 5 días, luego la Quinua se pasó por el molino de martillo hasta obtener, la harina de Quinua. Las materias primas utilizadas fueron harina de Quinua, maíz, harina de plátano, harina de pescado, torta de soya, melaza, sal mineral, harina de huesos, harina de cáscara de huevo. El aporte de PC de cada tratamiento fue de 20 %, 20.2 %, 19 % y 19.38 % para T1, T2, T3 y T4 respectivamente. La cantidad

suministrada en promedio fue de 168.3 gr/pollo/día. Las variables evaluadas fueron ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. La ganancia promedio de peso vivo por día por tratamiento fue de 108.94 gr, 106.7 gr, 108.57 gr y 143 gr para T1, T2, T3 y T4 respectivamente. El consumo promedio de alimento diario por tratamiento fue de 100.62 gr, 97.2 gr, 97.2 gr y 97.2 para T1, T2, T3 y T4 respectivamente. La conversión alimenticia por tratamiento fue de 1.2, 1.11, 1.22 y 1.08 para T1, T2, T3 y T4 respectivamente.

MOSQUERA et al. (2009), en pollos machos Ross 308, de un día de edad evaluaron el efecto de distintos niveles de inclusión de quinua (T_0 concentrado comercial; T_1 5% de quinua; T_2 15% de quinua y T_3 con 25% de quinua, con el fin de determinar el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia y rendimiento en canal, en las etapas de iniciación y finalización. Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) para las variables de consumo de alimento, conversión alimenticia y eficiencia alimenticia en la etapa de iniciación y en la etapa de finalización. Desde el punto de vista económico, el tratamiento con 5% de inclusión de quinua representa la mayor rentabilidad siendo un 116% superior al tratamiento control, obteniendo rendimientos productivos similares a los obtenidos con un concentrado comercial a un más bajo costo.

De igual forma, estudios realizados por **MUÑOZ Y NOGUERA ()** en la etapa de iniciación reportaron ganancias de peso de 728.69 gr., 723.91 gr., 614.17 gr. y 384.12gr., con 0, 10, 20 y 30% de nivel de inclusión de quinua respectivamente.

AGUAGÜÑA (2016), al evaluar la influencia de la quinua de segunda como fuente proteica para dietas isoelectricas en la crianza de pollos capones línea Pio Pio fenotipo rojo, en concentraciones: T1: PB (15,75%); T2: PB(17,28%); T3:PB (18,81 %);T4: PB (21,29%); y con EM,

(2860) Kcal/kg MS en todos los tratamientos, obtuvo los mejores pesos finales con 3289,16 g para el T₄; seguido con 3133,28g T₂ y para el T₃, 3102,08g ± 92,04g (p<0,04). El consumo de alimento en MS g/día fue de 156,93 g/día para el T₁ (p<0,01). El mejor rendimiento a la canal con 77,91% para el T₂; seguido de 74,80% para el T₁; y 73,01% para el T₃.

YUCAILLA (2015), evaluó el efecto de cuatro tipos de dietas isoproteicas y diferentes niveles de energía en base a quinua de segunda clase en el rendimiento productivo de pollos capones criollos bajo un sistema semi-intensivo de producción: T₁ (2600Kcal EM/kg MS y 17% PB); T₂ (2800 Kcal EM/kg MS y 17% PB); T₃ (3000 Kcal EM/kg MS y 17% PB) y T₄ (3200 Kcal EM/kg MS y 17% PB). Los resultados productivos más relevantes fueron: pesos finales con 2109,98 (T₁), 2061,22 (T₂), 2014,63 (T₃) y 1938,92 (T₄) ± 85,8g respectivamente. El rango de consumo de materia seca g/día de las dietas isoproteicas y diferentes niveles de energía en base a quinua fue de 86,65 (T₁) a 82,18 (T₄). El mayor índice de beneficio/costo fue de 1,29 USD (T₂ y T₃), entendiéndose que por cada dólar gastado se obtuvo 0,29 centavos, donde el nivel de quinua en las dietas fue de 15%.

HUAMAN (2016), realizó un trabajo experimental con cuatro tratamientos T₀: 0%; T₁: 5%; T₂: 10 % y T₃:15%. Muestran pesos finales de 2.795, 2.763, 2.755 y 2.671 kg y sus resultados indicaron que la quinua puede incorporarse en 10% en el concentrado, tanto a nivel de ganancia de peso, conversión alimenticia y merito económico; no evidenciaron factores que afecten la salud de las aves al consumir la quinua como insumo alimenticio.

2.2. Factores antinutricionales en la quinua

Existen dos tipos de quinua: a) Quinuas amargas con alto contenido de saponinas en el episperma del grano, como en las variedades Real y Amarilla de Maranganí y; b) Quinuas dulces con bajo contenido de saponinas, estas, solo requieren de un simple lavado antes de su uso, como la Cheweca de Puno, Blanca de Junín, Samaja, Blanca de Juli y Nariño (**TAPIA, 1990**).

Los factores antinutricionales, FAN, son sustancias naturales no fibrosas generadas por el metabolismo secundario de las plantas, como un mecanismo de defensa ante el ataque de mohos, bacterias, insectos y pájaros, o en algunos casos, productos del metabolismo de las plantas sometidas a condiciones de estrés, que al estar contenidos en ingredientes utilizados en la alimentación de animales ejercen efectos contrarios a su óptima nutrición, reduciendo el consumo e impidiendo la digestión, la absorción y la utilización de nutrientes por el animal. Su naturaleza, mecanismos de acción y potencia de sus efectos son muy variados y tienen una amplia distribución en el reino vegetal (Gontzea y Sutzescu 1968; citados por **HUISMAN et al. 1990**, **HUISMAN y TOLMAN 1992**, **BUTLER y BOS 1993**, **D'MELLO, 1995**).

RURALES (1992), investigó la presencia de los siguientes compuestos antinutricionales: taninos, inhibidores de proteasa, ácido fítico y saponinas; de las cuales, solo se detectaron saponinas y ácido fítico. Las saponinas son glicoalcaloides que se encuentran en la cubierta del grano de quinua y que le dan un sabor amargo que impide su consumo directo.

Según **RURALES y NAIR (1992)**, las saponinas consiste de una a seis unidades de hexosas o pentosas, unidas a una sapogenina aglicona, pueden tener agliconas esteroidales o triterpenoidales. Estas son capaces de producir espuma estable en soluciones acuosas, bajar el nivel de plasma del colesterol y producir hemólisis en las células sanguíneas y un gran número de saponinas presentan sabor amargo. Las saponinas de la quinua son glucósidos triterpenoidales,

localizadas en el pericarpio de las semillas y solubles en metanol y agua, son tóxicas para especies acuáticas (de sangre fría), producen intoxicaciones a animales de sangre caliente, si se les administra intravenosamente, pero no son tóxicas si es administrado oralmente, ya que no son absorbidas por el intestino.

La quinua presenta factores antinutricionales que pueden afectar la biodisponibilidad de ciertos nutrientes esenciales, como proteínas y minerales. Estos antinutrientes son: saponinas, fitatos, taninos e inhibidores de proteasa; de los cuales la saponina es el principal antinutriente de la quinua (**RUALES y NAIR, 1994**).

Se debe mencionar que el grano de quinoa, contiene un compuesto amargo denominado saponinas y que se halla presente en las capas externas de los granos (**PRADO et al., 1996**). Estas saponinas se presentan en diferentes concentraciones de acuerdo a la variedad que se trate y deben ser eliminadas, mediante lavado con agua, antes de su consumo. Las investigaciones han demostrado que este compuesto actúa en la planta como una defensa ante insectos y pájaros (**SOLIZ et al., 2002**). La naturaleza química de las saponinas se ha estudiado fuertemente ya que las mismas pueden ser utilizadas en la industria como en productos farmacéuticos. Se trata en general de terpenos glicosilados (**KULJANABHAGARAD y WINK, 2009**) y se conocen 16 tipos diferentes de saponinas (**WOLDEMICHAEL y WINK, 2001**). También se conoce que estos compuestos amargos pueden ser tóxicos para animales de sangre caliente y han sido usados como venenos para la captura de peces (**ZHU et al., 2002**). Incluso se conoce que poseen un efecto negativo sobre las membranas de las células intestinales y actividad hemolítica (**WOLDEMICHAEL y WINK, 2001**). Otros investigadores mencionan que las saponinas pueden tener un efecto beneficioso en el sentido que pueden ser utilizadas como anticolésterol y además

como antioxidantes. Además podrían ser utilizadas como agentes insecticidas, antibióticos, antivirales y fungicidas (**KULJANABHAGARAD y WINK, 2009**).

La semilla de quínoa contiene varias sustancias antinutritivas que pueden afectar la biodisponibilidad de ciertos nutrientes esenciales como, proteínas y minerales; estos son saponinas, ácido fítico, inhibidores de tripsina y taninos (**IMPROTA y KELLEMS, 2001**).

La saponina, un componente del pericarpio de la semilla de quínoa, es un conocido tóxico (triterpenoide) glicosídico. La saponina puede ser encontrada en el pericarpio de varias especies tales como quínoa, alfalfa y soja, es fácilmente identificada por la producción de espuma jabonosa en contacto con el agua, estas saponinas son solubles en agua, soluble en alcohol metílico y etílico e insoluble en solventes orgánicos (**JOHNSON y WARD, 1993**).

No obstante, numerosos estudios indican que las saponinas tienen un amplio rango de actividades biológicas y efectos benéficos, tales como su acción anticancer (**ZUNG et al., 1995**).

Los FAN determinan en gran parte el sabor amargo de algunas semillas como la soya cruda y la quinoa sin desaponificar; las saponinas presentan poca actividad antinutricional, pues no perjudican al hombre en las cantidades que normalmente se encuentran en los granos (**BUITRAGO, 1992, LACAILLE y WAGNER, 1996**). Las saponinas poseen como propiedades comunes la alta capacidad de formación de espumas en soluciones acuosas, su actividad hemolítica, ser tóxicas para los peces y la formación de complejos con el colesterol (**LACAILLE y WAGNER, 1996, HERNÁNDEZ, 1997**).

La saponina normalmente se encuentra en un rango de 0,11% a 2,0%, otorgándole un sabor amargo a la semilla. Sin embargo, es de fácil remoción por medio de lavado con agua. De acuerdo a la concentración de estos compuestos, se han separado las variedades de quínoa en

“dulces”, que contienen menos de un 0,11% y variedades “amargas” con un contenido de saponinas mayor a éste (**BERTI et al., 2000**).

El término antinutrientes se utiliza para calificar a aquellos compuestos que afectan el valor nutricional de algunos alimentos, especialmente semillas, pues dificultan o inhiben la asimilación de nutrientes que provienen de alimentos generalmente de origen vegetal (proteínas y minerales); desde el punto de vista bioquímico estos factores son de naturaleza variada y pueden llegar a ser tóxicos o causar efectos fisiológicos poco deseables como la flatulencia; distensión estomacal, afectaciones pancreáticas, aglutinación de glóbulos rojos, disminución en la asimilación de nutrientes, entre otros; los factores antinutricionales son sustancias naturales no fibrosas, generadas por el metabolismo secundario de las plantas como mecanismo de defensa a situaciones estresantes o contra el ataque de mohos, bacterias, insectos y aves (**D'MELLO, 2000, BRUGGINK, 1993, BELMAR, 2001, ABREU, 1995, BELMAR y NAVA, 2007**).

Las saponinas se hallan en menos proporción en las flores y frutos (**KULJANABHAGAVAD et al., 2008**). En estos casos, las saponinas actúan como barreras protectoras contra el ataque de patógenos y herbívoros (**AUGUSTIN et al., 2011**), por lo que se justifica que las partes más vulnerables de la planta tales como hojas, tallos, frutos y raíces, sean los reservorios de este tipo de compuestos (**CHEOK et al., 2014**).

Las saponinas son el principal factor antinutricional de las semillas de quinua, están contenidas en la cáscara y son las responsables del sabor amargo. Su contenido permite distinguir las variedades de quinua como dulces (<0,11%) o amargas (>0,11%) (**GOMEZ et al., 2014**)

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Lugar de Ejecución y Duración del Experimento

La fase de campo del presente estudio se realizó en la Unidad de Producción de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, ubicada en la prolongación de la Avenida Leguía, ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Se inició en el mes de junio y concluyó en julio del 2017, con una duración de 6 semanas en granja y 6 semanas en gabinete.

3.2. Material Experimental

3.2.1. Tratamientos Evaluados

Los niveles de quinua en las raciones definieron cuatro tratamientos:

T₀: Ración testigo, sin quinua de descarte

T₁: Ración experimental, con el 10% de quinua de descarte

T₂: Ración experimental, con el 20% de quinua de descarte

T₃: Ración experimental, con el 30% de quinua de descarte

3.2.2. Material biológico

Para el experimento se contó con 80 pollitos bb, de la línea genética comercial Cobb 500, adquiridos en la empresa Purina, Chosica del Norte, Panamericana sur, de un día de edad, ambos sexos, vacunados, y peso estándar de la línea.

Las aves empezaron a recibir las raciones experimentales a partir de los 11 días de edad, que corresponde a la fase de crecimiento.

3.2.3. Alimento experimental y raciones

El grano de quinua fue adquirida en una casa especializada en la venta de insumos para la alimentación animal y que constituía un producto de descarte para la alimentación humana y ofertada para la alimentación animal.

Con el insumo de investigación y otros de uso común en la alimentación avícola se formularon raciones para cada tratamiento; tal como se muestra en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Raciones para pollos de carne según nivel de quinua de descarte

INGREDIENTES	Tratamientos			
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
Maíz amarillo	59.00	55.00	50.00	42.00
Quinua, grano	00.00	10.00	20.00	30.00
Afrecho de trigo	11.00	07.00	04.00	04.00
Soya integral	07.00	08.00	03.00	01.00
Torta de soya	13.00	15.00	13.00	11.00
Harina de pescado	01.50	00.00	06.50	09.00
Aceite vegetal	03.60	02.40	01.50	01.50
Carbonato de calcio	00.80	00.50	00.70	00.50
Fosfato de calcio	00.80	00.85	00.80	00.80
Sal común	00.30	00.30	00.30	00.30
Premezcla	00.10	00.10	00.10	00.10
L Lisina HCl 72%	00.10	00.10	00.10	00.10
DL Metionina 99%	00.10	00.10	00.10	00.10
VALOR NUTRITIVO:				
P.C., %	17.00	17.00	18.00	19.00
EM, Kcal/kg	3163	3273	3218	3192
Ca, %	0.59	0.60	0.58	0.90
P, %	0.40	0.30	0.50	0.50
Fibre Cruda; 5	3.38	3.34	2.80	2.55
PRECIO: S./kg	1.48	1.48	1.52	1.52

3.2.4. Instalaciones y equipos

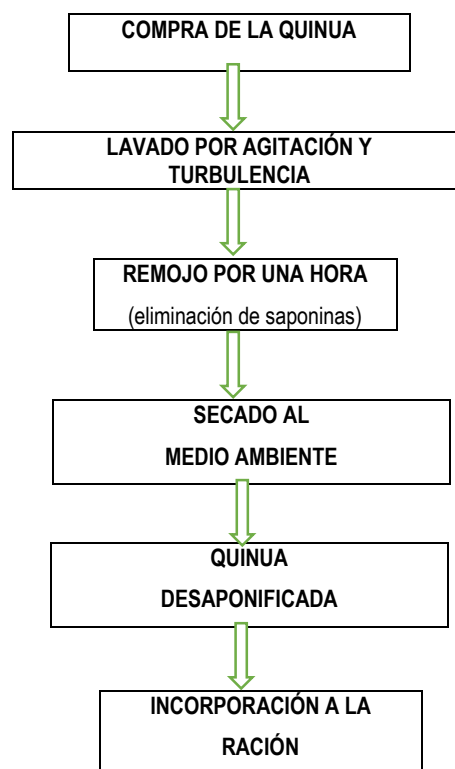
- ✓ Galpón con un área de 25 m²
- ✓ Cuatro corralitos con capacidad para 20 pollitos (3.5 m²)
- ✓ Comedero de plato para la fase pre experimental
- ✓ Cuatro comederos tipo tolva (uno por tratamiento)

- ✓ Bebederos
- ✓ Balanza con aproximación en gramos para control de pesos vivo
- ✓ Balanza tipo reloj para pesaje de insumos
- ✓ Iluminación eléctrica
- ✓ Cámara digital
- ✓ Diversos materiales, herramientas y utensilios propios de una explotación avícola.

3.3. Metodología experimental

3.3.1. Tratamiento de la semilla de quinua

La semilla adquirida con la finalidad de eliminar el factor antinutricional fue sometida a un proceso, tal como se muestra en el siguiente flujograma:



3.3.2. Del control de pesos y consumo

Los pollitos bb se mantuvieron en un principio con una dieta de inicio hasta que ingresaron a la fase experimental (11 días de edad) en que en forma aleatoria y previa identificación con un número plastificado, colocado en el tarso, se destinaron a un tratamiento hasta conformar lotes de 20 pollitos cada uno.

Posteriormente, en las primeras horas de la mañana y previo retiro de tolvas se registraron los pesos hasta la finalización del estudio, en que se tomó el peso final.

El alimento se suministró para un consumo *ad libitum* y fraccionado en dos partes por día, con anotaciones diarias de la cantidad proporcionada y los residuos cada semana.

3.3.3. Datos registrados

Antes y durante el experimento se controlaron:

- ✓ Peso vivo al inicio, semanal y final, g., kg.
- ✓ Consumo de alimento, semanal y total, g., kg
- ✓ Gasto en alimentación; S/.
- ✓ Conversión alimenticia
- ✓ Mérito económico
- ✓ Otros sucesos en el estudio

3.3.4. Evaluación biológica y económica

Se realizó a través de la conversión alimenticia (C.A.) y el mérito económico (M.E.), cuyas fórmulas se detallan a continuación:

$$C.A. = \frac{\text{Consumo de alimento, Kg.}}{\text{Ganancia de peso, Kg.}}$$

$$M.E. = \frac{\text{Gasto en alimentación, S/.}}{\text{Ganancia de peso, Kg.}}$$

3.3.5. Diseño experimental y análisis estadístico

El experimento se ejecutó bajo el Diseño Completamente Randomizado, DCR, con cuatro tratamientos (niveles de quinua de descarte), con 20 pollos por tratamiento y cuyo modelo lineal aditivo se expone (**PADRON, 2009**):

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta correspondiente al i- ésimo tratamiento y j-ésima repetición.

μ = Medía general.

t_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

ε_{ij} = Error experimental de la j-ésima observación del i- ésimo tratamiento.

CUADRO 2. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA

FUENTES DE VARIACIÓN	G.L.
Tratamientos	3
Error Experimental	76
TOTAL	79

Las diferencias estadísticas entre medias de tratamientos se evaluaron mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Gananacias de peso vivo

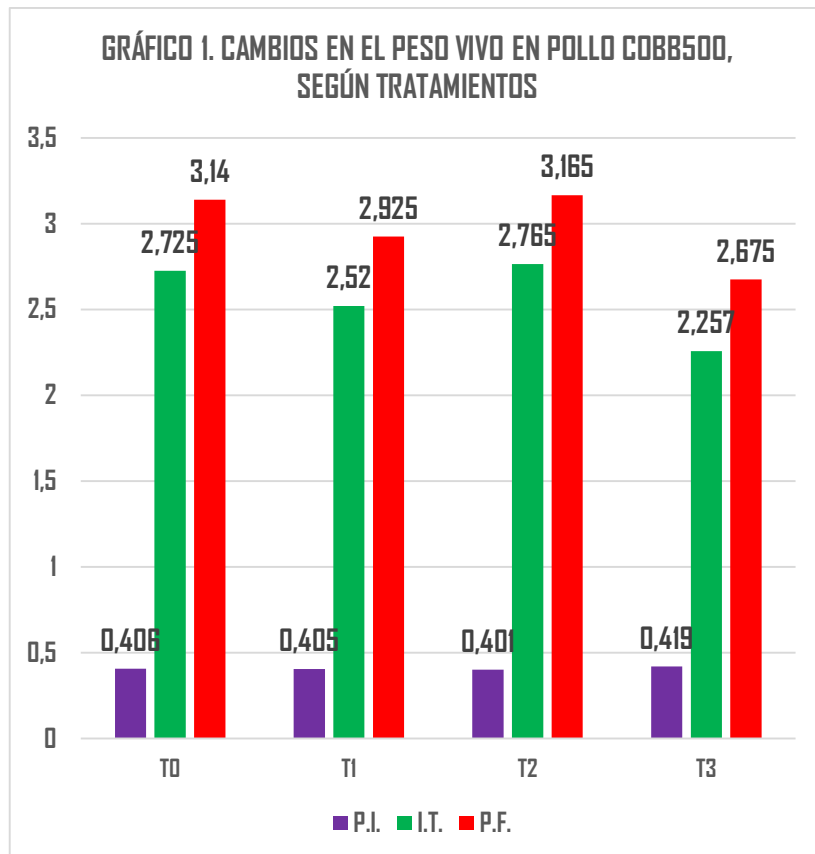
En el Cuadro 3 se resume los cambios de peso vivo registrados en función al nivel de quinua de descarte en la ración

CUADRO 3. CAMBIOS EN EL PESO VIVO DE POLLOS DE CARNE COBB500, SEGÚN TRATAMIENTOS

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			
	T ₀ (0)	T ₁ (10)	T ₂ (20)	T ₃ (30)
Peso vivo inicial, kg.	0.416 (± 0.05)	0.405 (± 0.04)	0.401 (± 0.04)	0.419 (± 0.04)
Incremento total de peso vivo, kg.	2.750 ^a (± 0.342)	2.520 ^a (± 0.303)	2.765 ^a (± 0.406)	2.257 ^b (± 0.211)
Incremento diario, g.	65.5	60.0	65.8	53.7
Diferencia respecto a T₀; %	-----	- 8.4	+ 0.5	- 17.9
Peso vivo final, kg.	3.140 (± 0.331)	2.925 (± 0.306)	3.165 (± 0.409)	2.675 (± 0.192)
Diferencia respecto a T₀: %	-----	- 6.8	+ 0.80	- 14.8

a, b/ Letras exponenciales indicandi diferencias estadísticas ($p < 0.01$) entre medias

La información mostrada indica que si bien los tratamientos con 10 y 30% de quinua de descarte en la dieta alcanzaron menores incrementos y pesos finales que el testigo, es el tratamiento con 20% del ingrediente evaluado el que logra el mejor peso final y el mayor incremento de peso vivo. Gráfico 1.



Los pesos iniciales (Cuadro 1A), fueron analizados a través de la Prueba de Homogeneidad de Variancia de Bartlett, habiéndose encontrado que los pesos fueron homogéneos en todas las unidades, pollos, y que no influyeron en el peso final o el incremento total de peso vivo. Explica así que, la respuesta encontrada en estos parámetros será efecto directo del tratamiento aplicado.

El análisis de varianza para el incremento total de peso vivo (Cuadro 2A), y peso vivo final (Cuadro 3A), en ambos casos, mostró diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre tratamientos. La Prueba de Duncan, en ambos parámetros indicó que T₃, difiere de los demás tratamientos y que no hay diferencias entre los tres primeros tratamientos.

Aun cuando otros estudios llevados a cabo, en aves, sobre el uso de quinua en la alimentación de pollos de carne, se destaca a **MUÑOZ et al. (2007)**, cuando evaluaron 45%, 30%, 15% y sin harina de quinua en la ración y cita ganancias inesperadas para la especie (108.94 gr, 106.7 gr, 108.57 gr y 143 g), consumos por debajo de lo comúnmente observado (100.62 gr, 97.2 gr, 97.2 gr y 97.2) y conversión alimenticia altamente eficientes (1.2, 1.11, 1.22 y 1.08). En otro estudio **MOSQUERA et al. (2009)**, en pollos machos Ross 308, con distintos niveles de inclusión de quinua (concentrado comercial; 5% de quinua; 15% y 25% de quinua, y solo recomienda 5% de inclusión de quinua por representa la mayor rentabilidad.

No se han encontrado muchos estudios que permitan comparar equitativamente nuestros resultados; sin embargo, se encontró el estudio llevado a cabo por **HUAMAN (2016)**, quien al evaluar 0%, 5%, 10 y 15% de quinua en la misma línea genética de este estudio, tan solo logró pesos finales de 2.795, 2.763, 2.755 y 2.671, muy inferiores e incluso al de 30% de nuestro estudio; lo que demuestra en cierto modo la eficacia del experimento, aun cuando debe señalarse la tendencia del efecto depresor de la quinua sobre la ganancia de peso en pollos.

4.2. Conversión alimenticia y mérito económico

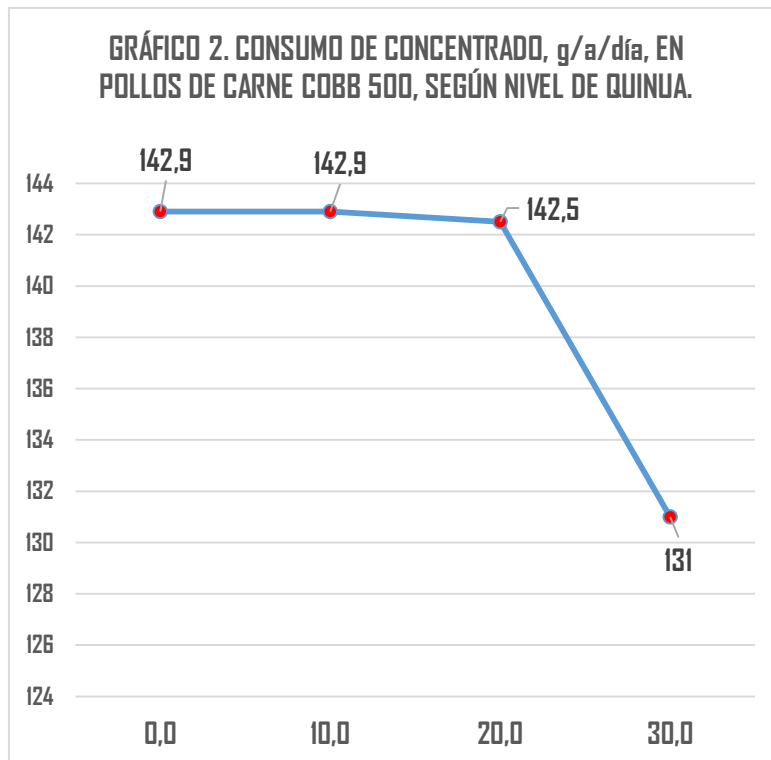
La información respectiva se expone en el Cuadro 4.

CUADRO 4. CONVERSIÓN ALIMENTICIA Y MÉRITO ECONÓMICO EN POLLOS DE CARNE COBB500, SEGÚN TRATAMIENTOS.

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			
	T₀	T₁	T₂	T₃
Consumo de alimento, kg/ave/periodo g/ave/día	6.000 142.9	6.000 142.9	5.985 142.5	5.500 131.0
Incremento total de peso vivo, kg	2.750	2.520	2.765	2.257
Costo de alimentación, S/./kg	1.48	1.48	1.52	1.52
Gasto en alimentación, S/.	8.88	8.88	9.10	8.36
CONVERSIÓN ALIMENTICIA	2.18	2.38	2.16	2.44
Diferencia respecto a T₀; %	-----	- 9.2	+ 0.9	- 11.9
MÉRITO ECONÓMICO	3.23	3.52	3.29	3.70
Diferencia respecto a T₀; %	-----	- 8.9	- 1.9	- 14.6

En este rubro, merece resaltar el consumo de concentrado en función al nivel de quinua de descarte en la ración.

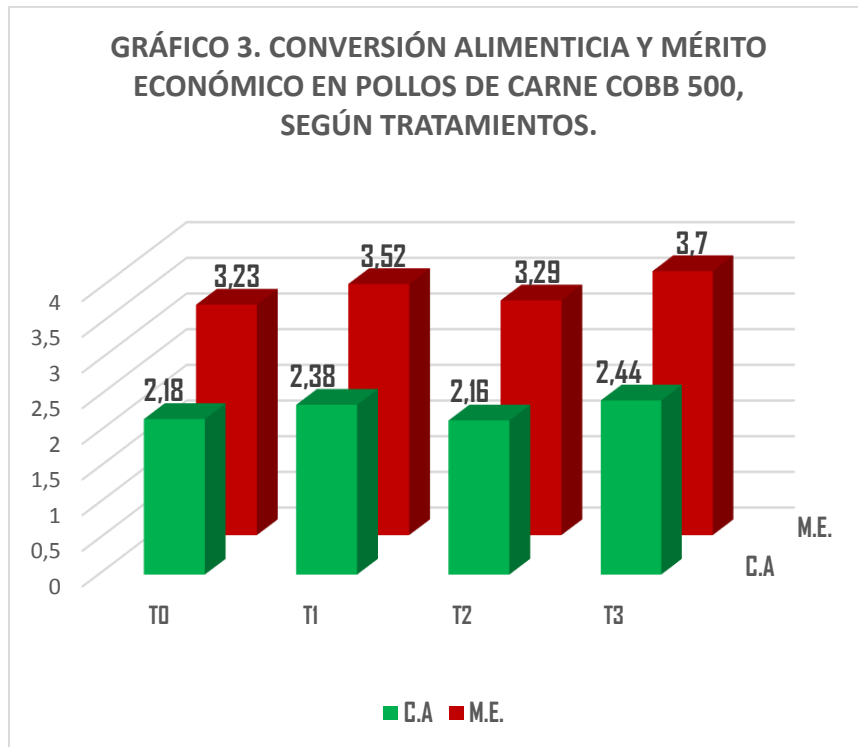
Existe una tendencia decreciente del consumo desde el nivel 0% y 10% (142.9), luego con 20% (142.5), hasta el 30% (131.0 g/pollo/día) que es donde se torna más notorio el bajo consumo y que se relaciona directamente con la incorporación de la quinua. Gráfico 2.



El análisis de las conversiones alimenticias encontradas muestran la estrecha relación entre el consumo de alimento y el incremento de peso alcanzado dentro de cada tratamiento; y expresa que tan solo en el tratamiento con 30% de quinua de descarte es donde se deteriora de manera visible la capacidad de conversión alimenticia (2.44) y que representó un deterioro del 11.9% con referencia al testigo o similar comportamiento en el lote que recibió 10% del citado ingrediente. Sin embargo, vuelve a sobresalir el tratamiento con 20% de quinua de descarte donde se alcanza la mejor conversión alimenticia (2.16) aun cuando no dista mucho de lo logrado en el grupo testigo (2.18).

De otro lado, el mérito económico muestra cierto efecto limitante que habría ejercido el precio de la quinua empleada y que, como puede verse, incrementa progresivamente el costo de fórmula conforme se incorpora un mayor nivel. De allí que, todos los tratamientos con quinua de

deascarte en su ración e independiente del nivel, resultan ser económicamente menos rentables que el testigo. Gráfico 3.



Son numerosas las referencias bibliográficas que sostienen la respuesta observada en este experimento. Ello, queda claro al señalar que la quinua presenta factores antinutricionales que pueden afectar la biodisponibilidad de ciertos nutrientes esenciales, como proteínas y minerales, llamadas saponinas (**RUALES y NAIR, 1994**), que pueden ser tóxicos para animales de sangre caliente (**ZHU et al., 2002**), que son inhibidores de tripsina (**IMPROTA y KELLEMS, 2001**). También actúan reduciendo el consumo e impidiendo la digestión, la absorción y la utilización de nutrientes por el animal (**HUISMAN et al. 1990, HUISMAN y TOLMAN 1992, BUTLER y BOS 1993, D'MELLO, 1995**). Se entiende también las respuestas obtenidas en el experimento por lo informado de que las saponinas son el principal factor antinutricional de las semillas de quinua (**GOMEZ et al., 2014**).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados expuestos y bajo las condiciones imperantes durante la fase experimental, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El consumo de concentrado en pollos de carne se ve afectado con la incorporación de quinua de descarte a la ración, mostrando mayor efecto depresor con un 30% del citado ingrediente.
2. Existió un efecto negativo y altamente significativo en la ganancia de peso y peso vivo final del nivel de 30% de quinua de descarte frente a los niveles de 20, 10 y 0%, entre los cuales no se encontró diferencias estadísticas.
3. La mejor conversión alimenticia se alcanzó con 20% de quinua de descarte en la ración; sin embargo el mérito económico fue negativo en todas las raciones con quinua de descarte en su fórmula.

RECOMENDACIONES:

1. Evaluar tratamientos químicos, térmicos u otros más eficientes en la desaponificación de este factor antinutricional en la quinua
2. Evaluar el efecto de la quinua de descarte en fase de acabado a fin de determinar la posibilidad de su uso en fases finales del proceso de crianza del pollo de carne u otras especies avícolas.
3. Evaluar el uso de quinua de descarte en raciones para otras especies productivas.

VI. RESUMEN

Ochenta pollos de carne de la línea genética Cobb 500 fueron distribuidos, bajo el Diseño Completamente Randomizado, en cuatro lotes de 20 pollos cada uno y asignados en los siguientes tratamientos: T_0 (ración testigo, sin quinua de descarte, T_1 (ración experimental, con el 10% de quinua de descarte, T_2 (ración experimental, con el 20% de quinua de descarte y T_3 (ración experimental, con el 30% de quinua de descarte) y evaluados durante 42 días en sus parámetros productivos. Se encontraron consumos de 6.00, 6.00, 5.985 y 5.500 kg/ pollo/periodo, que equivalen a 142.9, 142.9, 142.5 y 130.95 g/pollo/día en el orden citado de tratamientos. Para dichos tratamientos, la ganancia total, diaria y peso vivo final fueron de 2.750, 2.520, 2.765, 2.257 kg; 65.5, 60.0, 65.8 y 57.7 g; 3.140, 2.925, 3.165 y 2.675 kg, con diferencias estadísticas ($p < 0.01$) entre tratamientos y que en la Prueba de Duncan se determinó que T_3 fue inferior a T_0 , T_1 y T_2 , sin diferencias significativas en estos tres tratamientos. La conversión alimenticia y el mérito económico, en el mismo orden de tratamientos fueron de 2.18 con 3.23; 2.38 con 3.52; 2.16 con 3.29 y 2.44 con 3.70, respectivamente.

VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA

ABDO, G., D. CASTRO, M. DI PAULI, J. GARCÍA, y D. RAMILO. 2010. Comportamiento de 15 variedades de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), evaluación de rendimiento y porcentaje de saponina, en condiciones agroambientales de la quebrada de Humahuaca, Jujuy.

http://www.infoquinua.bo/fileponencias/a_abdo

AGRODATA. 2015. Quinoa peruana. <http://www.agrodataperu.com/2015/02/quinoa-peruana>

AGUAGÜÑÑA, D. 2016. Comportamiento productivo de pollos capones Pio Pio con dietas isoelectricas y diferentes niveles de proteína en base a quinoa. Tesis Ingeniero Zootecnista, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 123 pp.

ALBARRAN, R. 1993. Estudio de algunos componentes químicos, caracteres morfoanatómicos y patrones proteicos en semillas de dos ecotipos de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd)). Chile: PROLEC.

ALVAREZ, L., E. ARENDT y E. GALLAGHER. 2009. Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients. *Int. J Food Sci. Nutr.* 60:240-257.

ANAPQUI. 1995. Asociación nacional de productores de quinoa. <http://www.eurosur.org/comercio>

ANDO, H., Y. CHEN, H. TANG, M. SHIMIZU, K. WATANABE and T. MITSUNAGA. 2002. Food components in fractions of quinoa seed. *Food Sci. Technol. Res.* 8:80-84.

APAZA, V., G. CÁCERES, G., R. ESTRADA y R. PINEDO. 2013. Catálogo de variedades comerciales de quinoa en el Perú, MINAGRI-INIA- FAO, 79 pág.

- AUGUSTIN, J., V. KUZINA, S. ANDERSEN y S. BAK. 2011. Molecular activities, biosynthesis and evolution of triterpenoid saponins, *Phytochemistry*, 72, 435. Saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)
- BERTI, M., R. WILCKENS, F. HEVIA, H. SERRI, I. VIDAL y C. MÉNDEZ. 2000. Fertilización nitrogenada en quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd). Ciencia e Investigación Agraria. 27(2): 107-116.
- BELMAR, R. 2001. Importancia de los factores antinutricionales en la alimentación de animales no rumiantes. En: Congreso de veterinaria. Memorias del X congreso de veterinaria. Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria Zootecnia, 2001. p. 34-54.
- BELMAR, R. y R. NAVA. 2007. Factores antinutricionales en la alimentación de animales monogástricos [en línea]. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán y Centro Regional Universitario Península de Yucatán. <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii_encuentro/roberto.htm
- BERTERO, H., A. DE LA VEGA, G. CORREA, S. JACOBSEN S.E. and A. MUJICA. 2004. Genotype and genotype-by-environment interaction effects for grain yield and grain size of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as revealed by pattern analysis of multi-environment trials. Field Crop Res. 89:299-318.
- BHARGAVA, A., S. SHUKLA S y D. OHRI. 2006. Chenopodium quinoa - an Indian perspective. Ind. Crop. Prod. 23:73-87.

BLANCO, T., C. ALVARADO, A. MUÑOZ y C. JÁUREGUI. s.f. Evaluación de la Composición Nutricional de la Quinoa (*Chenopodium quinoa willd*) Procedente de los Departamentos de Junín, Puno, Apurímac, Cusco y Ancash, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú. 9 pp.

BLANCO, T. 1981. Como cultivar la quinoa. Instituto de Agronomía, Oruro, Bolivia,
<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro14/cap3.17.htm>

BRUGGINK, J. 1993. Utilización de concentrados de proteína de soja en dietas de animales jóvenes. En: Curso de especialización de la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal – FEDNA. (10º: 1993: Barcelona) Memorias del IX curso de especialización FEDNA. Barcelona: FEDNA, 1993.

BITRAGO, J. 1996. Soya integral en la alimentación animal. Bogotá: Átropos, 1992. p.6.

BUTLER, L. y K. BOS. 1993. Analysis and characterization of tannins in faba beans, cereals and other seeds. A literature review. In: Recentes advances of research in antinutritional factors in legume seeds: proceedings of de Second International Workshop on 'Antinutritional Factors (ANFs) in Legume Seeds', Wageningen, The Netherlands, pp 81-90.

CERVILLA, N., J. MUFARI, E. CALANDRI y C. GUZMAN. 2012. Determinación del contenido de aminoácidos en harinas de quinoa de origen argentino. Evaluación de su calidad proteica. Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICTA, CONICET-UNC). Actualización en Nutrición vol 3, Nº 2: 107 – 113.

CHEOK, J, H. SALMAN and R. SULAIMAN. 2014 Extraction and quantification of saponins: A review, *Food Research International*, 59, 16 (2014).

- COLLAZOS, C. 1993. La composición química de los alimentos. Quinta Edición, Ministerio de Salud, INS, Lima, Perú. <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ.htm>
- D 'MELLO, J. 2000. Anti-nutritional Factors and Mycotoxins. En: Farm Animal Metabolism and Nutrition. CA BI Publishing. Wallingford, Inglaterra. p. 383-403.
- D'MELLO, J. 1995. Anti-nutricional substances in legumes seeds. In: Tropical Legumes in Animal Nutrition. D'Mello, J.P.F. and C. Devendra (Eds.). CAB International. U.K. pp 135-165.
- ESTRADA, R., V. APAZA y P. DELGADO. 2014. Tecnología de Producción de quinua para el mercado interno y externo, curso modular virtual del Instituto Nacional de Innovación Agraria. 250 pág.
- FAO. 2013. Estado del arte de la quinua en el mundo - Libro de resúmenes, Santiago de Chile.
- FAO. 2011. La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Bolivia.
- GALLARDO, M., J. GONZÁLEZ y F. PRADO. 1999. Light modulation of betalains synthesis in *Chenopodium quinoa* Willd. Seedlings. Photochemistry and Photobiology 69: 80.
- GALLARDO, M., J. GONZÁLEZ y F. PRADO. 2000. Presencia de betalinas en plántulas de *Chenopodium quinoa* Willd. Lilloa 40: 109-113.
- GALLARDO, M.G. 2005. Estudio de la biosíntesis de las betalainas y su regulación por factores endógenos y exógenos en plántulas de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) sometidas a diferentes condiciones de estrés. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales e IML. Universidad Nacional de Tucumán, p. 147.

- GALVEZ, L, E. APOSTOLIDIS, M. GENOVESE, F. LAJOLO y K. SHETTY. 2009. Evaluation of indigenous grains from the Peruvian Andean region for antidiabetes and antihypertension potential using in vitro methods. *J. Med. Food* 12:704-713.
- GONZÁLEZ, J., M. BRUNO, M. VALOY and F. PRADO. 2011. Genotypic variation of gas Exchange parameters and leaf stable carbon and nitrogen isotopes in ten quinoa cultivars grown under drought. *J. Agron. Crop Sci.* 197:81-93.
- GONZÁLEZ, J., A. ROLDAN, M. GALLARDO, T. ESCUDERO and F. PRADO. 1989. Quantitative determination of chemical compounds with nutritional value from Inca crops: *Chenopodium quinoa* ('quinua'). *Plant Foods Hum. Nutr.* 39, 331-337.
- GOMEZ, A., G. IAFELICE, V. VERARDO y M. MARCONI. 2014. Influence of pearling process on phenolic and saponin content in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), *Food Chemistry*, 157, 174.
- HERNÁNDEZ, R. 1997. Obtención de crudos de saponinas hipocolesteromizantes del *Chenopodium quinoa* Willd". En: *Cubana Milit.* Vol.26.
- HUISMAN, J. y G. TOLMAN. 1992. Antinutritional factors in the plant proteins of diets for nonruminants. In: *Recent Advances in Animal Nutrition*. Garnsworthy, P.C., H. Haresing and D.J.A. Cole (Eds.). Butterworth Heinemann. U.K. pp 3-31.
- HUISMAN, J., A. VAN DER POEL, M. VERSTEGEN y E. VAN WEERDEN. 1990. Antinutritional factors (ANF) in pig production. *World Review of Animal Production*. XXV (2): 77-82.

JACOBSEN, E. 1993. Quinoa *Chenopodium quinoa* Willd. A novel crop for European agriculture. Department of Agricultural Science. The Royal Veterinary and Agricultural University, Denmark. 145 p.

JIANG, Q., S. CHRISTEN, M. SHIGENAGA y B. AMES. 2001. γ -Tocopherol, the major form of vitamin E in the US diet, deserves more attention. *Am. J. Clin. Nutr.* 74:714-722.

IMPROTA, F. y R. KELLEMS, R. 2001. Comparación de la quínoa al natural, pulida y lavada con dietas basadas en trigo, sorgo y su efecto en el crecimiento y supervivencia en pollos de engorde. <http://benenson.byu.edu/Publication/RELAN/V15/V153/Comparacion.htm>

JOHNSON, D. and S. WARD. 1993. Quínoa. In: J. Janick y J.E. Simon (eds). *New crops*. Pág. 219 - 221. Wiley, New York.

KOZIOL, M. 1992. Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa. *J. Food Compos. Anal.* 5:35-68.

KULJANABHAGAVAD, P., W. THONGPHASUK, W., M. CHAMULITRAT, 2008. Triterpene saponins from *Chenopodium quinoa* Willd, *Phytochemistry*, 69, 1919 (2008).

KULJANABHAGAVAD, T and M. WINK. 2009. Biological activities and chemistry of saponins from *Chenopodium quinoa* Willd. *Phytochemistry Reviews*, 8, 473–490.

LACAILLE, M. y R. WAGNE. 1996 A review of the biological and pharmacological activities of saponins. *Phytomedicine*, Vol.2.: p. 363 - 386.

- MEDINA, N. 2015. Valoración agronómica del cultivo de quinua (*chenopodium quinua* willd.) var. 'real blanca' por efecto de tres niveles de humus de lombriz y biol en condiciones de zonas áridas. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú. 78 pp
- MERCADO, C. 2012. Caracterización de tecnologías del cultivo de quinua (*chenopodium quinoa* willd.) orgánica en la asociación de productores tata wilca, Puno. Tesis Magister Scientiae en Agricultura Orgánica, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. 123 pp.
- MOSQUERA, M., S. PORTILLA y F. LOPEZ. 2009. Evaluación del efecto nutricional de quinua (*chenopodium quinoa* willdenow) con diferentes niveles de inclusión en dietas para pollos de engorde. Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias Vol 7 No. 1. 15 pp.
- MUJICA, A. 1996. Genetic Resources of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). FAO. Roma, Italia. 357 pp.
- MUÑOZ, E. y J. NOGUERA. 1980. 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. 18, 26, 33. p.
- ORTIZ, R. y E. ZANABRIA. 1979. Plagas. En: *Quinoa y Kañiwa cultivos andinos*. Bogota: IICA.
- PRADO, F., M. GALLARDO and J. GONZÁLEZ. 1996. Presence of saponin-bodies in pericarp cells of *Chenopodium quinoa* Willd (quinoa). *Biocell*, 20:3, 259–264.
- QIAN, J. and M. KUHN. 1999. Characterization of *Amaranthus cruentus* and *Chenopodium quinoa* Starch. *Starch/Stärke* 51 (4), 116-120.

- REPO, R. 2014. Valor Nutricional y Compuestos Bioactivos en los Cultivos Andinos. Re-descubriendo los tesoros olvidados. Universidad Nacional Agraria La Molina. Fondo Editorial. Lima, Perú. 111 pág.
- RISI, J. and N. GALWEY. 1989. Chenopodium grains of the Andes: a crop for temperate latitudes. En Wickens GE, N Haq, P Day (eds). *New Crops for Food and Industry*. Chapman & Hall, London, 222–234.
- RISI, J. 1997. La quinua: actualidad y perspectivas. In: Taller sobre desarrollo sostenible de la quinua. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA, Cámara de Exportadores. La Paz, Bolivia.
- ROJAS, R. 2015. Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento y composición química de la quinua (*chenopodium quinoa w.*) variedad Hualhuas, en el Distrito de Huando, Región Huancavelica, tesis Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú. 69 pp.
- RUALES, J. y B. NAIR. 1994. Factores antinutricionales en semillas de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*): Saponinas, ácido fítico, taninos e inhibidores de proteasa. En: Resúmenes de trabajos presentados al VIII Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos. Universidad Austral de Chile. Valdivia.
- RURALES, J. y B. NAIR. 1992. Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*), an important andean food crop. Department of Applied Nutrition, University of Saenz, C y Gomez, C. 2000. Mieles españolas. Características e identificación mediante al análisis del polen. Ediciones Mundi Prensa. Madrid.

- RURALES, J. 1992. Development of an infant food from quinoa *Chenopodium quinoa Willd.* Technological aspects and nutritional consequences. Dissertation University of Lund, Sweeden. pp. 13-43.
- SÁNCHEZ, F. 2005. Evaluación del efecto de harina de quinua (*Chenopodium quinoa wild*) en calidad de cocción y aceptabilidad de pastas alimenticias, Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú. 90 pp.
- SOLÍZ, J., D. JASSO, D. RODRIGUEZ, R. RODRÍGUEZ, J. ANGULO y G. PADILLA. 2002. Quinoa saponins: concentration and composition analysis. In: Janick J, Whipkey A, editors. Trends in new crops and new uses. Alexandria, USA: ASHS Press. pp.110-114.
- SUNG, M., C. KENDALL y A. RAO. 1995. Effect of saponins and Gypsophila saponin on morphology of colon carcinoma cells in culture. En: Food Chem. Toxicol. Vol.33: p. 357 - 366.
- TAPIA, M. 1990. *Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la Alimentación*. Santiago: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
- TAPIA, M. 1997. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. FAO-RLAC, Santiago, Chile.
- TAPIA, M., A. CANAHUA y S. IGNACIO. 2014. Razas de quinuas del Perú. ANPE y CONCYTEC. Lima, Perú, 173 pág.

- WOLDEMICHAEL, G. and M. WINK. 2001 Identification and biological activities of triterpenoid saponins from *Chenopodium quinoa*. J. Agric. Food Chem. 49:2327-2332.
- YUCAILLA, E, 2015. Comportamiento productivo de pollos capones criollos con dietas isoproteicas y diferentes niveles de energía en base a quinua. Tesis Ingeniero Zootecnista, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 100 pp.
- ZHU, N., S. SHENG, S. SANG, J. JHOO, N. BAI, M. KARWE, R. ROSEN and C. HO, C. 2002. Triterpene saponins from debittered quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds. J. Agric. Food Chem
- ZUIDMEER L., K. GOLDHAHN, R. RONA, D. GISLASON, C. MADSEN, C. SUMMERS, E. SODERGREN, J. DAHLSTROM, T. LINDNER and S. SIGURDARDOTTIR. 2008. The prevalence of plant food allergies: a systematic review. J. Allergy Clin. Immunol. 121:1210-1218.

VIII. APÉNDICE

CUADRO 1A. PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZA PARA PESOS INICIALES EN POLLOS

<i>TRATAMIENTOS</i>	S.C.	G.L.	Si²	Log Si²	(n-1)(Log Si²)
T₀	2647.105	19	139.321	2.1440	40.7363346
T₁	1678.947	19	88.366	1.946	36.97938614
T₂	1362.895	19	71.731	1.856	35.25846556
T₃	1434.474	19	75.481	1.878	35.67890318
TOTAL	7123.421	76	---	---	148.6530895

Variancia estimada acumulada:

$$Sia^2 : 7123.421/76 = 93.729$$

$$\text{Log Si}^2 : \text{Log } 93.729 = 1.9718$$

$$\beta : 1.9718(76) = 149.8624969$$

$$X^2 : 2.3026 (149.8624969 - 148.6530895)$$

$$X^2 : 2.785 < 7.8147 (3 \text{ gl}, 0.05)$$

∴

“LAS VARIANCIAS DE LOS CUADRADOS MEDIOS DE PESOS INICIALES FUERON HOMOGÉNEAS”.

CUADRO 1A. ANALISIS DE VARIANZA PARA INCREMENTO TOTAL DE PESO

FUENTES DE VARIABILIDAD	S.C.	G.L.	C.M	F _c	SIG
TRATAMIENTOS		3	1.08	9.82	* *
ERROR EXPERIMENTAL	3.249 8.350	76	0.11		
TOTAL	11.599	79			

C.V.: 12.93%

PRUEBA DE DUNCAN :

T₂^a T₀^a T₁^a T₃^b

CUADRO 2A. ANALISIS DE VARIANZA PARA PESO VIVO FINAL

FUENTES DE VARIABILIDAD	S.C.	G.L.	C.M	F _c	SIG
TRATAMIENTOS	3.1164	3	1.039	9.71	* *
ERROR EXPERIMENTAL	8.1486	76	0.107		
TOTAL	11.265	79			

C.V.: 10.99%

T₂^a T₀^a T₁^a T₃^b