

# RELAN

Volumen III, No. 1 agosto-diciembre 2007

---

## **Consejo Editorial**

Allen C. Christensen  
**Director**

Richard L. Brimhall  
**Subdirector**

Luis V. Espinoza  
**Subdirector y Coeditor**

Cleria Espinoza  
**Editora Principal**

Laura P. Castillo  
Manuel J. Villalobos  
**Diseñadores y Coeditores**

La revista Latinoamericana de Agricultura y Nutrición (RELAN) es una publicación del Benson Agriculture and Food Institute (BAFI). El BAFI es una institución sin fines de lucro con sede en el campus de Brigham Young University en Provo, Utah, Estados Unidos de Norteamérica.

La misión del Benson Institute es ayudar a mejorar la calidad de vida de la población mundial por medio de una mejor nutrición y prácticas agropecuarias mejoradas. Su visión es un programa centrado en la familia; diseñado para mejorar la nutrición humana y animal por medio de investigación, enseñanza y capacitación.

**ACLARACIÓN:** El contenido de los artículos es de sola responsabilidad del autor y de ninguna manera de la Revista Latinoamericana de Agricultura y Nutrición o de las entidades que ésta representa.

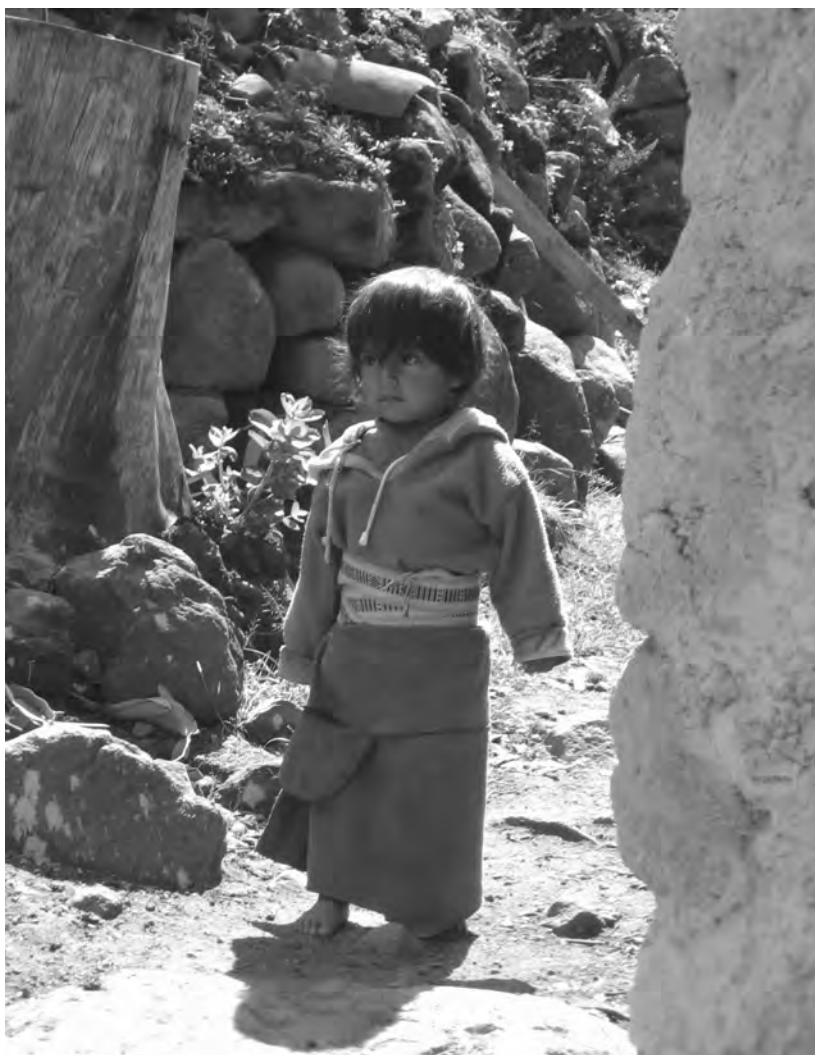
Para mayor información sobre cada artículo y resúmenes, consulte la página web del Benson Institute: <http://benson.byu.edu>

©2007

Benson Agriculture and Food Institute Provo, UT, EE.UU.

Derechos Reservados

Department of Print and Mail Production Center  
Brigham Young University, USA.



## Contenido

### 3 Mensaje del Director

#### Artículos

- 4 Aplicación de diferentes niveles de subproductos del beneficiado de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) en la preparación de raciones para cuyes (*Cavia porcellus* L.) en crecimiento y engorde
- 12 Evaluación de cuatro niveles de polvillo de qañawa (*Chenopodium pallidicaule*, A.) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* L.) en crecimiento
- 17 Relación entre la anemia, el consumo de hierro y la parasitosis intestinal en niños menores de cinco años pertenecientes a las etnias indígena, mestiza y negra de Imbabura, 1999
- 21 Valores de referencia de serie roja en personas sanas de 15 a 60 años de edad que habitan entre 1700 a 1850 metros de altitud sobre el nivel del mar

### 26 Publicaciones Disponibles

### 27 Guía para los autores

# Mensaje del Director

---



¿Cómo podemos más efectivamente mejorar el desarrollo de la agricultura, el cual lleva a un mejoramiento sostenible de la dieta humana dentro de las poblaciones rurales de países en vías de desarrollo? Esa pregunta es un indicador que nos ayuda a guiar los proyectos, programas y actividades del Ezra Taft Benson Agriculture and Food Institute. El desarrollo es su propia y única disciplina. Es multifacético y

complejo. Si fuera fácil, ya se hubiera logrado. ¿Estamos progresando? Venga con nosotros a Ecuador.

Ecuador es una nación que es la morada de una diversidad de personas. Durante algunos años, el Benson Institute, los docentes y estudiantes de Brigham Young University han servido en este país en conjunto con homólogos de universidades ecuatorianas. Se han realizado varias investigaciones para descubrir maneras y métodos más efectivos para mejorar la condición humana.

Durante los últimos dieciocho meses hemos trabajado con las comunidades indígenas de Otavalo en un esfuerzo colectivo con los Servicios de Bienestar. La población de Otavalo se conocía por ser tejedores y artesanos. Sus productos solían encontrar compradores dentro de los turistas que visitaban Ecuador. Luego vino el brusco descenso de la economía que resultó del ataque terrorista a los Estados Unidos en Septiembre del 2001. Posteriormente, los productores de textiles asiáticos proveyeron más competencia comercial. El costo de tejer lana es \$0.50 por kg. Existen aranceles entre los países latinoamericanos que han tendido a valorar sus productos textiles fuera de los mercados de países vecinos. Existe una falta de capital y de crédito para permitir a las familias de Otavalo que mejoren sus fábricas de producción. Finalmente, la seguridad de los tejedores legítimos ha sido comprometida por individuos sin escrúpulos que transportan drogas con los productos textiles. Las cosas se pusieron difíciles; las voces de niños hambrientos se oían en todos lados. El Benson Institute y los Servicios de Bienestar llegaron con un modelo de agricultura en pequeña escala que requirió adaptación porque el recurso de tierra era muy pequeño. Un padre dijo, “Antes de conocer este programa teníamos muy poco para comer. Ahora, nuestro problema es que tenemos muchas opciones de alimentos para comer que a veces es difícil decidirse.” La madre de otra familia dijo: “Ahora tenemos un abastecimiento de maíz y fríjoles suficiente para un año. No recuerdo un tiempo, ni siquiera en mi niñez, cuando tuvimos suficiente maíz y fríjoles por un año.”

Hace tres años inauguramos un proyecto de agua en el pueblo de La Rinconada. No es algo que por lo general hacemos. A medida que el proyecto se acercó a su culminación, los líderes del pueblo nos pidieron que construyésemos una cerca permanente alrededor de las fuentes y los filtros de donde proveía el agua. La población había tenido problemas con cuidadores de ganado que removían la cerca para permitir que sus animales pastaran en el área donde se colectaba el agua. Una pregunta directa fue hecha durante la inauguración: ¿Acaso es más importante tener más forraje para su ganado y sus cabras que la salud de sus niños?

Las madres y los padres entendieron. No ha habido problemas de contaminación del agua por pastoreo a escondidas. Desde entonces las personas han progresado de otras maneras. Han sido fervientes en pagar sus cuentas del agua. Con los fondos extra han desarrollado una asociación de microcrédito y están haciendo préstamos pequeños a los campesinos que tienen un buen plan de desarrollo. Aunque el Instituto se mantiene como una fuente de recomendaciones técnicas, la gente de La Rinconada es capaz de seguir adelante de manera independiente.

Hace un poco más de dos años, el Dr. Alfredo Palacio, en su capacidad de Vicepresidente de Ecuador, visitó el Benson Institute y Brigham Young University. Ahora él es el Presidente de su nación. Recientemente llevamos a cabo una revisión de nuestro trabajo en Ecuador. La Señora de Palacio, Primera Dama de Ecuador, se encontraba en el vuelo de Miami a Quito. Cuando le pedí que saludara a su esposo de parte del Instituto, ella dijo, “Yo recuerdo a mi esposo hablando de su Instituto y del maravilloso trabajo que están haciendo con nuestra gente.”

Para estas comunidades, la desesperanza ha sido reemplazada por la esperanza, una esperanza basada en una manera nueva y mejor de hacer las cosas. La gente que ha nos ha ayudado incluye desde donantes a científicos y de estudiantes a los campesinos mismos. Son personas valientes y de fe. Han estado dispuestas a abandonar costumbres antiguas para trabajar por un mañana más resplandeciente. Estamos agradecidos de que esto está sucediendo, y agradecemos a todos los que nos han ayudado de cualquier manera.

Sinceramente,



Allen C. Christensen, Ph.D.  
Director

# Aplicación de diferentes niveles de subproductos del beneficiado de quinua (*Chenopodium quinoa willd.*) en la preparación de raciones para cuyes (*Cavia porcellus L.*) en crecimiento y engorde

Grover Aduviri\*‡

Asesorado por Paul Johnston†, Alejandro Bonifacio Flores‡, Jaime Alcázar Peix‡, Zenón Martínez‡, Héctor Cortés‡

\*Autor correspondiente

†Brigham Young University, Provo, UT, EE.UU.

‡Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia

## RESUMEN

En el proceso de producción del beneficiado de quinua se liberan subproductos que ofrecen buenas alternativas en la alimentación de animales menores, especialmente los cuyes. Es una posibilidad que estos subproductos puedan suplir las deficiencias de los alimentos que generalmente se presentan en el altiplano. Por lo tanto, este estudio observó los efectos de diferentes niveles de subproductos de quinua sobre el crecimiento y engorde de cuyes. La investigación se condujo en el Centro de Facilidades para la Investigación en Letanías, La Paz, Bolivia, dependiente del Benson Agriculture and Food Institute de Brigham Young University. Los objetivos del trabajo fueron evaluar el consumo de raciones elaboradas en base a afrecho de quinua, medir el aumento de peso corporal en los cuyes, determinar la conversión alimenticia y la evaluación económica asumiendo una explotación considerando las raciones con los subproductos. El trabajo se realizó en una fase pre-experimental y otra experimental. En la primera fase se obtuvo el material genético apropiado para el trabajo y se realizaron las pruebas iniciales del consumo de raciones. En la segunda fase se realizó un trabajo más riguroso, empleando un diseño experimental del tipo factorial donde cada tratamiento fue conformado por 8 animales (4 machos y 4 hembras). Se emplearon un total de 40 cuyes a los cuales se les suministraron raciones con 30% o 60% de afrecho de quinua. El testigo estuvo integrado por una ración compuesta de afrecho de trigo. Los resultados demostraron que los valores promedios más satisfactorios en cuanto a peso corporal se obtuvieron con los cuyes que fueron alimentados con las raciones que contenían niveles de 30% de afrecho de quinua obtenido por vía seca (7.80 g/día), por vía húmeda (7.62 g/día) y con el testigo (7.35 g/día). Estos valores permitieron acceder a las mejores relaciones entre el beneficio y el costo, iguales a 1.79, 1.76, 1.66, respectivamente. Asimismo, el consumo de alimento (CA) y el índice de conversión alimenticia (ICA) mostraron magnitudes aceptables con el afrecho de quinua (por vía seca y húmeda) y el testigo para la crianza y explotación de cuyes. A partir de estos resultados se concluyó que el nivel de 30% de afrecho de quinua obtenido por vía seca o por vía húmeda sustituyó en gran nivel al afrecho de trigo.

## ABSTRACT

The production process of quinoa foodstuffs releases byproducts that offer good nutritional alternatives for small animals, especially guinea pigs. It is possible that these byproducts can supply the nutrients to cover for the animals' nutritional deficiencies generally found in the high plateau. Therefore, this study observed the effects of different levels of quinoa byproducts on the growth and fattening of guinea pigs. The research was performed at the Center of Research Facilities in Letanías, La Paz, Bolivia, under the Benson Agriculture and Food Institute of Brigham Young University. The objectives of the work were to evaluate the consumption of the rations prepared with quinoa bran as the base, to measure the increase in body weight of guinea pigs, and to determine the food conversion and economic evaluation assuming an exploitation considering the rations containing the byproducts. The work was done in a pre-experimental phase and then in an experimental phase. In the first phase, we obtained the genetic material appropriate for the research, and initial tests on the consumption of rations were performed. In the second phase, a more rigorous work was done, using an experimental design of a factorial type where each treatment was conformed by 8 animals (4 males and 4 females). A total of 40 guinea pigs were fed rations with 30% or 60% of quinoa bran. The control for this study was a ration made with wheat bran. The results demonstrated that the average values that are more satisfactory regarding body weight were obtained from the guinea pigs that were fed with rations that contained levels of 30% of quinoa bran obtained by dry means (7.80g/day), by humid means (7.62g/day) and with the control (7.35g/day). These values allowed access to clearer relationships between the foodstuffs and the cost, that equal to 1.79, 1.76, and 1.66, respectively. Similarly, feed consumption (FC) and the food conversion index (FCI) showed acceptable magnitudes with the quinoa bran (through dry and humid means) and the control for the fattening and exploitation of guinea pigs. From these results, we conclude that the 30% level of quinoa bran obtained through dry means or humid means proved to be a great substitute for wheat bran.

## INTRODUCCIÓN

La cosecha y el beneficiado de quinua liberan una variedad de subproductos que tradicionalmente tienen diferentes usos. Durante el proceso de escarificado del grano de quinua, el subproducto que se obtiene es el afrecho, el cual está compuesto de los restos del pericarpio, o cáscara, del grano. Los agricultores que cultivan la quinua utilizan estos subproductos de diferentes modos. Algunos los utilizan para alimentar a las ovejas, llamas, etc. mientras que otros los usan en la preparación del compost.

Los análisis bromatológicos del afrecho de quinua reportan aportes nutritivos de proteína del 11.14% al 14.94%, dependiendo de la forma en que haya sido procesado el grano. Estos niveles de

proteína demuestran que el afrecho de quinua tiene un gran potencial para ser utilizado en la preparación de alimentos para animales.

**Morfología de la semilla.** Gandarillas (2001) define al fruto de la quinua como un aquenio cubierto por un perigonio que se desprende con facilidad al frotarlo cuando está seco. También menciona que el color del fruto está dado por el perigonio y se asocia directamente con el de la planta; puede ser blanco, amarillo, rosado o rojo. En el estado maduro de la planta, el perigonio tiene forma de estrella por la quilla que presentan los 5 sépalos. El mismo autor sostiene que el pericarpio está pegado a la semilla y en algunas variedades se puede separar al tostar primero el grano y luego sometiéndolo a un mortero de piedra.

Mujica *et al.* (2004) mencionan que la quinua contiene una serie de elementos tóxicos tales como el inhibidor de tripsina y saponinas. El inhibidor de tripsina inhibe la actividad de la tripsina segregada por la glándula exocrina del páncreas. Sin embargo, la quinua puede ser consumida siempre que se lave previamente antes de su preparación culinaria ya que la presencia de estas proteasas en los alimentos reduce el valor biológico de las proteínas.

Según Bonifacio (2005), la quinua es uno de los productos más importantes en la región Andina. Su contenido de proteína y aminoácidos es alto y el contenido importante de lisina hace de la quinua uno de los productos más nutritivos a nivel mundial. Además es conocida por su resistencia total o parcial a la sequía, el granizo, los anegamientos, las heladas y otros factores adversos como los suelos pobres. Su adaptación en cualquier piso ecológico y su amplia variabilidad genética hacen de la quinua un producto incomparable. Por otro lado, Jacobsen *et al.* (2001) indican que el contenido de proteína en la semilla varía del 10 al 22%, concentrándose principalmente en el embrión de las semillas, que varían según el genotipo. Al respecto, en un informe realizado por Johnston (2004) se dan a conocer los aportes de aminoácidos, ácidos grasos y minerales del grano de quinua, mostrando su importancia en la alimentación humana (Cuadro 1).

**Métodos de desaponificación de la quinua.** Como ya fue indicado, el pericarpio del grano de la quinua contiene saponinas que deben ser removidas antes de consumir el grano. En la zona andina se han hecho varios experimentos de desaponificación con el diseño de prototipos y pruebas de adaptación de máquinas que originalmente fueron diseñadas para otros usos. Bacigalupo *et al.* (1990) indican que en Bolivia y Perú se han hecho varias pruebas de desaponificación de quinua con distintos métodos; hasta el momento se siguen buscando alternativas más eficientes para eliminar completamente las saponinas del grano sin partirlos.

El Instituto de Desarrollo Agroindustrial (2004) muestra varios métodos de desaponificación de quinua. Entre estos se incluyen el lavado por agitación y turbulencia, fricción o roza-

miento (escarificado o pulido), y el termomecánico en seco, químico y combinado.

Mujica *et al.* (2004) desarrollaron un método de lavado utilizando una licuadora industrial. Los resultados del funcionamiento de esta máquina con dos diferentes velocidades y con granos de quinua con alto contenido de saponina (Cuadro 2) fueron satisfactorios aunque con ciertos inconvenientes, tales como el excesivo gasto de agua, la contaminación de sumideros y la dificultad en el sistema de secado.

*Fricción o rozamiento (escarificado o pulido).* El método de escarificado consiste en la acción combinada de paletas o tambores giratorios con un tamiz estacionario que permite un constante raspado de los granos de quinua contra las paredes de las mallas. El polvillo desprendido de los granos pasa a través de la malla y es separado por gravedad o mediante el uso de succionadores de aire como en las máquinas blanqueadoras y peladoras de arroz de conos concéntricos esmerilados convenientemente regulados; así como una pulidora con conos revestidos de cuero para el pelado (Instituto de Desarrollo Agroindustrial, 2004).

En el método en húmedo el grano de quinua es sometido a un proceso de remojo en calderas pasando por fricción para eliminar la saponina juntamente con el perigonio. El segundo método consiste en la escarificación del grano por medio de calor para luego ser friccionado y eliminado en forma de harina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Fase pre-experimental.** La fase pre-experimental fue destinada exclusivamente a la multiplicación del material genético necesario para dar curso a la investigación. Se tomaron en cuenta algunas características reproductivas necesarias para obtener un pie de cría uniforme tales como el porcentaje de fertilidad, promedio de camada, peso al nacer y porcentaje de mortalidad. Una vez conseguida la cantidad necesaria de reproductores, se procedió a uniformar los animales, seleccionando el plantel reproductor con las

Aminoácidos	Quinua %	Ácidos Grasos	Quinua %	Minerales	Quinua %
Triptofano	0.14	Mirístico 14:0		Calcio %	0.035
Cisteína	0.18	Palmitico 16:0	0.17	Fósforo %	0.42
Metionina	0.25	Esterárico 18:0	0.02	Magnesio %	0.18
Ácido aspártico	1.04	Behénico 22:0	0.02	Potasio %	0.55
Treonina	0.48	Lignocérico 24:0	0.01	Sodio %	0.002
Serina	0.45	Palmitoleico 16:1 n-7		Hierro %	0.0036
Ácido glutámico	1.71	Oleico 18:1 n-9	0.48	Manganeso (ppm)	17
Prolina	0.55	Vaccénico 18:1 n-7	0.01	Zinc (ppm)	21
Glicina	0.6	Gadoleico 20:1 n-11	0.03		
Alanina	0.53	Eicosenoico 20:1 n-9			
Valina	0.53	Linoleico 18:2 n-6	0.79		
Isoleucina	0.43	Linoléico 18:3 n-3	0.14		
Leucina	0.74	Docosadienoico 22:6 n-6			
Tirosina	0.32	<b>Total</b>	<b>1.67</b>		
Fenilalanina	0.5	Grasas saturadas	0.22		
Lisina	0.65	Grasas monosaturadas	0.52		
Histidina	0.33	n-3 Grasas poliinsaturadas	0.14		
Arginina	1.02	n-6 Grasas poliinsaturadas	0.82		
<b>Total</b>	<b>10.45</b>	<b>Total</b>	<b>1.7</b>		

**Cuadro 1.** Análisis bromatológico (aminoácidos, minerales y ácidos grasos en la quinua. Fuente: The Industrial Laboratories Company-Brigham Young University.

Parámetro	Licudadora 3450 r.p.m.	Licudadora 800 r.p.m.	Despulpador 600 r.p.m. *
Carga (kg.)	6	6	2
Tiempo de lavado (minutos)	4	4	4
Absorción de agua (%)	19.21	29.23	25.49
Daño mecánico al grano(%)	0.96	1.11	8.89
Saponina eliminada (%)	2.65	3.62	3.39
Pérdida de proteína (%)	1.21	1.33	1.28
Rendimiento (kg/h)	30	26.7	10.4

**Cuadro 2.** Resultados de desaponificado de granos de quinua con diferentes métodos de lavado (Mujica et al.,2004).

mejores características en peso, prolificidad, vivacidad, etc.

*Desinfección de pozas.* Antes del inicio del trabajo de investigación se procedió a una limpieza y desinfección de toda la cuyera y de los instrumentos a utilizarse

*Infraestructura.* La infraestructura consistió de un ambiente con paredes de tapial de un grosor de 50 cm y un techo cubierto con 50% de calaminas plásticas y 50% de calaminas metálicas galvanizadas. Las instalaciones sirvieron para dividir el ambiente externo del interno, reduciendo el cambio brusco de temperaturas. La infraestructura interna fue dividida en 29 pozas construidas de ladrillo y cemento. En el ensayo se utilizaron 15 de estas pozas, 10 para los tratamientos, incluyendo al testigo, y cinco se utilizaron para empadre y reproducción.

*Manejo de reproductores.* Las hembras reproductoras fueron

seleccionadas en función al número de camadas, prolificidad y peso vivo entre los 1000 a 1100 g. Este plantel reproductor fue sometido a una alimentación mixta balanceada, cubriendo todos los requerimientos en las etapas de gestación y lactancia sin la adición de afrecho de quinua.

**Fase experimental.** En la fase experimental se consideraron cinco grupos, cuatro tratamientos con afrecho de quinua y un testigo. Cada grupo estuvo conformado por ocho animales (cuatro hembras y cuatro machos), empleándose un total de 40 animales. La investigación tuvo su inicio después de los 30 días de edad de los animales, incluyendo la etapa de pre-acostumbramiento de 10±2 días. Por otra parte se procedió al areteado de los cuyes (en el lado derecho para los machos e izquierdo para las hembras) para tener un mejor control y manejo de los registros.

La fase experimental contempló la etapa de crecimiento y engorde de los cuyes donde se evaluó la influencia de los subproductos industriales de la quinua tales como el afrecho obtenido por vía seca y por vía húmeda.

*Sistemas de alimentación.* El sistema de alimentación puesto en práctica fue mixto, donde se les proveyó a los cuyes concentrado, forraje y alimento voluminoso como fuente de fibra.

*Concentrado.* Para la preparación del concentrado se utilizaron diferentes insumos, siendo los subproductos del beneficiado de quinua en seco y en húmedo los insumos principales. Estos fueron

ETAPAS	0 - 3 semanas			3 - 6 semanas			6 - 9 semanas			9 - 12 semanas		
	PESO VIVO 350 (g)			PESO VIVO 500 (g)			PESO VIVO 650 (g)			PESO VIVO 800 (g)		
INSUMOS (g)	0%	30%	60%	0%	30%	60%	0%	30%	60%	0%	30%	60%
Ración concentrada con beneficiado de quinua en seco (g) de MS												
Trigo, afrecho	6.3	0	0	9	0	0	11.7	0	0	14.4	0	0.00
Beneficiado de quinua	0	4.73	9.45	0	6.75	13.5	0	8.78	17.55	0.00	10.8	21.6
Torta de soya	1.16	2.17	1.62	1.66	3.11	2.32	2.16	4.04	3.01	2.66	4.97	3.71
Maíz frangollo	6.89	6.8	3.16	9.85	9.71	4.51	12.8	12.62	5.86	15.76	15.53	7.22
Fosfato dicálcico	1.02	1.31	1.1	1.45	1.87	1.57	1.89	2.43	2.05	2.33	2.99	2.52
Harina de hueso	0.17	0.43	0.21	0.24	0.61	0.3	0.31	0.8	0.39	0.38	0.98	0.48
Conchilla	0.02	0.13	0.02	0.03	0.19	0.03	0.04	0.24	0.04	0.05	0.3	0.05
Sal	0.13	0.13	0.13	0.18	0.18	0.18	0.23	0.23	0.23	0.29	0.29	0.29
Núcleo vitamínico	0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.08	0.11	0.11	0.11	0.14	0.14	0.14
TOTAL DE ALIMENTO EN MS	15.75	15.75	15.75	22.5	22.5	22.5	29.25	29.25	29.25	36	36	36
Ración concentrada con beneficiado de quinua en húmedo (g) de MS												
Trigo, afrecho	6.3	0	0	9	0	0	11.7	0	0	14.4	0.00	0.00
Beneficiado de quinua	0	4.73	9.45	0	6.75	13.5	0	8.78	17.55	0.00	10.8	21.6
Torta de soya	1.16	1.57	0.42	1.66	2.25	0.6	2.16	2.92	0.78	2.66	3.6	0.96
Maíz frangollo	6.89	7.46	4.48	9.85	10.66	6.41	12.8	13.85	8.33	15.76	17.05	10.25
Fosfato dicalcico	1.02	1.29	0.98	1.45	1.84	1.39	1.89	2.4	1.81	2.33	2.95	2.23
Harina de hueso	0.17	0.43	0.21	0.24	0.61	0.3	0.31	0.8	0.39	0.38	0.98	0.48
Conchilla	0.02	0.09	0.02	0.03	0.12	0.03	0.04	0.16	0.04	0.05	0.2	0.05
Sal	0.13	0.13	0.13	0.18	0.18	0.18	0.23	0.23	0.23	0.29	0.29	0.29
Núcleo vitamínico	0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.08	0.11	0.11	0.11	0.14	0.14	0.14
TOTAL DE ALIMENTO EN MS	15.75	15.75	15.75	22.5	22.5	22.5	29.25	29.25	29.25	36	36	36
Insumos Utilizados en ambas dietas												
ALFALFA OFRECIDA EN MS.	14	14	14	20	20	20	26	26	26	32	32	32
HENO OFRECIDO DIARIO MS	13.57	13.57	13.57	19.38	19.38	19.38	25.19	25.19	25.19	31	31	31

**Cuadro 3.** Alimento proveído a los cuyes. MS = Materia Seca

empleados en cantidades necesarias para cubrir los requerimientos nutritivos en toda la etapa de crecimiento y engorde de los cuyes (Cuadro 3).

**Forraje.** Como fuente de forraje se utilizó alfalfa verde, la cual se suministró en las horas de la tarde en función a los requerimientos de peso vivo de los cuyes (Cuadro 3).

**Alimento voluminoso.** El alimento voluminoso consistió de heno de cebada secado al sol, suministrado semanalmente en cantidades necesarias para cubrir el requerimiento de fibra de los cuyes con una cantidad extra medida en peso para ser utilizado como cama (Cuadro 3).

**Manejo de cuyes por tratamiento.** Para el manejo de los cuyes incluidos en los diferentes grupos se procedió primeramente a su agrupación en números de cuatro hembras y cuatro machos. Estos fueron seleccionados en función a un peso vivo promedio de 250 g (después del pre-acostumbramiento) ubicándolos en pozas individuales para posteriormente ser asignados al tratamiento respectivo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Fase pre-experimental

**Multiplicación del material genético y selección del pie de cría.** Se seleccionaron 20 hembras y cuatro machos como reproductores para la obtención del pie de cría. Con estos animales se obtuvieron los siguientes resultados:

- El porcentaje de fertilidad tuvo un óptimo de 100%
- El número de gazapos por camada alcanzó un promedio de cuatro gazapos
- El porcentaje de mortalidad al nacer fue de 0%
- El peso vivo al nacer varió entre 90 y 136g.

El peso vivo de los gazapos al nacer estuvo altamente influenciado por el número de gazapos por camada, donde se observó que a mayor número de gazapos el peso vivo fue menor y viceversa.

**Etapas de pre-acostumbramiento.** La etapa de pre-acostumbramiento consistió en someter a los gazapos a las raciones en estudio, con la adición de pequeñas cantidades de afrecho de quinua en seco y húmedo en el alimento concentrado. Esta prueba se realizó a partir de los 21±2 días de edad.

En el transcurso del pre-acostumbramiento, no se observaron muertes ni falta de consumo de alimento al añadirse un 15% del afrecho de quinua en seco y húmedo a la ración concentrada hasta que los cuyes completaron los 30 días de edad.

**Fase experimental.** Después de la etapa de pre-acostumbramiento, los animales entraron en la fase de investigación donde se observaron el peso promedio de los animales al inicio y al final del estudio, el incremento diario y total del peso vivo, el consumo de alimento diario y total acumulado y la conversión alimenticia. Los resultados obtenidos derivaron de la evaluación de estas variables.

**Consumo de concentrado.** El efecto del testigo se comparó con los

efectos de los tratamientos con la prueba de rango múltiple de Duncan (Cuadro 4). Las diferencias observadas se atribuyen principalmente a la adición de subproductos del beneficiado de quinua a la ración concentrada. El consumo de los tratamientos con 30% de afrecho de quinua en seco y húmedo y el testigo expresaron valores de 21.01, 21.34 y 21.25 g/día, respectivamente. Por otro lado, los tratamientos con 60% de afrecho de quinua en seco y húmedo fueron consumidos en promedios bajos de 10.24 y 16.50 g/día, respectivamente, debido principalmente a su palatabilidad causada por excesiva adición de dichos subproductos a la ración concentrada. Al respecto, MEJOCUY (Mejoramiento Genético y Manejo del Cuy en Bolivia) (1994) indica que el consumo de alimento promedio en base a materia seca es de 40 g/cuy/día, con un consumo de 24 g/cuy/día de forraje y de 16 g/cuy/día de concentrado. Los valores promedios encontrados en la presente investigación son diferentes a los reportados por otros autores, pudiendo haber sido influenciados por el piso ecológico, el componente genético de los animales y la palatabilidad de los insumos utilizados.

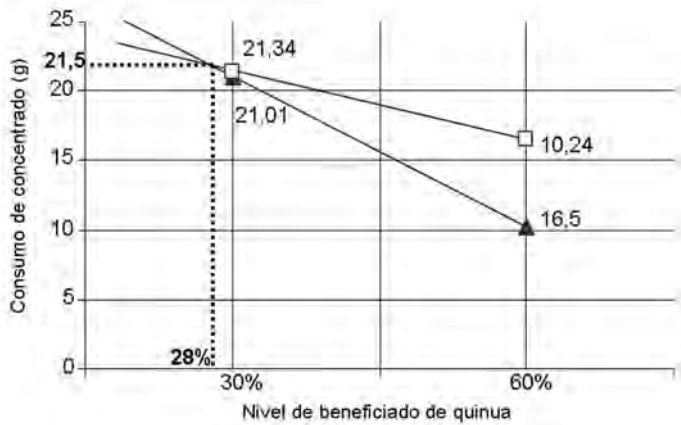
Los valores reportados (Cuadro 4) expresan las diferencias entre los tratamientos y el testigo donde los mejores resultados fueron registrados en los tratamientos con niveles de 30% y el testigo. En cambio, para los niveles de 60% de afrecho de quinua son muy bajos, confirmando que la cantidad de afrecho de quinua en la ración es muy importante para el éxito en la formulación de raciones para cuyes.

Al comparar el consumo promedio entre los niveles del afrecho de quinua en seco (21.01 g/día para el nivel con 30% de afrecho de quinua y 10.24 g/día para el nivel con 60%) se observó que al utilizar el insumo en niveles apropiados se ven mejores resultados en la alimentación de los cuyes (Figura 1).

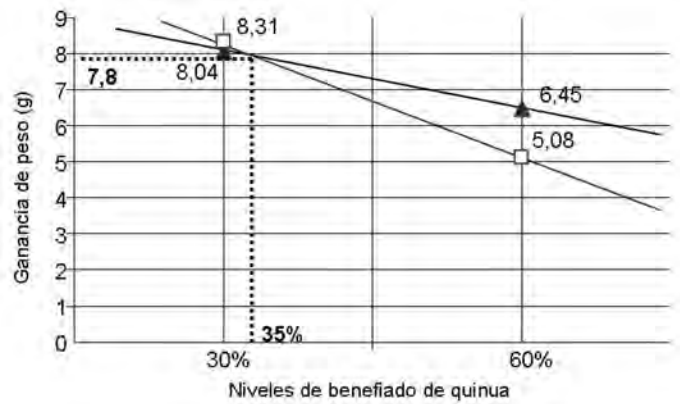
**Ganancia de peso.** En el cuadro 4 se muestra la ganancia de peso obtenida en cada grupo, incluyendo el testigo. Estos fueron evaluados bajo la prueba de rango múltiple Duncan al 5%, mostrando ganancias de peso de 8.305, 8.036 y 7.877 g/día para los

Alimento Concentrado		
Tratamiento	Media (g/día)	Duncan
30% BQH.	21.34	A
0% TES	21.25	A
30% BQS.	21.01	A
60% BQH.	16.5	B
60% BQS.	10.24	C
Ganancia de Peso		
Tratamiento	Media (g/día)	Duncan
30% BQS.	8.305	A
30% BQH.	8.036	A
0% TES	7.877	A
60% BQH.	6.446	B
60% BQS.	5.079	C
Índice de Conversión Alimenticia		
Tratamiento	Media del (ICA)*	Duncan
30% BQS.	7.34	A
30% BQH.	7.6	A
0% TES.	7.77	A

**Cuadro 4.** Pruebas de Duncan para Consumo de Alimento Concentrado, Ganancia de peso e ICA para los efectos testigo vs. tratamientos. (BQS = Beneficiado de quinua en seco; BQH = Beneficiado de quinua en húmedo; TES = Testigo.)



**Figura 1.** Interacción para el consumo de alimento concentrado en raciones vs. niveles de beneficiado de quinua. (Beneficiado en húmedo, cuadros blancos; beneficiado en seco, triángulos negros).



**Figura 2.** Interacción para ganancia de peso en niveles y raciones. (Beneficiado en húmedo, cuadros blancos; beneficiado en seco, triángulos negros).

tratamientos con 30% de afrecho de quinua en seco y húmedo y el testigo, respectivamente. La relativa superioridad del afrecho de quinua en seco se atribuye a los efectos positivos del insumo, provenientes del desaponificado, el cual deja cantidades mínimas y beneficiosas de saponina en el afrecho. Es posible que este contenido de saponinas pueda tener efectos positivos en el tracto digestivo de los animales, mejorando de esta forma la asimilación de los alimentos proporcionados. Al respecto, Vera *et al.* (2004) indican que la saponina obtenida en la limpieza del grano de quinua muestra efectos antiinflamatorios, antimicrobiales y analgésicos, los mismos que pueden haber influido en los resultados obtenidos.

Por otro lado, en el cuadro 4 también se observa un efecto importante en el comportamiento de las raciones de afrecho de quinua en húmedo y seco en niveles de 60% con ganancias medias de 6.446 g/día y 5.079 g/día, respectivamente, resultado que se atribuye a la baja palatabilidad de estas raciones. Al respecto, Ordóñez (1997) indica que el consumo de alimento está influenciado ampliamente por la palatabilidad y densidad nutricional de las raciones, lo que confirma los resultados encontrados en la presente investigación.

*Ganancia de peso observada a través de la interacción ración vs. nivel.* La figura 2 muestra la interacción ración vs. nivel donde la aplicación de niveles con 30% de afrecho de quinua para ambas raciones, en seco y húmedo, reflejan los mejores resultados, 8,31 y 8,04 g/día respectivamente. Estos valores van decreciendo conforme el nivel de afrecho en las dietas va aumentando, llegando a mostrar diferencias interesantes entre los insumos utilizados. El resultado más importante es el punto de interacción de 7,89 g/día a un nivel de 35% de afrecho de quinua donde ambas raciones se comportaron de manera similar.

*Índice de conversión alimenticia observado en testigo vs. factores.* La prueba de rango múltiple de Duncan (Cuadro 4) se utilizó para comparar a los tratamientos con el testigo. Se evidenció que las raciones preparadas con afrecho de quinua (por vía seca y húmeda) al 30% y el testigo fueron los que mejores resultados mostraron en el índice de conversión alimenticia con 7,34, 7,60 y 7,77 en relación a los tratamientos con 60% de afrecho de quinua que mostraron valores de 9,01 y 11,30.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el afrecho de trigo actúa de igual manera que los subproductos utilizados en el presente trabajo. Por lo tanto, al reemplazar el afrecho de trigo con afrecho de quinua en seco y húmedo a un nivel de 30% se obtienen los mismos beneficios en el índice de conversión alimenticia. Como ya se mencionó anteriormente, la saponina de la quinua tiene efectos antiinflamatorios, antimicrobiales y analgésicos, los cuales pueden influir de manera positiva la absorción de nutrientes aportados por los alimentos. El elevar la concentración de saponina en la dieta podría tener efectos perjudiciales en los resultados, los cuales se reflejan en las raciones elaboradas con niveles de 60% de afrecho de quinua en la ración.

*Índice de conversión alimenticia observado a través de la interacción ración vs. nivel.* Según la figura 3, los tratamientos con niveles de 30% de afrecho de quinua por vía seca y húmeda son los que mejores valores mostraron (7,34 y 7,60) en relación a los niveles de 60% (11,30 y 9,01). Esto indica que el factor preponderante en la presente evaluación es el nivel de inclusión del beneficiado de quinua en el concentrado y la palatabilidad de la mezcla. Por otro lado, los tratamientos con niveles de 30% de afrecho de quinua en seco y húmedo mostraron resultados interesantes, ya que el afrecho de quinua en seco tuvo un valor superior de 7,34 en relación al afrecho de quinua en húmedo con 7,60. Dicha variación se atribuye al efecto de las saponinas presentes en el afrecho de quinua y sus múltiples características positivas en el tracto digestivo. Por lo tanto, se deduce que el afrecho de quinua, además de actuar como un insumo en la alimentación de los animales, también actuó como antiparasitario, eliminando patógenos intestinales y mejorando de esta manera el índice de conversión alimenticia.

Según los reportes de investigación realizados por Gonzáles y Bautista (2002), la utilización de saponina de quinua en el control de protozoarios ruminales en camélidos, se encontró que el tratamiento con un 1 g de escarificado de quinua provocó una disminución de la población de protozoarios en un 99,8% en alpacas y 98,8% en llamas. Estos resultados confirman los efectos en los cuyes, los que destacan la ventaja del empleo del afrecho de quinua, especialmente de aquel procesado en seco. El punto de interacción entre los dos tratamientos a 7,8 indica que para obtener este valor, es necesario adicionar a la ración un nivel

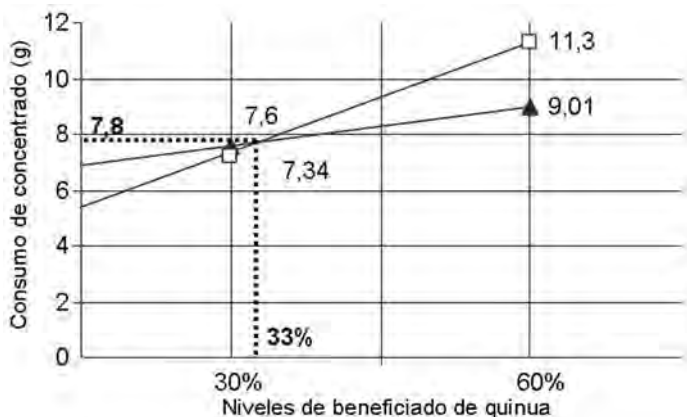


Figura 3. Índice de conversión alimenticia para la interacción ración vs. nivel. (Beneficiado en húmedo, cuadros blancos; beneficiado en seco, triángulos negros).

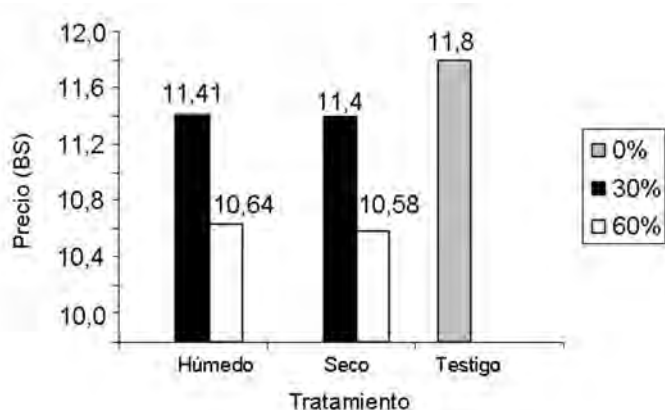


Figura 4. Costo de producción general para cada tratamiento.

de 33% de afrecho de quinua (Figura 3), dando una base de referencia para la formulación de raciones para cuyes; el nivel máximo a adicionarse sería 33% para ambos insumos.

**Costo de producción.** Los costos de producción tomados en cuenta en la presente investigación involucraron principalmente al alimento concentrado, forraje y heno de cebada secado al sol, además de algunos gastos indispensables como agua, material genético y material sanitario.

Tal como se muestra en la figura 4, el costo de producción más bajo en el momento de la comercialización, que duró 12 semanas, fue el del tratamiento con 60% de afrecho de quinua en seco en la ración concentrada con 10.58 Bs por cuy. Por otro lado los tratamientos con 30% de afrecho de quinua reportaron valores insatisfactorios de 11.40 Bs para el afrecho de quinua en seco y 11.41 Bs para el húmedo. Sin embargo, el valor más alto en todo el experimento fue el del tratamiento testigo con 11.8 Bs por cuy debido al alto valor del afrecho de trigo en el mercado. Cabe resaltar que entre los dos niveles mencionados, el nivel óptimo recomendado es el de 30%, tanto en seco como en húmedo, por sus resultados altamente satisfactorios en la alimentación de los animales.

**Beneficio neto.** El beneficio neto promedio más alto fue obtenido con el tratamiento con 30% de afrecho de quinua en seco con valores de 5.98 Bs en vivo y 10.99 Bs en carcasa. El valor más bajo se registró en el tratamiento con el mismo subproducto de quinua

a un nivel de 60%, mostrando valores de 1.82 y 3.73 Bs en vivo y en carcasa, respectivamente. Se puede notar claramente que la adición del insumo (afrecho de quinua) a la mezcla, teniendo en cuenta los factores positivos y negativos que implica su uso, hacen del mismo un factor crítico al determinar el beneficio económico del mismo (Figura 5).

**Relación beneficio costo.** En los mercados locales de las ciudades de La Paz, Cochabamba y Oruro principalmente, la comercialización de los cuyes se realiza en dos formas, en vivo y en carcasa. Los mejores precios se presentan en la comercialización de cuyes en carcasa, alcanzando valores de 15 a 20 Bs por pesos entre 500 y 800 g. Los precios de cuyes en vivo varían de 10 a 15 Bs, dependiendo del tamaño del cuy ofrecido.

Con estos antecedentes ya mencionados y aplicados en el presente estudio (Figura 6), se prueba la viabilidad de los subproductos del beneficiado de quinua. Se encontraron resultados muy satisfactorios, situándose en primer lugar el afrecho de quinua en seco con 1.96 Bs seguido por el afrecho de quinua en húmedo con 1.96 Bs, ambos a un nivel de 30%, y por último el testigo con 1.80 Bs.

En la figura 7 se muestran los precios de las raciones para los diferentes tratamientos, donde el costo más elevado corresponde al testigo con 1.19 Bs/Kg, el cual se le atribuye al alto precio del afrecho de trigo en el mercado. Contrariamente, el precio más bajo se registró para el afrecho de quinua en seco a un nivel de 60% con 0.70 Bs/Kg, ya que el subproducto utilizado es muy barato. De los

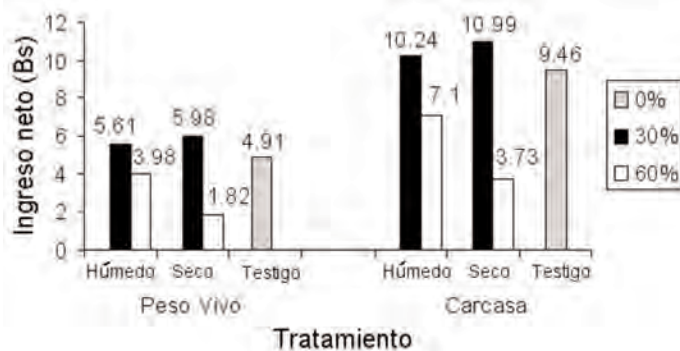


Figura 5. Comparación de beneficios en peso vivo y carcasa.

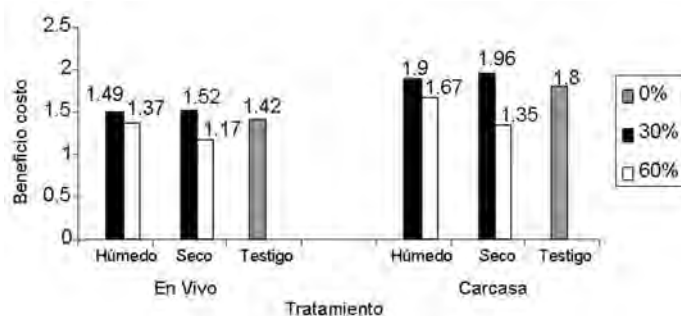


Figura 6. Relación promedio de beneficio costo en peso vivo y carcasa.

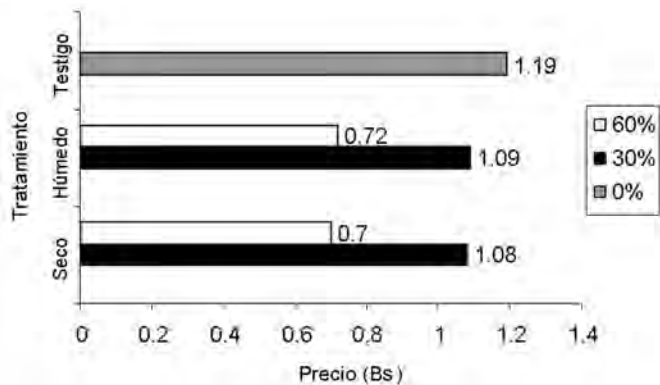


Figura 7. Precio de las raciones por tratamiento (Concentrado).

resultados encontrados se destacan los tratamientos con afrecho de quinua en seco y húmedo a un nivel de 30% para ambos con 1.08 y 1.09 Bs/Kg.

**Pruebas de degustación de los cuyes.** La prueba de degustación de los cuyes fue realizada para detectar probables cambios en el color, olor y gusto de la carne mediante el método denominado Evaluación Absoluta, en donde los individuos que probaron la carne de los animales la calificaron en una escala de 1 a 5 (1 = Malo, 3 = Regular y 5 = Bueno).

En la degustación de la carne no se encontraron diferencias importantes en relación al sabor, olor y gusto; los resultados estuvieron entre bueno y regular, donde los tratamientos con niveles de 60% de afrecho de quinua fueron los que más estuvieron en la escala de regulares por los factores de olor y gusto. Para la variable de color, los tratamientos con afrecho de quinua en seco y húmedo mostraron colores un poco más oscuros que los demás. Sin embargo, el color de la carne también pudo haber sido influenciado por el color del pelaje de los animales.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El consumo de alimento total (heno de cebada, alfalfa y concentrado) en todos los grupos mostró variaciones mínimas entre sí con 60.9 g/día para el testigo, 60.8 y 60.6 g/día con los tratamientos con afrecho de quinua en húmedo y seco al 30%. Los niveles de 60% mostraron valores de 57.5 y 57 g/día para el afrecho de quinua en húmedo y seco. Por lo contemplado anteriormente, se evaluó por separado al concentrado, obteniéndose promedios en consumo de alimento de 21.30 g/día con el testigo y 21.25 y 21.30 g/día con el afrecho de quinua en seco y húmedo, respectivamente, a un nivel de 30%, contrariamente a los resultados encontrados para el consumo de alimento total.

La interacción entre la ración y el nivel de afrecho de quinua en el consumo de alimento concentrado mostró un valor de 22 g/día a un nivel de 28% para ambos subproductos de quinua, indicando que ambos insumos podrían obtener mayor consumo de alimento a un nivel de 28% en la ración concentrada. El punto exacto de la interacción para los dos niveles manifestó valores en ganancia de peso de 7.89 g/semana a un nivel de 35% para ambos subproductos utilizados en el concentrado. Esto indica que para obtener una ganancia de peso de 7.89 g/semana es necesario utilizar 35% de subproducto de quinua en la ración concentrada. La

ganancia de peso en los animales tiende a mejorar si se reduce el nivel de inclusión del subproducto en el concentrado.

El uso del afrecho de quinua en seco y húmedo como insumo dentro de la formulación de raciones para la variable ganancia de peso, mostró promedios interesantes a un nivel de 30% con 8.30 y 8.03 g/día en seco y húmedo, respectivamente, seguidos por el testigo con 7.88 g/día. Estos resultados confirman que el nivel de 30% para ambos insumos es el más adecuado en comparación al nivel de 60% de afrecho de quinua. La mayor ganancia de peso con el nivel de 30% se atribuye a su efecto antiparasitario en el tracto digestivo de los cuyes.

Los animales tratados con subproductos de quinua en seco con niveles de 60%, no consumieron completamente el alimento ofrecido. Se supone que la falta de consumo se debió a la alta inclusión del subproducto, influyendo directamente en la palatabilidad de la mezcla e induciendo la selección de los insumos alimenticios ofrecidos.

Para la conversión alimenticia el tratamiento con mejores resultados fue el que estaba compuesto de 30% de afrecho de quinua en seco con 7.34, seguido por el tratamiento con 30% de afrecho de quinua en húmedo y el testigo con valores de 7.66 y 7.77 respectivamente. Es así también que en el punto exacto de la interacción entre la ración y el nivel se encontró una similitud en el comportamiento de la conversión alimenticia donde a 7.7 el nivel de ambos subproductos es de 33%.

Otro de los aspectos a resaltar del afrecho de quinua es el gran aporte nutritivo seguido del efecto bactericida, antimicrobial y antiinflamatorio presentes en el subproducto como lo demostraron en el trabajo realizado con la eliminación de protozoos en llamas y alpacas.

El costo de producción estuvo influenciado ampliamente por el nivel del afrecho de quinua en la dieta, ya que los niveles más elevados del subproducto muestran costos de producción más bajos. Es así que para los niveles de 30% de afrecho de quinua en seco y húmedo se invirtieron 11.4 Bs y 11.41 Bs, respectivamente. Asimismo, para los tratamientos con 60% de afrecho de quinua en seco y húmedo se invirtieron 10.58 y 10.64 Bs., respectivamente. Por otro lado, el costo de producción del testigo fue muy elevado con 11.8 Bs., mismo que se atribuye al alto precio del afrecho de trigo en el mercado.

El beneficio neto promedio obtenido de los cuyes en vivo alimentados con afrecho de quinua en seco a un nivel de 30% fue de 5.98 Bs; el beneficio neto promedio de los cuyes en carcasa alimentados con el mismo subproducto fue de 10.99 Bs. Dichos resultados se atribuyen al costo relativamente bajo de los subproductos utilizados y a los efectos positivos observados en la ganancia de peso en los cuyes y a su precio en el mercado. El beneficio neto obtenido de los cuyes alimentados con afrecho de quinua a un nivel de 60% fue más bajo, principalmente el subproducto procesado en seco con valores de 1.82 Bs. y 3.73 Bs. en vivo y en carcasa, respectivamente.

La relación entre el beneficio neto y el costo de producción indica que el mejor beneficio se obtuvo de los cuyes alimentados con afrecho de quinua en seco a un nivel de 30% con valores promedios de 1.52 y 1.96 en vivo y en carcasa, respectivamente. Los resultados obtenidos de los tratamientos con niveles de 60% no fueron satisfactorios con valores de 1.17 para animales vivos y 1.35 en carcasa. Estos resultados indican que si el costo de la ela-

boración de la ración es bajo, el retorno económico no es satisfactorio.

La degustación de los cuyes mostró diferencias marcadas entre los dos tratamientos; la carne cocida que menos aceptación obtuvo fue la de los cuyes alimentados con afrecho de quinua a un nivel de 60%, principalmente por su sabor y olor. Cabe destacar que los animales tratados con un nivel de 60% de subproductos en seco no consumieron completamente el alimento ofrecido; en el momento del consumo, los animales escogían el maíz y parte de los demás insumos rechazando la mayor parte del alimento. Por lo tanto, el tratamiento con 30% de beneficiado de quinua debió haber presentado respuestas similares o más bajas a los resultados encontrados con los niveles de 60%.

Una de las respuestas que también se presentó en el uso del afrecho de quinua en húmedo fue el volumen de dicho insumo. Este factor afectó el consumo de los alimentos ofrecidos, en especial el afrecho de quinua a un nivel de 60%, donde la selección de los insumos más pesados, tales como el maíz y la torta de soya, fue más sencillo.

Con el análisis de los resultados obtenidos en ganancia de peso, conversión alimenticia y la degustación de la carne de los cuyes, se puede afirmar que el afrecho de quinua en niveles apropiados en la formulación de raciones reemplaza casi en su totalidad al afrecho de trigo. El afrecho de quinua puede utilizarse en la formulación de raciones para cualquier especie animal bajo niveles apropiados, los que beneficiarán al animal sin afectar su rendimiento.

De acuerdo al comportamiento de los animales y de los resultados obtenidos frente a la utilización del afrecho de quinua en seco y húmedo, se recomienda usar niveles máximos de 35% de estos subproductos en las raciones concentradas para alimentar a los cuyes. Con estos niveles se pueden lograr resultados óptimos en producción y por consiguiente mejores retornos económicos. En el caso de los cuyes, se recomienda granular las raciones para cuyes para evitar la selección de los insumos y aprovechar al 100% la mezcla alimenticia.

Por otro lado, es muy importante recalcar que para los trabajos de investigación en cuyes, el material utilizado como cama (paja, heno de cebada, aserrín, cartón, etc.) afecta directamente al consumo de alimento. Cuando se evalúan nuevos alimentos y niveles de inclusión en las dietas, este material puede influir directamente en los resultados finales.

También es importante conocer el origen de los subproductos a utilizarse, ya que los contenidos de saponinas y nutrientes pueden variar en función a las labores culturales (manejo de especies puras, selección, purificación y determinación de grano dulce y amargo).

Otro factor importante es el tratamiento que se le da al grano en el momento del procesado industrial. Se debe tener en cuenta la pérdida de calidad ocasionada ya sea forma de granos partidos, molidos u otros, ya que afecta el valor nutritivo de los subproductos. En la actualidad se están buscando máquinas desaponificadoras más eficaces para así disminuir las pérdidas ocasionadas durante el proceso de tratamiento de los granos de quinua.

Es necesario realizar más estudios en relación a los efectos y cualidades de los subproductos Andinos, como es el caso del afrecho de quinua, dando nuevas alternativas de uso y aplicación en la alimentación animal. Vale la pena resaltar que al dar una aplicación adecuada a los subproductos del beneficiado de quinua, tal

como en la elaboración de raciones para animales, se puede apoyar enormemente al desarrollo y la mejora en producción de la quinua en Bolivia y el resto del mundo, fortaleciendo económicamente a los productores que viven exclusivamente de la producción y comercialización del grano de quinua.

## BIBLIOGRAFÍA

Gandarillas, H. 1982. Efecto de Autofecundación de la Quinua, Sayaña. Editorial IICA, La Paz, Bolivia. pp. 23-32.

Instituto Superior de Medicina Militar. 1997. Saponinas Hipocolestormizantes, Vol 26. En <http://www.bvs.sld.revistas/ml/vol26>; consulta: agosto 2004.

Meyhuay, M. 2004. Instituto de Desarrollo Agroindustrial INDDA. Tareas post cosecha de la quinua, métodos de desaponificación. En: <http://www.infoagro.gov.bo>; consulta: septiembre 2004.

Kosiol, M. 1990. Afrosymmetric threshold saponin concentration for bitterness in quinoa (*Chenopodium quinoa* W.). *J Agric Food Sci*.

Mujica, A., Izquierdo, J. y Jacobsen, S. 2004. Quinua: (*Chenopodium quinoa* Willd.) Cultivo ancestral alimento del presente y el futuro. FAO, CIP y Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. pp. 240-243.

Saravia, D.J., Gómez, C., Ramírez, S. y Chauca, F.L. 1994. Evaluación de cuatro raciones para cuyes en crecimiento. XVII Reunión científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA), Lima, Perú. pp. 84.

Tapia, G. 1981. La Quinua un Cultivo de los Andes Altos. MACA-IBTA, La Paz, Bolivia. pp. 57.

Vera, A., Vargas, M. y Delgado, G. 2004. Laboratorio de Investigación del Proyecto Andes Trópico. Introducción. UMSS.

# Evaluación de cuatro niveles de polvillo de qañawa (*Chenopodium pallidicaule*, A.) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* L.) en crecimiento

Héctor A. Cortés\* y N. Paul Johnston†

\*Autor correspondiente, Universidad Mayor de San Andrés de La Paz, Bolivia,

†Brigham Young University de Utah, EE.UU.

## RESUMEN

Para conocer la respuesta del uso de polvillo de qañawa en sus diferentes niveles en la alimentación de cuyes en crecimiento fue necesario hacer una evaluación. El polvillo de qañawa, a diferencia del polvillo de quinua, no tiene saponina; en consecuencia, se puede usar sin restricción. El estudio se realizó en la localidad de Ventilla, perteneciente a la Provincia Murillo del Departamento de La Paz, ubicado a 35 km de la ciudad de El Alto, en Bolivia. Se utilizaron 24 cuyes destetados a los 20 días de edad promedio, de los cuales 12 fueron machos y 12 hembras, distribuidos en pozas individuales durante todo el estudio. El diseño experimental que se empleó fue el completamente al azar, con dos factores y tres repeticiones. Los resultados fueron los siguientes: Las mejores ganancias de peso correspondieron a los siguientes niveles: 40%, con 446,66 g; 30%, con 430,49 g y 20%, con 394,66 g respectivamente. El polvillo de qañawa estimuló el consumo de alimentos en materia seca: 30%, con 2871,16; 40%, con 2864,33 y 20% con 2724,66 g. Las conversiones alimenticias más eficientes se obtuvieron con los siguientes niveles: 40%, con 6,45, 30%, con 6,74 y 20% 7,01. El ingreso económico indicó que las mejores retribuciones correspondieron a los niveles de 40%, con 1,53; 20%, con 1,52 y 30% con 1,50. Al tomar en cuenta todas las variables de estudio y los resultados obtenidos se concluyó que el polvillo de qañawa en los niveles de 40%, 20%, o 30% puede usarse como ingrediente en la dieta de los cuyes.

## ABSTRACT

It was necessary to perform an evaluation in order to know the effects of the use of qañawa powder at different levels in the feed for guinea pigs during growth. Qañawa powder, unlike quinoa powder, does not have saponins; consequently, it can be used without restriction. The study was performed in the community of Ventilla, which belongs to the Province of Murillo of the La Paz Department, located at 35 km from the city of El Alto in Bolivia. Twentyfour weaned guinea pigs of an average age of 20 days of were used. Twelve were male and twelve female, and were distributed in individual cells during the duration of the study. The experimental design used was the 100% random method, with two factors and three repetitions. The results were the following: The best gains in body weight corresponded to the following levels: 40% with 446.66 g, 30% with 430.49 g, and 20% with 394.66 g respectively. Qañawa powder stimulated the consumption of feed in dry matter: 30% with 1871.16 g, 40% with 2864.33 g, and 20% with 2724.66 g. The most efficient food conversions were obtained with the following levels: 40% with 6.45, 30% with 6.74, and 20% with 7.01. The economic income indicated that the best retributions corresponded to the levels of 40% with 1.53, 20% with 1.52, and 30% with 1.50. When taking into account all the variables of the study and the obtained results, we concluded that the qañawa powder at the levels of 40%, 20% or 30% can be used as an ingredient in the diet of guinea pigs.

## INTRODUCCIÓN

El cuy constituye una fuente importante de carne para la población boliviana en especial del área rural, ya que es uno de los elementos principales para la obtención de proteína animal. También debe considerarse que los productores obtienen un ingreso adicional por la venta de animales sobrantes. Sin embargo, el consumo de proteína por persona está por debajo de lo recomendado (60 g/día). Este problema se agudiza por la dificultad en la producción de productos alimenticios que contengan altos índices de proteína (SINSAAT E INE, 2000). Como el cuy es un animal herbívoro, la producción de forrajes es de gran importancia; sin embargo, en el altiplano el abastecimiento de forraje verde es estacional y escaso. Para alimentar a los cuyes durante el resto de los meses del año se utilizan forrajes secos y de baja calidad.

Por este motivo, en el presente estudio se propuso emplear el polvillo de qañawa como otro ingrediente en los diferentes niveles de combinación de uso tradicional, para luego evaluar la respuesta en cuyes en crecimiento. El polvillo de qañawa es un desecho que se obtiene después de limpiar y golpear el grano. Es un producto que no tiene sabor amargo porque no contiene saponina como el polvillo de quinua. Además, es un ingrediente que se puede emplear en las diferentes etapas de crianza de cuyes, porque es un compuesto alimenticio de alto valor nutritivo.

Los objetivos del presente estudio fueron los siguientes:

- Determinar el nivel adecuado de polvillo de qañawa en la alimentación de cuyes en crecimiento.
- Determinar la conversión alimenticia del alimento total en cuyes en crecimiento.
- Evaluar la respuesta del sexo a los diferentes niveles de polvillo de qañawa.
- Evaluar los costos de producción y la rentabilidad de los diferentes niveles de polvillo de qañawa.

**Importancia del cuy.** Calero del Mar (1993) indica que algunas de las características del cuy son: prolificidad, rusticidad, fecundidad, fácil adaptación, ciclo biológico corto, poco exigente en alimentación y alto contenido proteico en la carne. Estos factores hacen al cuy apto para la producción de carne.

**Alimentación de cuyes en crecimiento.** Aliaga (1979) afirma que para su nutrición y alimentación óptima, el cuy requiere de 40 a 50 nutrientes; tienen importancia fundamental la proteína, energía, todos los aminoácidos, especialmente la metionina, cistina y lisina, las grasas, fibra, calcio, fósforo y vitaminas. En la explotación intensiva y masiva del cuy, la nutrición es uno de los factores más importantes a considerar, por lo tanto, es indispensable conocer los requerimientos nutritivos (Biblioteca "La Chacra", 1987).

Etapa	P.C.%	E.D. kcal/kg.	Fibra Cruda %	Calcio %	Fósforo %
Gestación	18 – 20	2860	-	1,4	0,8
Lactancia	18 – 22	2860	-	1,4	0,8
Crecimiento	13 – 18	2900	6,18	1,2	0,6

**Cuadro 1.** Requerimientos nutricionales de los cuyes (PC = Proteína cruda, ED =Energía digestible; Moreno, 1980; Correa, 1985)

### Alimentos utilizados

**Harina de Qañawa.** Lascano (1976), en su análisis químico demostró que el grano de qañawa contiene un alto porcentaje de proteína (18%), con proporciones óptimas de aminoácidos esenciales. En comparación con la quinua, la qañawa no muestra la presencia de saponina, por lo cual la preparación del balanceado es aceptable.

**Clasificación de la Qañawa.** Paredes (1966) realizó una clasificación en base al crecimiento de la planta, color del grano y del follaje. Su clasificación reconoció cuatro grupos principales:

Saihua kañiwa: crecimiento recto, grano castaño

Saihua ccoito: crecimiento recto, grano negro

Lasta kañiwa: crecimiento ramificado, grano castaño

Lasta ccoito: crecimiento ramificado, grano negro

**Descripción de variedades.** Las variedades Lasta presentan un hábito de crecimiento con ramas laterales decumbentes que alcanzan la altura de las ramas centrales; no están diferenciadas con un tallo principal como en el caso de la quinua que es del mismo género. Debido a esta forma de crecimiento y desarrollo morfológico, las plantas tienden a una mayor cobertura de la superficie causando competencia entre plantas aledañas afectando su desarrollo vegetativo. Estas características morfológicas pueden explicar, de alguna manera, el bajo rendimiento de grano en las variedades Lasta.

Las variedades Saihua son de hábito de crecimiento recto con ramificaciones paralelas al tallo principal y no diferenciado. Sus ramas son más delgadas y sus hojas basales se caen cuando llegan a su madurez fisiológica. En el tercio superior mantienen mayor número de hojas y las flores están cubiertas de grandes brácteas dentro de las cuales se desarrolla hasta la formación del fruto, tal como indican García (1973), Paredes (1966) y Calle (1980).

**Maíz amarillo.** Cañas (1995) afirma que el maíz está considerado como uno de los mejores cereales para la alimentación si se aprovechan sus ventajas y se corrigen sus deficiencias de lisina y triptófano en la proteína. Contiene 88% de materia seca, 8,9% de proteína, 2,90% de fibra cruda, 1,5% de cenizas, 0,25% de fósforo

Determinación %	Integral	Harina	Moyuelo	Afrecho
Humedad	10,90	9,60	8,03	10,10
Cenizas	3,40	5,28	3,18	3,30
Proteínas	15,23	13,10	9,70	11,40
Fibras	3,85	3,80	3,65	6,70
Grasa	8,04	8,63	9,44	5,60
Carbohidratos	58,58	59,59	66,00	62,90
Fósforo	0,37	0,58	0,47	0,24
Potasio	0,16	0,24	1,18	0,17
Calcio	0,75	0,70	0,15	0,60

**Cuadro 2.** Análisis químico de los componentes del grano de qañawa obtenido en la molienda (García, 1973).

y 3,50% de extracto etéreo.

**Torta de soya.** Cañas (1995), indica que para la alimentación animal en el mercado mundial, la torta de soya es el suplemento proteico más importante. Se le prefiere por su contenido de proteína y lisina, ya que las tortas o afrechos son deficientes en metionina, tienen un contenido variable y generalmente bajo en lisina.

La torta de soya contiene 89% de materia seca, 44% de proteína cruda, 3,5% extracto etéreo, 7,30% de fibra cruda, 0,25% de calcio, 0,61% de fósforo, 6% de cenizas (Instituto de Servicios de Laboratorio de Diagnóstico e Investigación en Salud, SELADIS, citado por Limachi, 2000).

**Afrechillo de trigo.** Boada *et al.* (1985) indican que los afrechos y afrechillos de trigo contienen mayor proporción de proteínas y menor proporción que el salvado por lo que resultan ser más ricos en nutrientes digestibles. Contienen 89% de materia seca, 16,8% de proteína cruda, 4,2% de extracto etéreo, 8,2% de fibra cruda, 0,11% de fósforo, 0,76% de calcio y 0,2% de cenizas (Allen, 1994; citado por Cañas, 1995).

**Paja de trigo.** La paja de trigo es un subproducto de la industria molinera del trigo. Es la parte inferior del trigo y el producto más tosco y fibroso de todos los componentes del trigo que se constituye en paja de trigo. Según el Instituto de Investigaciones Químicas UMSA (2003), su empleo se justifica porque este ingrediente tiene alto contenido de fibra, 45,3%.

**Conchilla.** Boada *et al.* (1985) señalan que el carbonato de calcio, tanto mineral como artificial es prácticamente insoluble en agua, pero soluble en ácidos. El carbonato de calcio es un producto barato y de alta concentración. Entra o forma parte de las mezclas minerales y se suministra generalmente en combinación con el fósforo y la sal común.

**Sal común o cloruro de sodio.** Boada *et al.* (1985) indican que las raciones de los animales no suelen aportar las suficientes cantidades de sodio y cloro de ahí la necesidad de proporcionarles sal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Ubicación.** El presente trabajo de investigación se realizó en la zona de Ventilla, en la Granja Angorabol, ubicada a 35 km de la Ciudad de El Alto, en la Provincia Murillo, del Departamento de La Paz en Bolivia.

La altitud promedio de la zona es de aproximadamente 3.820 m.s.n.m., con una precipitación pluvial media anual de 473,7 mm y una temperatura media anual de 7,2 °C. Geográficamente se encuentra situada entre los paralelos 16° 33' y 16° 37' de latitud sur y los paralelos 68° 6' y 68° 11' de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

**Materiales.** Se utilizaron 24 cuyes seleccionados provenientes de una fase preexperimental que incluyeron: empadre, gestación y lactancia. Se usaron 12 machos y 12 hembras.

Los alimentos que se utilizaron fueron: polvillo de qañawa, maíz amarillo, torta de soya, afrechillo de trigo, paja de trigo, conchilla, sal común, y alfalfa en forma restringida con 50 g/cuy/día, sólo para cubrir los requerimientos de vitamina C.

Ingredientes	E.M. (Mcal/kg)	P.C.(%)	F.C.(%)	Ca (%)	P (%)
Maíz amarillo	3,18	7,98	2,08	0,02	0,28
Soya, torta	3,24	42	5,32	0,40	0,96
Trigo, afrechillo	2,78	8,50	5,73	0,22	0,93
Ca CO	0,00	0,00	0,00	0,36	0,00
P. qañawa	2,71	10,71	10,51	0,07	0,34
Paja de trigo	1,79	4,50	45,3	0,22	0,07

**Cuadro 3.** Análisis proximal de los insumos utilizados (EM = Energía Metabolizable, PC = Proteína Cruda, FC = Fibra Cruda, Ca = Calcio y P = Fósforo; Instituto de Investigaciones Químicas Universidad Mayor de San Andrés).

## Metodología

*Fase de crecimiento.* Se seleccionaron las crías provenientes de la fase preexperimental que incluyeron: empadre, gestación y lactancia, el destete se realizó a los 20 días de edad promedio.

El experimento contó con tres repeticiones formulando cada dieta para tres gazapos machos y tres gazapos hembras, con un total de 24 gazapos. De estos, 12 fueron machos y 12 hembras. Los animales se distribuyeron en pozas individuales de 40 x 45 x 50 cm.

*Actividades realizadas.* Pesaje y suministro de alimentos, pesaje de alimento rechazado, pesaje de los animales cada 7 días, tratamientos sanitarios según los casos, limpieza de las pozas cada 10 días.

## Metodología experimental

*Raciones.* El balanceo de las raciones alimenticias se preparó de acuerdo a los requerimientos nutricionales del cuy y a los análisis químicos de los insumos utilizados. Estos tuvieron un criterio porcentual, ya que el objetivo del estudio era determinar el nivel óptimo del polvillo de qañawa.

Los ingredientes utilizados en la preparación de las raciones fueron: afrechillo de trigo, torta de soya, polvillo de qañawa, maíz amarillo en forma de harina y paja de trigo para completar la deficiencia de fibra de las raciones. Para mejorar la palatabilidad, a todas las raciones se les agregó el 0.5% de sal común. La cantidad de alimento proporcionado dos veces al día, el 40% en la mañana y el 60% en la tarde fue del 10% de materia seca con relación al peso vivo.

**Análisis estadístico.** Para el análisis de datos se utilizó el diseño completamente al azar, con arreglo factorial, (Rodríguez, 1991) con dos factores de estudio:

Factor 1 = S: Sexo

Factor 2 = D: Dieta en estudio

El factor sexo con dos niveles de estudio: hembras y machos

El factor dieta con cuatro niveles de estudio de 40 %, 30 %, 20 %, y 0% de polvillo de qañawa.

*Tratamientos.* Se distribuyen de la siguiente forma:

T1: S1D1 = Macho con 0% de polvillo de qañawa

T2: S1D2 = Macho con 20% de polvillo de qañawa

T3: S1D3 = Macho con 30% de polvillo de qañawa

T4: S1D4 = Macho con 40% de polvillo de qañawa

T5: S2D1 = Hembra con 0% de polvillo de qañawa

Ingredientes	Dieta 4	Dieta 3	Dieta 2	Dieta 1
Maíz amarillo, grano	22,84	29,49	36,53	50,63
Soya, torta	28,27	28,72	29,89	32,16
Trigo, afrechillo	2,65	4,27	4,60	5,32
Ca CO	2,35	2,36	2,36	2,36
Polvillo de Qañawa	40	30	20	0
Paja de Trigo	3,53	4,16	4,86	6,40
Sal comun	0,5	0,5	0,5	0,5
Total	100,14	99,50	98,73	97,37

**Cuadro 4.** Proporción de ingredientes ofrecidos en el alimento balanceado en kilogramos

T6: S2D2 = Hembra con 20% de polvillo de qañawa

T7: S2D3 = Hembra con 30% de polvillo de qañawa

T8: S2D4 = Hembra con 40% de polvillo de qañawa

## Variables de respuesta

Ganancia de peso vivo total/cuy

Ganancia de peso vivo cuy/día

Consumo de alimento total/día

Consumo de alimento cuy/día

Índice de conversión alimenticia

Conversión alimenticia = Alimento consumido (materia seca)/

Incremento de peso

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuando se realizó el análisis estadístico para dieta, se obtuvo la mayor ganancia de peso diario en la D-4 con 6,38 g, y la menor ganancia de peso diario en la D-1 con 5,23 g. Eflío N., (1990), obtuvo 6,35 g de ganancia de peso diario para la dieta del 10% de pulpa de café y la menor ganancia de peso diario de 3,15 g para la dieta 40% de pulpa de café. Al comparar los valores anteriores, estos son relativamente inferiores a los obtenidos en el presente estudio.

Respecto al sexo, los animales machos obtuvieron 6,09 g de ganancia de peso diario y las hembras 5,61 g, resultando el peso de los machos superior en 0,48 g.

**Consumo de alimento total por cuy en gramos.** Al realizar el análisis estadístico para dieta, se obtuvo el mayor consumo de alimento total para la dieta D-3 (30% de polvillo de qañawa) con 2871,16 g, y el menor consumo fue la dieta D-1 (0% de polvillo de qañawa) con 2711,83 g. Este hecho demostró que el polvillo de qañawa tiene un sabor más agradable que la dieta comercial sin polvillo de qañawa.

Para esta variable, Cerna A., (1997), obtuvo el mayor consumo utilizando diferentes niveles de residuo de cervecera seco, en crecimiento y engorde de cuyes: 2153 g para el 15%, 2075 g

DIETA	PC % (*)	FC % (*)	(*)	Ca %	P %
D-4	18,15	10	2,86	1,00	0,50
D-3	18,18	10	2,87	1,00	0,50
D-2	18,22	10	2,88	1,01	0,50
D-1	18,29	10	2,91	1,01	0,50

**Cuadro 5.** Composición nutricional de las raciones

Variables	D-1 (0%)	D-2 (20%)	D-3 (30%)	D-4 (40%)	Macho	Hembra
Peso final (g)	641,49 a	647,99 a	672,44 a	724,99 a	699,13 a	644,33 a
Ganancia total (g)	366,49 a	394,66 a	430,49 a	446,66 a	426,49 a	392,66 a
Ganancia diaria (g)	5,23 a	5,64 a	6,15 a	6,38 a	6,09 a	5,61 a
Materia seca total (g)	2711,83 a	2724,66 a	2871,16 a	2864,33 a	2759,82a	2864,33a
Materia seca diaria (g)	38,74 a	38,92 a	41,01 a	40,91 a	39,43 a	41,19 a
Conversión alimenticia	7,51 a	7,01 a	6,74 a	6,45 a	6,61 a	7,25 a
Retribución económica B/C	1,48	1,52	1,50	1,53		

**Cuadro 6.** Efecto del nivel de polvillo de qañawa sobre la ganancia de peso, consumo de alimento en materia seca, conversión alimenticia, e ingreso económico. Letras diferentes indican diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ).

para el 30%, 2043 g para el 45%; en cambio, el 0% obtuvo un consumo de 1969 g.

Los valores anteriores son inferiores a los encontrados en el presente estudio porque el período del estudio fue menos (6 semanas) que el presente. El consumo diario fue relativamente mayor empleando residuo de cervecera seco con 49,05 g/día/cuy, respecto al presente estudio de 39,09 g/día/cuy.

**Consumo de alimento diario por cuy en gramos.** Cuando se realizó el análisis estadístico, se obtuvieron los siguientes resultados, para la dieta D-3: (30% de polvillo de qañawa) se obtuvo un consumo promedio de 41,01 g, y el menor consumo para la dieta D-1 (0% de polvillo de qañawa) 38,74 g.

Para la dieta variable, Cerna A., (1997), obtuvo 51.3 g de consumo diario para 15% de residuo de cervecera seco como el mayor consumo, y 16,9 g de consumo diario para 0% de residuo de cervecera seco como el menor consumo, demostrando el cuy la mayor preferencia en sabor del residuo de cervecera que el polvillo de qañawa.

Por otro lado, Efió N., (1990), obtuvo para los niveles el siguiente consumo de concentrado: 0% con 27,11, 10%, con 26,31, 20%, con 23,09, 30%, con 24,72 y 40% con 22,57 g/animal/día respectivamente. Estos valores resultaron ser inferiores a los obtenidos en el presente estudio en 11,63 g para la dieta D-1; 16,3 g para la dieta D-3 y 18,34 g para la dieta D-4, demostrándose que el sabor del polvillo de qañawa es mejor que el de la pulpa de café.

Para la variable sexo, las hembras consumieron 40,37 g/día/cuy y los machos 39,43 g/día/cuy, ligeramente superior el

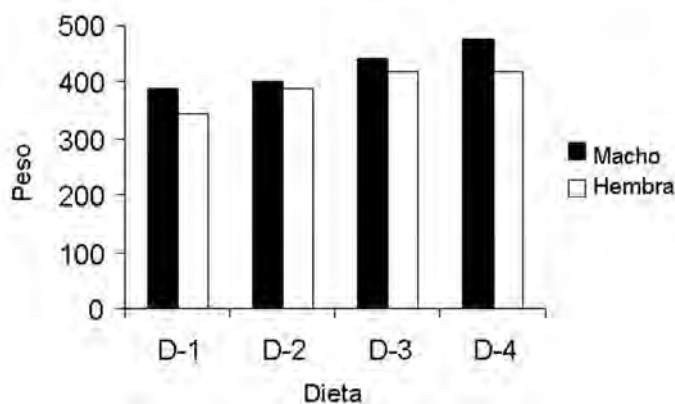
consumo de las hembras.

**Conversión alimenticia.** El análisis estadístico reflejó los siguientes resultados: para la dieta D-4 (40% de polvillo de qañawa) la conversión más eficiente fue de 6,45, y la menos eficiente fue en la dieta D-1 (0% de polvillo de qañawa) con 7,51, es decir, menor ganancia de peso en la dieta D-1, y similar consumo de alimento en la dieta D-4.

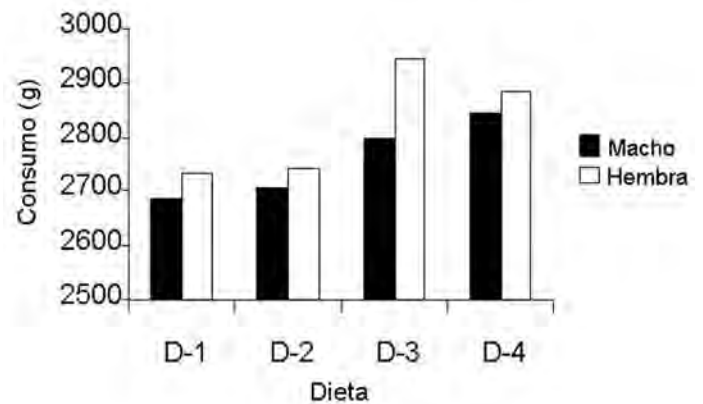
Para la variable dieta, Efió N., (1990), con pulpa de café se obtuvieron las conversiones alimenticias de 4,33, para el nivel 0%; 4,14, para el 10%, 5,79, para el 20%, 5,03 para el 30% y 7,18 para el 40%. Los valores anteriores son ligeramente más eficientes respecto a los obtenidos en el presente estudio, así la media general de la conversión alimenticia para la pulpa de café es de 5,29 y para el presente estudio es 6,93.

Para la variable sexo, los animales machos obtuvieron una conversión alimenticia de 6,61 y las hembras de 7,25, siendo los animales machos más eficientes que las hembras como lo menciona la bibliografía general.

**Evaluación económica.** La retribución económica (Bs[\*]/cuy engordado) se puede apreciar en el cuadro 6, considerando el precio de cada cuy a 12 Bs, y el costo de los alimentos en base al precio de los insumos al mes de febrero 2004. La producción por cuy vivo rindió una retribución económica cuyo valor más alto correspondió al nivel 40% (D-4), seguido por el nivel 20% (D-2), 30% (D-3) y el testigo 0% (D-1). Al comparar la dieta D-1 (control) con las otras dietas, puede observarse que la dieta D-4 fue superior en un 3%. Por tener una mayor composición de polvillo de qañawa



**Figura 1.** Ganancia de peso vivo total por cuy.



**Figura 2.** Consumo de alimento total por cuy en gramos.

el nivel más alto (D-3) contribuyó a bajar los costos de alimentación y rindió técnicamente como se demostró anteriormente.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos bajo las condiciones en las que se efectuó la evaluación condujeron a las siguientes conclusiones: Las mejores ganancias de peso correspondieron a los niveles 40%, con 446,66, 30%, con 430,49 y 20% con 366,49 g. El uso de polvillo de cañawa estimuló el consumo de alimentos en materia seca como se demuestra en los niveles 30% con 2.871,16; 40% con 2864,33 y 20% con 2724,66 g. Las conversiones alimenticias más eficientes se obtuvieron con los niveles 40% con 6,45; 30% con 6,74 y 20% con 7,01 respectivamente.

Se demostró que las mejores retribuciones económicas se obtuvieron con los niveles 40%, con 1,53; 20%, con 1,52 y 30% con 1,50. Al tomar en consideración todas las variables del estudio se concluyó que el polvillo de cañawa puede usarse como ingrediente en la dieta de los cuyes. Los niveles 40%, 20%, y 30% demostraron que los resultados obtenidos para crecimiento y engorde fueron positivos porque influyó el sabor agradable; también por su contenido proteico, energético y fibra.

## BIBLIOGRAFÍA

Aliaga, I. 1979. Producción de cuyes. Universidad Nacional del Cuzco del Perú, Huancayo, Perú. pp. 145–180.

Biblioteca de la Chacra. 1987. Producción y crianza del cuy. Editorial Mercurio. pp. 192.

Boada, et al. 1985. Nutrición y alimentación animal. Tomo I. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Habana, Cuba. pp. 22–229, 251–256, 279–281 y 329–335.

Calero del Mar, B. 1993. Introducción a la cunicultura, Editorial Garcilazo S.A. Cuzco, Perú. pp. 280.

Calle, Ch.E. 1980. Morfología y variabilidad de la cañahua cultivada en el altiplano boliviano. Cochabamba, Bolivia. Colección en agricultura. Santiago, Chile. pp. 241–242, 264–265, 507–509.

Cañas, R. 1995. Alimentación y nutrición animal. Universidad Católica de Chile.

Cerna A. 1997. Evaluación de cuatro niveles de residuo de cervecera seco en el crecimiento–engorde de cuyes. INIA, Perú.

Correa, R. 1985. Producción de cuyes. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

García, G. M. 1973. Estudio químico de la cañahua. Ministerio de Agricultura del Perú.

Elio, N. 1990. Evaluación de la pulpa de café en raciones balanceadas para crecimiento– engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Medicina Veterinaria, Lambayeque, Perú.

Lascano, J. 1976. Cariotipo y poliploidea en cañahua. En Convención Internacional del Chenopodiaceae Quinua–Cañahua.

Limachi, F. 2000. Evaluación de cuatro niveles de cebada hidropónica en la alimentación de cobayos. Tesis U.M.S.A., Facultad de Agronomía. La Paz.

Moreno, E. 1980. Cuyes. Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento de Producción Animal. Producción de Animales Menores. Lima, Perú. pp. 130.

Mori, M. 1988. Utilización de la cáscara de cacao en la alimentación de cuyes. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Medicina Veterinaria, Lambayeque, Perú.

Paredes, A. 1966. Estudio agrobotánico de la cañahua. Tesis. Universidad Nacional de San Antonio Abad. Cuzco, Perú.

Rico, E. 1994. Alimentación de cuyes. Editorial Proyecto Mejocuy. Cochabamba, Bolivia. pp. 8–10.

Rodríguez, J. 1991. Métodos de investigación pecuaria. Editorial Trillas. México D.F. pp. 100–106.

SINSAAT e INE. 2000. Sistema Nacional de Seguimiento de la Seguridad Alimentaria y Alerta Temprana e Instituto Nacional de Estadística. Boletines informativos al público en general.

# Relación entre la anemia, el consumo de hierro y la parasitosis intestinal en niños menores de cinco años pertenecientes a las etnias indígena, mestiza y negra de Imbabura, 1999

Ramiro Patricio Paguay Ruiz\*†  
Asesorado por Carlos Vélez†

\*Autor correspondiente

†Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica del Norte, Ecuador

## RESUMEN

La presente investigación se realizó con el propósito de obtener información actualizada sobre la prevalencia de anemia, su relación al consumo de hierro y la parasitosis intestinal en niños menores de cinco años pertenecientes a las tres etnias del área rural de Imbabura. La muestra la constituyeron 421 niños (157 indígenas, 126 mestizos y 138 negros) a los cuales se les realizaron exámenes de sangre para determinar sus niveles de hemoglobina y hematocrito, y establecer la prevalencia de anemia. El consumo de hierro fue definido mediante el análisis químico de alimentos, y la parasitosis intestinal a través del examen coproparasitario. Los resultados mostraron que la prevalencia de anemia es mayor entre la etnia negra. El consumo de hierro promedio es bajo, en especial entre los indígenas y los negros. Además, la parasitosis intestinal es muy alta entre los niños con anemia. Basado en estos resultados, se recomendó implementar campañas de desparasitación y suplementación de hierro, acompañadas por capacitaciones sobre las consecuencias de padecer anemia y el consumo de alimentos ricos en hierro. También se recomendó promover proyectos agropecuarios, especialmente en las etnias indígena y negra.

## SUMMARY

The present investigation was performed with the purpose of obtaining updated information about the prevalence of anemia and its relationship to iron consumption and the presence of intestinal parasites in children under five years of age from three ethnic groups of the rural area of Imbabura. The sample was constituted by 421 children (157 Indians, 126 Mestizos, and 138 blacks) to whom blood tests were performed to determine their levels of hemoglobin and hematocrit to establish the prevalence of anemia. Iron consumption was defined through chemical analyses of food, and the presence of intestinal parasites through the coproparasitology test. The results showed that the prevalence of anemia is higher within the black ethnicity. The average iron consumption is low, especially among Indians and blacks. In addition, the presence of intestinal parasites is very high among children with anemia. Based on these results, we recommended the implementation of campaigns for deparasitation and iron supplementation, accompanied by workshops/lectures about the consequences of anemia and the consumption of foods that are rich in iron. We also recommend the promotion of agricultural projects, especially among the Indian and black ethnicities.

## INTRODUCCIÓN

En Ecuador se han realizado varios estudios para determinar la prevalencia de anemia entre la población; sin embargo, estos estudios no reflejan la verdadera magnitud de esta enfermedad. La anemia es considerada un problema de salud pública ya que estas investigaciones corresponden a sectores urbanos y urbano-marginales. No obstante, estos estudios no cubren lugares específicamente rurales en donde la atención es muy deficiente, y en determinados casos nula. Esta falta de atención es debida principalmente al difícil acceso a zonas rurales y a la falta de recursos económicos de las instituciones gubernamentales.

El presente trabajo, que fue realizado en coordinación con la Escuela de Nutrición y Dietética de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Técnica del Norte, ciudad Ibarra provincia de Imbabura y el apoyo del Benson Agriculture and Food Institute, está aplicado a las comunidades rurales indígenas, mestizas y negras de Imbabura. Se tomó en cuenta a los niños menores de cinco años por ser un grupo poblacional en constante riesgo de sufrir anemia debido a un consumo deficiente de hierro y a la presencia de la parasitosis intestinal.

El objetivo principal de este estudio fue obtener información actualizada, la cual permitirá una mejor orientación de los diferentes programas y proyectos de salud y nutrición que se implementan en Imbabura.

**La anemia.** Se entiende por anemia a un trastorno en el que el número de eritrocitos, la concentración de hemoglobina, o ambos se sitúan por debajo de los valores normales para una población dada (Whaley, 1995).

**La anemia ferropénica.** La anemia ferropénica se presenta cuando la población de hematíes es hipocrónica y microcítica debido a una síntesis defectuosa o deficiente del hem o de la globina. La carencia de hierro ha sido identificada como la causa principal de la anemia nutricional en el mundo. En Ecuador, se estima que por cada caso de anemia existen de uno a dos casos con deficiencia subclínica de hierro.

La aparición de una anemia ferropénica es probable durante los primeros dos años de vida si el hierro de la dieta es inadecuado para las demandas de un crecimiento rápido. (Casanueva Esther, 1995)

**Etiología.** La presencia de anemia por un consumo deficiente de hierro puede deberse a varios factores. Entre estos hay factores nutricionales en donde los requerimientos de hierro están relacionados con la edad, sexo y estado fisiológico de un individuo. Una disminución en la absorción de hierro es otro factor debido al escaso contenido de hierro en la dieta o a la biodisponibilidad de este. (Restrepo Alberto, 1990)

Las cantidades de hierro que se excretan por las heces y la orina son pequeñas; sin embargo, la pérdida de hierro se vuelve

considerable ante cualquier tipo de sangrado. La parasitosis intestinal también juega un papel importante en el desarrollo de anemia, existiendo una relación entre la severidad de la infección y la magnitud de la anemia.

**Diagnóstico.** La deficiencia de hierro y su posterior desarrollo hacia la anemia se puede diagnosticar mediante tres tipos de evaluaciones: clínica, dietética y bioquímica. Las dos primeras sugieren la presencia de anemia mientras que la tercera puede diagnosticarla claramente. La evaluación clínica ayuda a identificar las causas primarias de la anemia, tales como la presencia de parásitos, pérdidas crónicas de sangre o a través de signos y síntomas como la palidez palmar o de las conjuntivas. Si existe una sospecha de deficiencia de hierro, es importante conocer el contenido de este mineral en la dieta. En estos casos se realiza una evaluación dietética a través de un recordatorio de 24 horas seguido por un análisis químico. Luego se determina si la dieta cumple con las cantidades necesarias de hierro en forma general. La evaluación bioquímica utiliza exámenes de laboratorio cuyos resultados, en relación a las evaluaciones clínicas y dietéticas, indican una deficiencia de hierro o anemia.

Generalmente, en estudios poblacionales de prevalencia de anemia, los indicadores bioquímicos utilizados son los niveles de hemoglobina y hematocrito. Económicamente, estos indicadores son los más aceptables.

**Consecuencias.** La deficiencia de hierro es la alteración nutricional más frecuente en la infancia; es prevalente en los niños que tienen entre uno y tres años de edad (Asociación Mexicana de Pediatría, 1996).

En los niños con deficiencia de hierro y anemia se ha detectado un deterioro en la capacidad de atención y de aprendizaje. También demuestran apatía, irritabilidad y una resistencia débil en contra de infecciones.

**Consumo de hierro.** El hierro de la dieta existe en dos formas diferentes: el hierro hem y el hierro no hem. El primero está presente en los alimentos de origen animal. Este tiene una biodisponibilidad elevada; se absorbe del 20 al 30%. La absorción del hierro de origen animal es relativamente independiente de la combinación de alimentos y está ligeramente influida por el estado nutricional de las personas. El hierro no hem está presente en los alimentos de origen vegetal, tales como algunos cereales, legumbres y las hortalizas de color verde. Estas últimas constituyen el aporte principal alimentario de hierro en la población de Ecuador. La absorción del hierro de origen vegetal varía y depende del tipo de comida consumida. Esta absorción es favorecida cuando el hierro se consume con alimentos ricos en vitamina C, la cual es abundante en frutas de color amarillo.

**Parasitosis intestinal.** La parasitosis intestinal es una patología que frecuentemente está relacionada con la deficiencia de nutrientes; está especialmente asociada con la presencia de anemia debido a que los parásitos se alimentan de glóbulos rojos provocando sangrados. Además, compiten con el huésped o entre sí por los diferentes nutrientes, incluyendo el hierro. Los parásitos más frecuentes y relacionados con la deficiencia de hierro, y su posterior desarrollo hacia la anemia en Ecuador, son las uncinarias, los

ascaris, los tricocéfalos, las amebas y las giardias. (Astudillo, 1985)

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Universo.** El universo del presente estudio fueron los niños menores de cinco años del área rural de Imbabura pertenecientes a las etnias indígena, mestiza y negra.

**Muestra.** Al inicio de este estudio, no existía información actualizada sobre el número de niños menores de cinco años en la población ni se sabía su residencia. Esta falta de información dificultó la obtención de una muestra de niños. Por lo tanto, se decidió tomar una muestra de familias para poder llegar a los menores de edad. Para determinar el tamaño de la muestra, se consideraron los siguientes aspectos:

1. El número de comunidades rurales de Imbabura. A través de un muestreo aleatorio simple se obtuvieron 45 comunidades, las cuales se clasificaron de acuerdo a su etnia.
2. El número de familias participantes en el estudio se determinó a través de la siguiente fórmula estadística (Cabrera, 1995):

$$n = \frac{Z^2 p q N}{Ne + Z^2 p q}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

Z = 2,05, según la tabla de distribución para el 96% de confianza e = 4%, error de la muestra (el valor relativo para la fórmula es 0,04)

N = 28463, número de familias

p = 70%, probabilidad a favor (el valor relativo para la fórmula es 0,7)

q = 30%, probabilidad en contra (el valor relativo para la fórmula es 0,3)

Luego de aplicar la anterior fórmula, se obtuvieron 541 familias para encuestar. La distribución de estas familias se puede observar en el cuadro 1.

Para recolectar la información relacionada a la prevalencia de anemia, se estructuró un cuestionario en el cual se registró información sobre la duración de la lactancia materna, signos clínicos y bioquímica sanguínea en los niños, y el conocimiento general sobre la anemia por las madres de familia en las tres etnias.

La prevalencia de anemia se determinó en base a los valores de hemoglobina y hematocrito encontrados y corregidos de acuerdo a la altura, según la tabla utilizada por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador sobre corrección de hemoglobina por altitud. El cálculo del consumo de hierro en los niños fue definido a través del análisis químico de los alimentos que compone la dieta familiar en el programa CANASTA de OPS/INCAP 1992. El prome-

Etnia	No. de Comunidades	No. de Familias
Indígena	20	240
Mestiza	12	144
Negra	13	156
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>540</b>

**Cuadro 1.** Distribución de la muestra por etnia según el número de comunidades y familias

dio del consumo de hierro fue comparado con las recomendaciones del Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Para el porcentaje de adecuación de este mineral se utilizó la siguiente fórmula:

La parasitosis intestinal se determinó a través de exámenes

$$\% \text{ de Adecuación} = \frac{\text{Hierro Consumido}}{\text{Necesidades de Hierro}} \times 100$$

coproparasitarios. El cruce de variables se realizó con el programa EPI-INFORV 6.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Prevalencia de anemia.** La prevalencia de anemia total en los niños menores de cinco años del área rural de Imbabura fue de 63.6%. El mayor porcentaje de anemia se encontró en la etnia negra con 23.7%, seguida por la indígena con el 23.5%. La etnia mestiza tuvo el menor porcentaje de anemia con el 16.4% (Figura 1).

Al relacionar la anemia por grupos de edad, el mayor porcentaje se encontró en los niños entre 48 y 59 meses de edad con el 24.2%, siendo la etnia indígena la más afectada. De todos los niños anémicos, el 27.7% se encontró entre los 2.501 y 3.000 metros de altura sobre el nivel del mar.

El promedio de hemoglobina en los indígenas fue de 12.24g/dl con un porcentaje de hematocrito de 38.42%. En los mestizos, el promedio de hemoglobina fue de 11.5g/dl con un porcentaje de hematocrito también de 35.72%. En la etnia negra se presentó el promedio más bajo de hemoglobina con 10.72 g/dl y un porcentaje de 31.78% de hematocrito.

Los signos clínicos más predominantes en los niños con anemia fueron la palidez de las conjuntivas, presentes en el 34.3% de los niños, la palidez palmar con el 13.3% y la presencia simultánea de los dos anteriores con el 18.7%.

**Consumo de hierro.** El consumo de hierro promedio en los niños del presente estudio fue de 9.4 mg/día con un porcentaje de adecuación del 94%. El mayor promedio del consumo de hierro se presentó en la etnia mestiza con 10.1 mg/día, seguida por la etnia indígena con 9.3 mg/día y la etnia negra con 9 mg/día. Entre los niños anémicos, el consumo de hierro promedio fue 9.2 mg/día en

GRUPO DE ALIMENTOS	ETNIA		
	Indígena	Mestiza	Negra
Cereales	Maíz, trigo, quinua, cebada	Maíz, morocho, trigo, cebada.	Morocho, maíz
Leguminosas	* Fréjol, habas, arveja	Fréjol, arvejas	** Fréjol silvestre,
Tubérculos	Papa	Papa, yuca, camote	Yuca, camote
Hortalizas	Cebolla blanca, tomate riñón, remolacha	Tomate riñón, cebolla blanca, pimiento, pepinillo	Tomate riñón, pimiento, pepinillo, vainita, cebolla blanca, lechuga
Frutas	Tomate de árbol	Caña de azúcar, tomate de árbol, mora y plátano, papaya, naranjilla	Caña de azúcar, papaya, plátano, melón, mora, piña.

**Cuadro 2.** Alimentos que se producen, consumen en mayor frecuencia y que sirven como base de la dieta familiar. Fuente: Encuestas de Producción, Disponibilidad y Consumo de Alimentos. Egdo. Diego Rubio L.

la etnia mestiza, 8.8 mg/día en la etnia indígena y 8.7 mg/día en la etnia negra.

Los principales alimentos que se producen, consumen en mayor frecuencia y que sirven como base de la dieta familiar se detallan en el cuadro 2.

A nivel familiar dentro de la parte pecuaria en las tres etnias existe la crianza de ganado porcino, vacuno, ovino y caprino. Según el análisis químico de la dieta familiar por etnia quien presenta una dieta variada y algo equilibrada es la etnia negra con un aporte de 2586 kcal, luego la etnia indígena 2709 kcal y la etnia mestiza con 2697 kcal.

**Parasitosis intestinal.** El 90.2% de los niños en las tres etnias presentó parasitosis intestinal, 58.4% de los cuales también exhibió anemia (Figura 2). De estos, el 66.1% pertenecía a la etnia negra, el 56.8% a la indígena y el 48.8% a la mestiza.

**Conocimiento sobre anemia.** El desconocimiento sobre la anemia por parte de las madres de niños menores de cinco años con anemia, de Imbabura, es muy alto. Cuando se realizó este estudio, el 44% de las madres de la etnia indígena no poseía conocimiento sobre la anemia. Este valor fue menor entre las etnias mestiza y negra con el 28.2% y el 23.5%, respectivamente.

En el presente estudio se observó que la mayor prevalencia de anemia se encuentra entre la etnia negra a pesar de que esta presenta el porcentaje más bajo de desconocimiento sobre esta enfer-

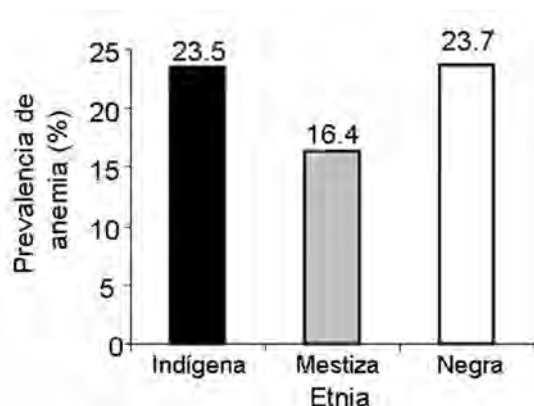


Figura 1. Prevalencia de anemia por etnia.

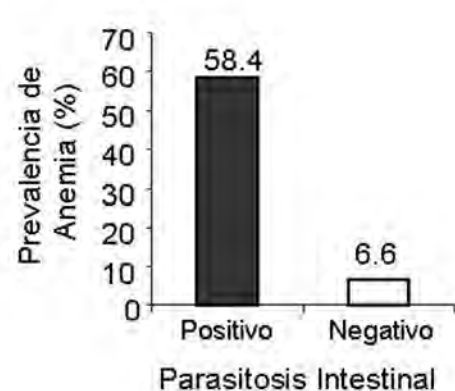


Figura 2. Prevalencia de anemia en niños con parasitosis intestinal.

medad. Este resultado indica que las campañas de educación implementadas en este sector no han causado ningún efecto en esta población.

Uno de los signos más frecuentes en los niños con anemia fue la palidez palmar, que está sujeta al clima del lugar, ya que este signo se hace más frecuente en climas fríos.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En general, la prevalencia de anemia para este grupo de preescolares (de 6 a 59 meses de edad) es del 63.6%. De acuerdo a criterios epidemiológicos, esta prevalencia se clasifica como grave, ya que su valor es mayor que el 40%. Tomando en cuenta que el presente estudio diferenció los resultados étnicamente, se detectó que la raza negra presenta la prevalencia de anemia más alta. Aunque las tres etnias presentaron porcentajes diferentes de acuerdo al grupo de edad, todas mostraron un carácter ascendente: A mayor edad la prevalencia de anemia aumentó, siendo los niños entre 48 y 59 meses de edad los más afectados.

En cuanto a la altura, 51% de los niños afectados se encontraron entre los 2501 y 3000 metros de altura sobre el nivel del mar.

Al relacionar la altura con la presencia de anemia y por etnias el 51% de los niños y niñas de la etnia indígena presenta anemia entre los 2501 y 3000 metros; en la etnia mestiza el 29.4% de los niños y niñas presentan anemia entre los 2001 y 2500 metros de altura; y en la etnia negra el 31.2% de los niños y niñas presentan anemia entre los 1501 a 2000 metros de altura sobre el nivel del mar, lo cual demuestra que a mayor altura es más alta la prevalencia de anemia.

El promedio más bajo de hemoglobina (10.8 g/dl) se observó entre la etnia negra, sugiriendo que los niños de esta población tienen un riesgo mayor de padecer anemia. Además, también se observó que el consumo de hierro entre esta etnia y la indígena es deficiente. El promedio del consumo de hierro en los niños menores de cinco años de las tres etnias del área rural de Imbabura fue de 9.4 mg/día con un porcentaje de adecuación de 95%.

Semiológicamente, los niños con anemia presentaron la palidez palmar y de las conjuntivas como el primer signo clínico de anemia. También se observó que la anemia se relaciona estrechamente con la parasitosis intestinal; el 90.2% de los niños de Imbabura tiene parásitos, de los cuales el 58.4% presenta anemia.

Este estudio también demostró una correlación entre el 51% de madres de familia que desconocen qué es la anemia con los bajos niveles del consumo promedio de hierro (9.5 mg/día) y con la alta prevalencia de anemia.

Dados los resultados del presente estudio, se recomienda mejorar la atención de los Centros y Sub-Centros de Salud a través de la organización de brigadas médicas multidisciplinarias que acudan con mayor frecuencia a las comunidades rurales de difícil acceso. Además, los organismos encargados de la salud de los ecuatorianos deberían implementar campañas de desparasitación infantil por lo menos dos veces al año. Estas campañas deberán ser previas a la aplicación de programas de suplementación, enriquecimiento o fortificación de alimentos con hierro en las tres etnias.

También se recomienda promover proyectos agropecuarios en coordinación con la Escuela de Agroindustrias de la Universidad Técnica del Norte, con énfasis en el cultivo de alimentos ricos en

hierro. Además, a través de la Extensión Universitaria y el Trabajo Comunitario que realizan los estudiantes de Nutrición y Dietética, se puede capacitar a los padres y madres de familia, niños y profesores de las escuelas de las comunidades indígenas y negras sobre la anemia. En esta capacitación se deberán incluir temas tales como las consecuencias de sufrir de anemia y como prevenirla con un consumo adecuado de alimentos con alto contenido en hierro, la importancia de la lactancia materna, una adecuada alimentación complementaria en los niños menores de seis meses, primeros auxilios e higiene personal y comunitaria.

## BIBLIOGRAFÍA

Asociación Mexicana de Pediatría. 1996. Temas de Pediatría. Editorial Interamericana McGraw Hill, México.

Astudillo, C., Astudillo, F. 1985. Clínica Parasitológica, Primera Edición. F.C.M-U.C.E, Quito, Ecuador.

Cabrera, C.M., Jaramillo, J. L. 1995. Estadística Inferencial. Editorial Universidad Técnica Particular de Loja. Loja, Ecuador.

Cunsminsky, M. 1986. Manual de Crecimiento y Desarrollo. Editorial OPS/OMS, Washington D.C., EE.UU.

Ekhard, E., Ziegler, Filer L.J. 1997. Conocimientos Actuales sobre Nutrición. Séptima Edición. Editorial OPS/OMS, Washington D.C., EE.UU.

Olivares, S., Andrade, M. 1995. Manejo de Proyectos de Alimentación y Nutrición en Comunidades, Guía Didáctica. FAO, Roma, Italia.

Fierro, R., López, R., López, P., Acosta, M., Rodríguez A., Álvarez, M., Samayoa, C., Rivadeneira, M. 1995. Programa Integrado para el Control de las Principales Deficiencias de Micronutrientes en el Ecuador. Ministerio de Salud Pública del Ecuador, Quito, Ecuador.

Restrepo, A. 1990. Fundamentos de Medicina, Hematología. Cuarta Edición. Editorial PALTEX, Washington D.C., EE.UU.

Whaley, Wong, D.L., 1995. Enfermería Pediátrica. Cuarta Edición. Editorial Mosby/ Doyma Libros. Barcelona, España.

# Valores de referencia de serie roja en personas sanas de 15 a 60 años de edad que habitan entre 1700 a 1850 metros de altitud sobre el nivel del mar (m.s.n.m)

María Eugenia Quispe Nina\*†

Asesorada por Moisés Zavaleta Castro† y José Luis Oblitas†

\*Autor correspondiente

†Universidad Católica Boliviana, Unidad Académica Campesina de Carmen Pampa, Bolivia

## RESUMEN

Los valores de eritrocitos, hemoglobina y hematocrito en el cuerpo son importantes en los diagnósticos de diferentes tipos de anemia. Estos valores varían dependiendo de la altura en la que se encuentra una población. En la población boliviana del sector Nor Yungas-Coroico, ubicada entre 1700 y 1850 metros sobre el nivel del mar (msnm) se han observado signos de anemia entre los habitantes. Sin embargo, esta población no cuenta con los valores de referencia necesarios para hacer un diagnóstico concreto. Además, se debe tener en cuenta que la condición geográfica, como la altura, puede resultar en procesos fisiológicos que condicionan a una disminución de los valores de referencia promedio. Ante esta situación se realizaron estudios para definir dichos valores. Los resultados mostraron valores que no fueron comparables para dicha altura de acuerdo a los valores indicados por el Departamento de Hematología del Instituto Boliviano de Biología de Altura (IBBA). Dichos resultados indican que pueden existir otros factores que influyen la variación de los valores de serie roja. No obstante, es posible que los valores encontrados realmente correspondan a esta altura. Estos estudios motivaron la presente investigación, cuyo objetivo principal fue aportar valores de referencia de serie roja para personas sanas de 15 a 60 años de edad que habitan entre 1700 y 1850 msnm, para validar el diagnóstico de varios tipos de anemia dentro de esta población y determinar su gravedad y naturaleza.

## SUMMARY

The values of erythrocytes, hemoglobin, and hematocrits in the body are important in the diagnosis of different types of anemia. These values vary depending on the altitude of a given community. Signs of anemia have been observed among the people that reside in the Bolivian community of the Nor Yungas-Coroico sector, located between 1700 and 1850 meters above sea level. Nevertheless, this community does not possess the necessary reference values in order to make a concrete diagnosis. Furthermore, we have to take into account geographic conditions such as altitude, since it may result in physiological processes that may condition a decrease in the average reference values. Given this situation, studies were performed to define the above mentioned values. The results showed values that are not comparable for such an altitude according to the values indicated by the Hematology Department of the Bolivian Institute of High Altitude Biology (Departamento de Hematología del Instituto Boliviano de Biología de Altura – IBBA). Those results indicate that other factors may exist that influence the variation of the values of red series. Nevertheless, it is possible that the values found truly correspond to this altitude. These studies motivated the present investigation, whose main objective is to contribute with reference values of red series for healthy people from 15 to 60 years of age and that live between 1700 and 1850 meters above sea level in order to validate the diagnosis of several types of anemia within the community and determine its severity and nature.

## INTRODUCCIÓN

Dentro del eritrocito, la hemoglobina cumple la función básica en el organismo de transportar oxígeno desde los pulmones hasta los demás tejidos del cuerpo. Este transporte depende de la capacidad de la hemoglobina para interactuar con el oxígeno, del número de eritrocitos y de la cantidad de hemoglobina disponible.

El mantenimiento óptimo de la cantidad de eritrocitos, hemoglobina y hematocrito requiere un mecanismo de regulación que permita ajustes para compensar por los cambios que ocurren por procesos fisiológicos, tales como el cambio en altura y patológicos. El sensor de estos mecanismos está localizado en el riñón. Su estímulo es una baja Presión Parcial de Oxígeno ( $PO_2$ ) en el tejido renal causado por grandes altitudes y anemias. Esta baja  $PO_2$  induce la producción de eritropoyetina, una hormona glicoproteica que estimula la producción de eritrocitos. La eritropoyetina entra al torrente sanguíneo y es transportada a la médula donde actúa sobre los precursores causando estallido, proliferación, diferenciación y aumento de serie eritrocitaria; acelera su maduración, acorta el ciclo mitótico y lanza las células precozmente a la circulación (Cuellar et al., 1998). El aumento de hemoglobina es de 1 g/dl por cada 3 o 4 puntos de disminución en la saturación de oxígeno arterial (Shillman, 1998). Cuando se eleva la presión parcial de oxígeno en el tejido renal, los sensores registran este

aumento y se suspende la producción de eritropoyetina y, por lo tanto, de eritrocitos (Cuellar et al., 1998).

La eritropoyetina requiere la cooperación de otros elementos. Entre estos está la vitamina B12, que es esencial en la formación de ADN; la falta de esta produce maduración y divisiones nucleares insuficientes en las células e inhibe la producción de eritrocitos. El ácido fólico, al igual que la vitamina B12, se requiere en la formación de ADN. La eritropoyetina también requiere hierro para la proliferación, desarrollo y maduración de los eritrocitos. La síntesis de hemoglobina depende del aporte de hierro; la deficiencia de este elemento causa una limitación en la proliferación celular.

La producción de eritrocitos inducida por la eritropoyetina comienza durante la exposición aguda (entre 3 a 5 días) a alturas mayores de 1.500 msnm; se hace palpable después de dos semanas. El origen de esta producción es el estímulo que realiza la hipoxia al nivel renal y llega al punto máximo aproximadamente al mes. El volumen plasmático permanece disminuido durante aproximadamente dos meses hasta que el cuerpo recupera la homeostasis (Charchabal, 2005).

Cuando se desciende a baja altura, la producción de hematocritos disminuye significativamente durante las primeras 24 horas. Esta disminución es progresiva hasta el quinceavo día, momento en el cual todavía conserva un valor superior a lo normal.

A la tercera semana de aclimatación a baja altura, las concentraciones de hemoglobina y de glóbulos rojos descienden de manera comparable. Los índices hematimétricos no sufren ningún cambio (Coudert, 1979).

La edad es otro aspecto fisiológico que afecta los valores de serie roja en un individuo. Hasta la pubertad, los valores en ambos sexos son iguales a los de las mujeres adultas. Una vez que se entra a la edad adulta, la sangre de las mujeres experimenta ligeras modificaciones. En cambio, en los varones sobreviene un rápido aumento en el recuento eritrocítico, la concentración de hemoglobina y el volumen globular (Wintrobe, 1969). Muchas investigaciones han hallado que después de la sexta década de la vida hay un descenso en los valores de serie roja en individuos de ambos sexos.

La elevación de estas cifras también se debe al efecto estimulador de andrógenos sobre los precursores eritroides, y por lo tanto causa diferencias entre los dos sexos (Shillman, 1998). El recuento eritrocitario y de hematocrito también tiende a elevarse en los individuos de mayor peso y estatura (Wintrobe, 1969).

El ejercicio contribuye al mantenimiento de un sistema hemapoyético eficiente. Se ha demostrado que en personas deportistas los valores sanguíneos son superiores a lo normal. En varones a menudo se observa una cuenta de eritrocitos de 5.5 millones por mm<sup>3</sup> mientras que las personas asténicas generalmente tienen una cuenta de 4.5 millones por mm<sup>3</sup> (Goyton, 1987). Sin embargo, el ejercicio demasiado intenso produce destrucción de eritrocitos, y a su vez estimula la eritropoyesis. Se ha comprobado que después del ejercicio intenso, existe una reducción de cuenta eritrocitaria que se normaliza con el reposo (Wintrobe, 1969).

Algunos estudios han descrito diferencias en los valores de serie roja causados por otros factores tales como el clima y la temperatura. En general, se han observado valores reducidos en las épocas calurosas.

Wintrobe (1969) menciona en su texto que la falta de color rozagante en las mejillas de personas que residen en regiones tropicales y subtropicales condujo a la impresión que el clima tropical produce una anemia fisiológica. Posteriormente se demostró que este concepto es incorrecto, ya que en esos climas la sangre de los individuos contiene valores iguales o mayores de eritrocitos y cantidades similares de hemoglobina a los que residen en zonas templadas.

La mayoría de los laboratorios que han proveído esta información disponen en la actualidad de instrumentos automáticos

(Technicon, TOA, y Coulter Electronics) que permiten medir la cantidad de eritrocitos, la concentración de hemoglobina y la concentración de hematocrito más sus características morfológicas. El nivel de confiabilidad de estos instrumentos es de 95% (Shillman, 1998).

Las diversas investigaciones explican la disminución de la presión barométrica progresiva conforme se sube a mayores altitudes. La PO<sub>2</sub> del aire atmosférico disminuye, por lo tanto la PO<sub>2</sub> alveolar y en la sangre arterial también se reduce. Estas reducciones resultan en una saturación de deoxihemoglobina, dando lugar a una hipoxia. Como respuesta, aumentan los valores de serie roja y altera otros factores que facilitan el transporte de oxígeno.

Cuando se prolonga la estadía en altitud se producen una serie de adaptaciones fisiológicas en el organismo, algunas iniciadas desde el primer momento y otras de aparición tardía encaminadas a compensar la menor presión de O<sub>2</sub> en el aire inspirado.

Las publicaciones por el Departamento de Hematología del Instituto Boliviano de Biología de Altura (IBBA) indican que los valores de serie roja para la altura de la ciudad de La Paz son superiores a los valores encontrados al nivel del mar (Santa Cruz). Sin embargo, para la altura de Coroico existe un estudio realizado en 1997 efectuado en 184 adultos sanos que muestra valores de hemoglobina y hematocrito inferiores a los valores promedio de Santa Cruz. Esta es la razón que condujo a determinar con más claridad las influencias que ejercen los diferentes factores ya mencionados sobre los valores de referencia y eliminarlas.

Se tomaron en cuenta los datos de La Paz y Santa Cruz para comparar nuestros resultados e interpretar las posibles diferencias. Coroico es la primera sección de la provincia Nor Yungas del departamento de La Paz, con una población de 12.317 habitantes. La capital de Coroico se encuentra a 90 Km de la ciudad de La Paz y a 15 Km de Carmen Pampa. Su presión barométrica es 620 mmHg y su PO<sub>2</sub> es de 129 mmHg. Su clima es semicálido, con una temperatura promedio anual de 23°C y una humedad relativa de 80%. Su topografía es accidentada (Coudert, 1979; INE/MDSP/&COSUDE/ 1999).

La ciudad de Santa Cruz está ubicada a una altura de 420 msnm, con una presión barométrica de 728 mmHg y una PO<sub>2</sub> de 153 mmHg. Su temperatura es cálida con extremas estacionales de 10°C en invierno y 35°C en verano con un promedio de 22.5°C. Su humedad relativa es de 63% y su topografía es de llanuras. (Coudert, 1979; INE/MDSP/&COSUDE/ 1999).

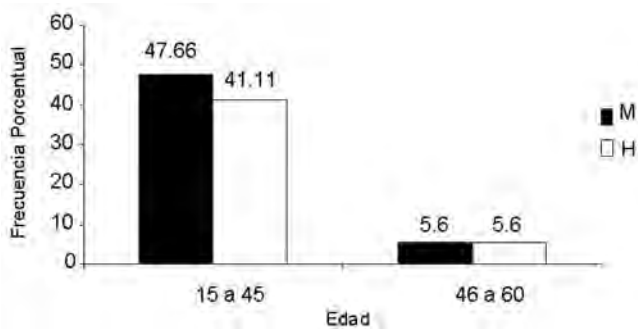


Figura 1. Distribución de las personas según edad y sexo.



Figura 2. Distribución del grupo de estudio según adaptación y aclimatación.

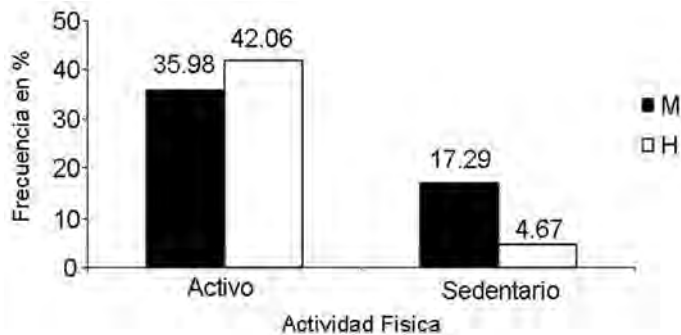


Figura 3. Distribución del grupo de estudio según actividad física.

La ciudad de La Paz está ubicada a una altura de 3600 msnm, con una presión barométrica de 500 mmHg y una  $PO_2$  de 66 mmHg. Su clima tiene marcadas diferencias estaciones de templado a frío con un promedio de  $16^\circ C$  con una humedad relativa de 37 a 46%. Su topografía es hoyada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La población estudiada estuvo conformada por 319 personas, 154 de sexo masculino y 165 de sexo femenino, de 15 a 60 años de edad cuyo promedio fue de 24 años de edad, pertenecientes a instituciones de estrato socioeconómico medio. Cada una de estas personas llevaba en el área dos o más meses y por lo tanto se consideró adaptada a la altura. El grupo de estudio fue seleccionado a través de encuestas, exámenes clínicos, electrocardiogramas, exámenes generales de orina y exámenes coproparasitológicos

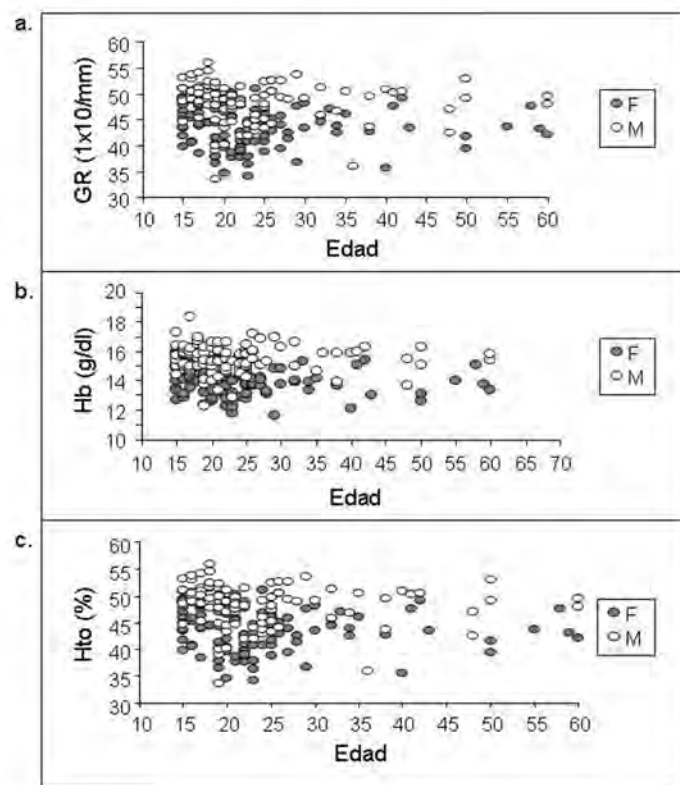


Figura 4. Dispersión individual de a. eritrocitos (GR), b. hemoglobina (Hb) y c. hematocrito (Hto) según edad y sexo.

orientados a descartar cualquier patología aguda o crónica. Se obtuvieron muestras de sangre en tubos vacutainer de 5 ml con anticoagulantes. Las muestras fueron enviadas al laboratorio en La Paz en un portador apropiado para luego ser analizadas dentro de las 4 horas siguientes con un Contador Hematológico Coulter modelo serie MD.

Al hacer el análisis estadístico de los resultados se asumió un coeficiente de correlación para identificar la existencia de una relación entre los datos fisiológicos: edad, peso y tipo de actividad física. Para comparar promedios entre hombres y mujeres se utilizó un análisis de varianza. Para definir los valores de cada parámetro se calculó el promedio, desviación estándar y los límites de referencia con un 95% de confianza (promedio  $\pm$  2DE). Finalmente, se aplicó la prueba de estadística Z para comparar y probar si existe o no una diferencia significativa con relación a los valores de serie roja de las ciudades de La Paz y Santa Cruz usando el 5% (0.05) como nivel de significancia.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Grupo de estudio.** El grupo de estudio estuvo constituido de 214 personas, de las cuales el 57% fue de sexo femenino y el otro 53% fue de sexo masculino; a su vez, el 88% de las personas se encontraba en el grupo cuya edad oscilaba entre los 15 y 45 años (Figura 1). Tales resultados fueron favorables para interpretar los resultados finales, ya que las personas jóvenes generalmente tienen una mejor salud que las personas de edad senil o adulta.

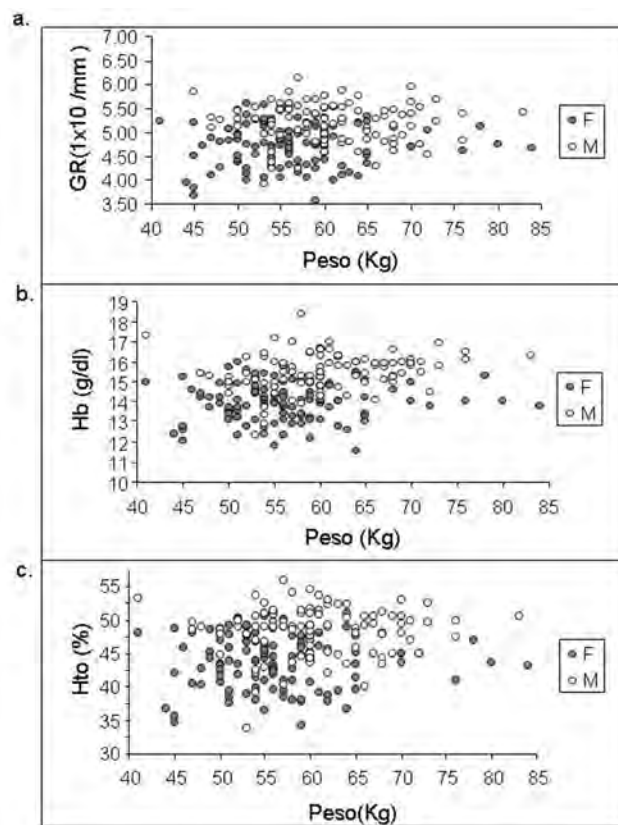


Figura 5. Dispersión individual de a. eritrocitos (GR), b. hemoglobina (Hb) y c. hematocrito (Hto).

Femenino	Edad	Peso	Actividad Física
Eritrocitos	-0.064148*	0.072729	0.050058*
Hemoglobina	-0.156264*	0.059276*	-0.034882*
Hematocrito	-0.091528	0.045815	0.009132
Masculino	Edad	Peso	Actividad Física
Eritrocitos	-0.062271*	-0.050288*	0.101356*
Hemoglobina	-0.005532*	0.241712*	0.134407*
Hematocrito	-0.017822*	0.040797*	0.157957*

**Tabla 1.** Coeficiente de correlación de valores de eritrocito, hemoglobina y hematocrito con respecto a peso, edad y actividad física.

**Procedencia.** El 57% de las personas de ambos sexos procede de alturas intermedias de 1000 a 2000 msnm, (Figura 2) especialmente aquellos provenientes de Coroico. La importancia de este aspecto radica en la necesidad de realizar el estudio en personas con las mismas características físicas y fisiológicas adaptadas con relación a la función pulmonar y hemodinámica.

**Actividad física.** El 78% de las personas en el estudio son físicamente activas. De estas personas, el 42% era de sexo masculino y el 36% era de sexo femenino (Figura 3). La mayoría de las personas estaba en condiciones óptimas para producción hematopoyética en el momento del estudio.

**Relación de valores de serie roja con los datos fisiológicos.** La edad no influyó en la variación de los valores de serie roja, por lo tanto, a partir de los 15 años hasta los 60 años de edad los valores son similares (Figura 4).

El peso tampoco influyó de ninguna manera a los parámetros de serie roja (Figura 5).

Los resultados confirmaron lo expuesto anteriormente: Los valores de serie roja no tienen ninguna relación con la edad y el peso de las personas. Además, se demostró que existe una relación negativa o nada de relación con la actividad física.

Por todo lo expuesto hasta ahora, se deduce que la edad, el peso y el tipo de actividad física activa y/o sedentaria no ejercen influencia sobre los valores de serie roja. Sin embargo, gráficamente se observaron diferencias estadísticamente significativas (análisis de varianza) según sexo. Las medias "X" de las concentraciones de eritrocitos, hemoglobina y hematocrito son significativas de acuerdo a la prueba F, mostrando mayor promedio en los varones. Por lo tanto, solamente se tomó en cuenta el sexo de los sujetos para calcular los resultados finales presentados a continuación.

Según sexo, las medias "X" de las concentraciones de eritrocitos, hemoglobina y hematocrito son significativas de acuerdo a la prueba F, mostrando mayor promedio en los varones.

Para definir los límites de referencia, la distribución de fre-

Parámetros	Femenino			Masculino		
	X	+2 DE	+2 DE	X	+2 DE	+2 DE
Eritrocitos (1x10 <sup>6</sup> mm <sup>3</sup> )	4.74	0.43	(38.88-5.60)	5.2	0.41	(4.38-6.02)
Hemoglobina (g/dl)	14	0.9	(12.2-15.8)	15.51	0.94	(13.63-17.39)
Hematocrito (%)	43.8	3.9	(36-51.6)	48.45	3.66	(41.03-55.67)

**Tabla 2.** Media y desviación estándar de serie roja según sexo.

cuencia indica que en caso de distribuciones simétricas, aproximadamente el 95% de los valores está entre -2DE y +2DE de su media aritmética, el otro 5% queda excluido; por lo tanto, las anemias para la población coroiquina se definieron con los valores por debajo del límite inferior -2DE. En las mujeres, estos valores fueron 3,88x10<sup>6</sup> mm<sup>3</sup> de eritrocitos, 12,2 g/dl de hemoglobina y 36% de hematocrito. En los hombres, estos valores fueron mayores con 4,38x10<sup>6</sup> mm<sup>3</sup>, 13,63 g/dl y 41,03%.

Los valores de serie roja encontrados por este estudio son similares a los valores de la población de Santa Cruz e inferiores a los de la población de la ciudad de La Paz. Gráficamente se pueden observar muy claras la similitud y las diferencias.

Con relación a los valores de la ciudad de Santa Cruz (420 msnm), para ambos sexos los tres valores de referencia no presentaron diferencias significativas con la prueba Z. Esto probablemente se debe a la distancia menor de amplitud de presión barométrica entre las poblaciones de Santa Cruz y Coroico. Por lo tanto, a la altura de Coroico, la PO<sub>2</sub> ambiental es suficiente para asegurar la oxigenación de los tejidos, lo que mantiene la actividad eritropoyética normal. Es probable que la humedad y la vegetación extensa favorezcan la oxigenación que mantiene la PO<sub>2</sub> al mismo nivel que al de Santa Cruz. Estos resultados rechazan la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula porque los valores son similares entre las dos poblaciones.

Con relación a los valores en la ciudad de La Paz (3600 msnm), los tres valores de serie roja presentaron diferencias significativas con relación a los valores establecidos a 3600 msnm. Teóricamente, el descenso de la presión barométrica y de la PO<sub>2</sub> ambiental resulta en condiciones de hipoxia crónica, estimulando así la respuesta fisiológica en donde se aumenta la eritropoyetina plasmática y la producción de eritrocitos, lo cual no ocurre en los residentes de Coroico. Estos resultados aceptan la hipótesis alterna y rechazan la hipótesis nula.

Sexo	Parámetro	Santa Cruz (420 msnm)	Coroico (1700-1850 m)	La Paz (3600 msnm)
Femenino	Eritrocitos (106 mm <sup>3</sup> )	4.7	4.74	5.27
		-0.3	-0.43	-0.31
	Hemoglobina (g/dl)	4.1-5.3	3.8-5.6	4.65-5.89
		14	14	15.93
	Hematocrito (%)	-1	-0.9	-1.17
		12-16	12.2-15.8	13.59-18.27
Masculino	Eritrocitos (106 mm <sup>3</sup> )	42	43.78	48.6
		-2.5	-3.9	-2.87
	Hemoglobina (g/dl)	36-47	36-51.6	42.86-54.34
		5.2	5.2	5.8
Hematocrito (%)	-0.31	-0.41	-0.37	
	4.58-5.81	4.38-6.02	5.06-6.54	
Femenino	Hemoglobina (g/dl)	16	15.51	17.18
		-1	-0.9	-1.19
	Hematocrito (%)	14-18	13.63-17.39	14.8-19.56
		47	48.35	53.38
Masculino	Hematocrito (%)	-2.5	-3.66	-3.38
		42-52	41.30-55.67	46.62-60.14

**Tabla 3.** Comparación de los valores de serie roja entre las poblaciones de Santa Cruz, Coroico y La Paz según sexo.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es importante destacar desde el punto de vista hematológico que ahora se puede afirmar con seguridad que la población es en todo comparable con los valores estándar establecidos en la literatura extranjera y de la costa. Finalmente, se propone para la población coroiqueña los valores presentados en la tabla 2. Cabe destacar que los valores de serie roja publicados para la costa son aplicables para el diagnóstico de anemias en poblaciones que residen en alturas intermedias como la de Coroico.

Dados estos resultados, se recomienda diagnosticar la incidencia de anemias y su grado en las poblaciones rurales del municipio de Coroico y llevar a cabo estudios sobre los diferentes tipos de anemia más frecuentes en Bolivia y sus causas. Además, también se recomienda llevar a cabo evaluaciones nutricionales y medir la efectividad de los tratamientos con suplementos antianémicos. Igualmente, se recomienda que el personal de salud aplique los valores establecidos por el presente estudio para diagnosticar anemias.

## BIBLIOGRAFÍA

Cuellar, F., et al. 1998. Hematología. Quinta Edición. Editorial CIB, Medellín, Colombia, 300 p.

Bennington, J. 1991. Diccionario Enciclopédico del Laboratorio Clínico. Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, Argentina. 1556 p.

Campos, M.A. 1991. Reología del Glóbulo Rojo. Tesis, La Paz, Bolivia.

Charchabal, D. 2005. El entrenamiento en altura de atletas de alto rendimiento. En: Lecturas: EF y Deportes, <http://www.efdeportes.com/efd82/altura.htm>.

Colina, J.A. y Echevarría, R. 1989. Manual de técnicas de Laboratorio Clínico. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba.

Coudert, J., et al. 1979. Acimatación de los Nativos de Grandes Alturas (3600m) a bajas alturas (420m). Rev IBBA, La Paz, Bolivia, 109-113.

Ergueta, J., et al. 1988. Estudio cardiorrespiratorio en la enfermedad crónica de la montaña, síndrome de Monge. Rev IBBA, La Paz, Bolivia.

Foradoric, A., et al. 1986. El hemograma de una población chilena. Rev Medica, Chile.

Fransnedo, F., et al. 1992. Principios Generales de la Exploración del Enfermo Hematológico en Medicina Interna. Doceava edición. Editorial Doyma, Barcelona, España.

Guyton, A. 1987. Fisiología humana. Sexta Edición. Editorial Interamericana McGraw Hill, México. 564 p.

Guyton, A. y Hall, J. 1997. Tratado de Fisiología Medica. Novena Edición. Editorial Interamericana McGraw Hill, México. 1263 p.

Hernández, N., et al. 1992. Enfermedades del sistema eritrocitario: Anemias en Medicina Interna. Doceava Edición. Editorial Doyma, Barcelona, España. pp. 1617-1655.

Horton, R. y Moran, L.A. 1993. Bioquímica. Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana SA, México.

Menenghello, R.J., et al. 1997. Pediatría, Tomo 1. Quinta Edición. Editorial Interamericana, Buenos Aires, Argentina. 1342 p.

Murray, R.K., et al. 1997. Bioquímica de Harper. Cuarta Edición. Editorial El Manual Moderno, México. 1041 p.

Nallar, N., et al. 1988. Adaptación Bioquímica a la Vida en la Altura. Rev IBBA, La Paz, Bolivia.

Palomo, I., et al. 1986. Valores Hematológicos en Adultos Sanos. Rev Med. Chile.

Quintela, A. y Rodríguez, A. 1989. Algunos Valores de Referencia para el diagnóstico de anemia ferropénica en adultos sanos de La Paz (3600m). Rev IBBA. La Paz, Bolivia, p 88.

Rodríguez, Armando, et al. 1982. Hematología Altura. Rev IBBA. La Paz, Bolivia. p.65

Organización Panamericana de la Salud. 1983. Manual de Técnicas Básicas para un Laboratorio de Salud. Editorial OMS, Ciudad de México. 439 p.

Shillman, R., et al. 1998. Manual de Hematología. Segunda Edición. Editorial Manual Moderno, México.

Wintrobe, M. 1969. Hematología Clínica. Tercera Edición. Editorial Intermédica, Buenos Aires, Argentina. 1424 p.

# Publicaciones Disponibles

- Revista Latinoamericana de Agricultura y Nutrición (RELAN)
- El Modelo de Agricultura en Pequeña Escala del Benson Institute
- Manual Recetario Agroindustrial
- Recetario de cultivos andinos
- Conozcamos nuestros alimentos
- Recetas con quinua
- Cría de especies menores de animales para la alimentación o evaluación de dos variedades de calabacín bajo dos espacios entre surcos en ambientes controlados
- Conejos
- Manual básico de cunicultura
- Cuyes
- El cuy
- Manual sobre el manejo de cuyes
- Crianza familiar de cuyes
- Sistemas de crianza de cuyes a nivel familiar-comercial en el sector rural
- Nutrición
- Desnutrición y anemia en los niños bolivianos
- Fortificación con hierro en niños de 4 a 9 años en el área rural del altiplano boliviano
- Anemia por deficiencia de hierro
- Manual de información general sobre desnutrición proteico-calórico y anemia por deficiencia de hierro
- Plantas
- Plantas regionales del área de Chiquimula: descripción y uso
- Nombres vulgares y usos de plantas medicinales en el estado de Zacatecas, México
- Panqar-huyus
- El panqar-huyu
- Lecciones de extensión en horticultura en panqar-huyus en las comunidades de Contorno Centro y Contorno Alto, Provincia Ingavi del Departamento de La Paz, Bolivia
- Construcción de un “panqar-huyu”
- Quinua
- Lecciones sobre como producir quinua de buena calidad en menor y mayor escala
- Varios
- Incidencia de patologías en la infancia
- Diagnóstico participativo e implementación de un programa de demostraciones prácticas para la producción de cuyes en la comunidad de Tunshi San Nicolás, Ecuador.
- Walipini
- Manual de construcción y manejo del Panqar Huyu (Cama de Flores)
- Guía para construcción, manejo y producción de hortalizas en walipinis
- Construcción de un “walipini” (invernadero subterráneo)
- Índice de precios al consumidor de productos agrícolas (Estudio, 2000)

*Otras publicaciones en inglés se encuentran disponibles. Escriba al Benson Institute para recibir información acerca de ellas. Nuevas publicaciones en español e inglés son agregadas constantemente a nuestra lista.*

## SUSCRIPCIÓN

Si desea recibir la Revista Latinoamericana de Nutrición, sírvase llenar el siguiente formulario.

NOMBRE

DIRECCIÓN

CIUDAD

PROVINCIA O ESTADO

CÓDIGO POSTAL

PAÍS

TELÉFONO

E-MAIL

Envíe este formulario junto con un giro postal internacional en dólares estadounidenses a la siguiente dirección:

BENSON INSTITUTE

BRIGHAM YOUNG UNIVERSITY

110 B-49

PROVO, UT 84602-4900, USA

Precio por suscripción: \$10 (individuos), \$30 (instituciones)

# Guía para los autores

---

La Revista Latinoamericana de Agricultura y Nutrición es el medio de difusión que tiene el Benson Agriculture and Food Institute (BAFI) para establecer un puente de comunicación entre los avances tecnológicos y científicos logrados por estudiantes egresados y catedráticos asesores de los mismos. La RELAN es primordialmente el medio de publicación de los artículos preparados por los estudiantes universitarios y catedráticos de las instituciones involucradas en los proyectos del BAFI. Cada artículo debe atenerse a las siguientes reglas:

- Ser un informe técnico-científico escrito en español (castellano), dirigido especialmente a una audiencia familiarizada pero no especializada con el tema del informe. Los artículos serán sobre temas agropecuarios, de nutrición y salud.
- Un máximo de 16 páginas a doble espacio, con letra tamaño 12 y estilo Times New Roman en el formato de Microsoft Word. Cada artículo debe incluir: Resumen, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones y Referencias. El resumen no debe ser más de una página a doble espacio.
- Evitar, a menos de que sea necesario, el uso de términos extranjeros, abreviaturas y siglas. Al hacer referencia a plantas o animales, incluir el nombre científico en paréntesis con *cursiva (itálica)* después del nombre común.
- Enviar dos originales del artículo más un zip o CD, con el texto completo, fotografías, dibujos, información del programa que usó para preparar las gráficas y tablas de información con las estadísticas.
- Citar en el texto cualquier material usado de otro autor e incluir las referencias completas al final del texto en orden correlativo. Las referencias al final del texto no deben incluir *et al*, sino a todos los autores; *et al* sólo se utiliza dentro de las citas en el texto.
- No se tolerará el plagio.
- Junto con el artículo remita un breve curriculum vitae y una fotografía. Es importante que incluya domicilio, teléfono, correo electrónico y/o fax para ubicarlo si es necesario.
- Mencione el nombre de todos los colaboradores en su estudio o proyecto (asesores, revisores, editores, ilustradores, fotos, etc.)
- El Consejo Editorial del BAFI seleccionará los artículos que aparecerán en la revista.
- Para anotar referencias siga los siguientes ejemplos:

## LIBRO

- Autor(es). Año. Título del libro. Edición. Casa Editoria, Ciudad, País. Páginas consultadas (pp. #-#) o páginas totales (# p.)
- Ejemplo: Tejada, E. y Guzmán, R. 1993. Halófitas arbustivas forrajeras: Un recurso potencial para agroforestería andina. Primera edición. Editorial Programa de redoblamiento forestal CORDECO-IC-COTESU, Cochabamba, Bolivia. 117 p.

## CAPÍTULOS DE LIBROS

- Autor(es). Año. Título del capítulo, páginas consultadas (pp. #-#). En: Apellidos y nombres de los compiladores o editores (eds.). Título del libro. Edición. Casa Editora, Ciudad, País. Páginas totales (# p.)
- Ejemplo: Pérez, E. 2002. Lo rural y la nueva ruralidad. En Pérez, E. y J. Sumpsi. Políticas, instrumentos y experiencias de desarrollo rural en América Latina y Europa. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, España. 245 p.

## REVISTAS

- Autor(es). Año. Título del artículo. Nombre de la Revista Volumen(Número): páginas consultadas (pp. #-#).
- Ejemplo: Monente, J.A. 1997. Análisis de la información sobre la hidroquímica del Río Orinoco. Revista Latinoamericana de Agricultura y Nutrición 1(2): 5-12.

## BOLETÍN

- Autor(es). Año. Título [Boletín]. Ciudad, País.
- Ejemplo: Instituto de Agricultura y Ciencias Alimenticias Ezra Taft Benson. 1976. Cuidado del huerto familiar [Boletín]. Provo, UT, EE.UU.

## TESIS DE GRADO:

- Autor. Año. Título. Tesis de grado. Universidad, Ciudad, País.
- Ejemplo: Godínez, H.R. 1984. Diferencias de comportamiento y adaptabilidad de 16 variedades de soya (*Glycine max*), bajo condiciones de riego en la localidad de Cuyuta, departamento de Escuinta. Tesis de grado. Universidad de San Carlos, Guatemala, Guatemala.

## INTERNET:

- Autor(es). Año. Título del artículo. En: Nombre de la publicación electrónica, del website, portal o página y su URL. Páginas consultadas (pp. #-#) o páginas totales (# p); fecha de consulta.
- Ejemplo: Banco Mundial. 2002. La estrategia de desarrollo rural del Banco Mundial. En <http://www.worldbank.org/rural>; consulta: junio 2006.

## CITAS DENTRO DEL TEXTO:

- (Primer autor, *et al.*, año)
- Ejemplo: (Tejada, *et al.*, 1993)