

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE
AGRONOMÍA**



**“ESTUDIO PRELIMINAR DE LA EFICIENCIA DE USO DE
AGUA EN LA PRODUCCIÓN DE CARNE EN CUYES
MEJORADOS (*Cavia porcellus*) EN CONFINAMIENTO.
AYACUCHO A 2750 m.s.n.m.”**

**Tesis para obtener el título profesional de:
INGENIERA AGRÓNOMA**

**Presentado por:
KELY SERRANO QUISPE**

Ayacucho - Perú

2015

Tesis
Ag 1142
Ser
Ej. 2

“ESTUDIO PRELIMINAR DE LA EFICIENCIA DE USO DE AGUA EN LA PRODUCCIÓN DE CARNE EN CUYES MEJORADOS (*Cavia porcellus*) EN CONFINAMIENTO. AYACUCHO A 2750 m.s.n.m.”

Recomendado : 10 de marzo de 2015

Aprobado : 01 de abril de 2015



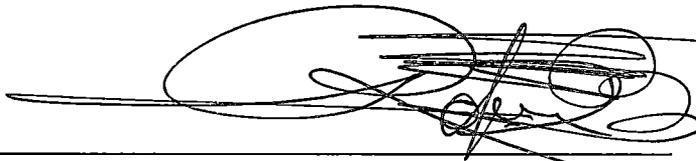
M.V. Mg. CARLOS ALBERTO PISCOYA SARMIENTO
Presidente del Jurado



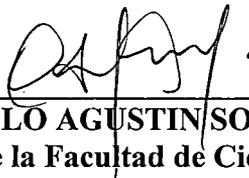
Ing. M.Sc. FELIPE ESCOBAR RAMÍREZ
Miembro del Jurado



Ing. M.Sc. TEODORO ESPINOZA OCHOA
Miembro del Jurado



Ing. ROGELIO SOBERO BALLARDO
Miembro del Jurado



Dr. ROMULO AGUSTIN SOLANO RAMOS
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

Dedicatoria

Con cariño a mis padres

Paulina y Filomeno por

su apoyo moral y espiritual.

A mi hijo Leonardo Dace

que es motivo de mi esfuerzo y superación

A mi amor Edison de toda la vida

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, alma mater de mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias Agrarias en especial a los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, quienes contribuyeron en mi formación profesional.

Al Ing. Felipe Escobar Ramírez, asesor del presente trabajo de investigación.

A las internas del Convento “Madres Carmelitas Descalzas-Santa Teresa”, por su apoyo desinteresado durante el desarrollo del presente trabajo de investigación y facilitar la infraestructura.

Al Técnico Agropecuario José Pérez por su desinteresado apoyo.

INDICE

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE GRÁFICOS	vii
INDICE DE FOTOGRAFÍAS	viii
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	xii
I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	01
1.1. Antecedentes	01
1.2. Descripción del cuy	02
1.3. Comportamiento	02
1.4. Alimentación	03
1.4.1 Necesidades Nutritivas	03
1.4.1.1 Proteína	04
1.4.1.2 Fibra	05
1.4.1.3 Energía	05
1.4.1.4 Ácidos grasos esenciales	06
1.4.1.5 Agua	06
1.5 Experiencias en alimentación de cuyes	08
1.6 Recurso Hídrico	11
1.7 Problemática del agua	14
1.8 Requerimiento de agua en cultivos	14
1.9 Requerimiento de agua en especie forrajeras	21
1.10 Agua en la producción de proteína animal	21
1.11 Agua virtual	23

II.	MATERIALES Y MÉTODOS	27
2.1.	Características del experimento	27
2.1.1.	Ubicación del ensayo	27
2.1.2.	Duración del ensayo	28
2.1.3.	Infraestructura y equipos	28
2.2.	Animales experimentales	29
2.2.1.	Animales	29
2.2.2.	Alimentación	30
2.3.	Tratamientos	30
2.4.	Variables en evaluación	31
2.4.1	Consumo de alimento	31
2.4.2	Ganancia de peso y producción cárnica estimada	32
2.4.3	Conversión alimenticia	32
2.4.4	Consumo de agua por animal	32
2.4.5	Agua virtual en la etapa de recría	32
2.5.	Diseño estadístico	33
III.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
3.1	Consumo de alimento	35
3.2	Ganancia de peso y producción cárnica estimada	41
3.3	Conversión alimenticia	44
3.4	Consumo de agua por animal	45
3.5	Agua virtual en la producción de cuyes en la etapa de recría	48
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
4.1	Conclusiones	52
4.2	Recomendaciones	53
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	54
	ANEXO	57
	FOTOGRAFÍAS	60

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1	Requerimiento nutritivo de cuyes.	03
Cuadro 1.2	Distribución de los recursos hídricos mundiales.	11
Cuadro 1.3	Extracción anual global de agua.	19
Cuadro 3.1	Consumo acumulado de alimento seco en cuyes mejorados.	36
Cuadro 3.2	Análisis de variancia del consumo acumulado de forraje.	37
Cuadro 3.3	Análisis de variancia del consumo acumulado de concentrado.	38
Cuadro 3.4	Análisis de variancia del consumo total de materia seca.	39
Cuadro 3.5	Ganancia de peso corporal en cuyes de tres genotipos por tratamiento.	41
Cuadro 3.6	Análisis de variancia para ganancia de peso.	42
Cuadro 3.7	Análisis de variancia para el índice de conversión alimenticia.	44
Cuadro 3.8	Ingestión de agua en cuyes por tratamiento.	46
Cuadro 3.9	Análisis de variancia de agua.	49
Cuadro 3.10	Agua virtual en la producción de cuyes en la etapa de recría.	49

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1	Extracción de agua por región y por sector.	18
Gráfico 1.2	Extracción y consumo de agua en 3 sectores.	20
Gráfico 3.1	Consumo de forraje (g.MS).	38
Gráfico 3.2	Consumo de concentrado (g.MS).	39
Gráfico 3.3	Consumo de materia seca total (g.MS).	40
Gráfico 3.4	Ganancia de peso corporal.	42

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2.1	Instalaciones dentro (A) y fuera (B) del convento de Santa Teresa.	28
Fotografía 2.2	Comederos y bebederos de arcilla.	29
Fotografía 2.3	Animales de diferente genotipo.	30
Fotografía 1	Instalación de los galpones.	60
Fotografía 2	Instalación de las pozas.	60
Fotografía 3	Separación por grupo genético para su distribución en las pozas.	60
Fotografía 4	Comederos antes de la distribución.	60
Fotografía 5	Bebedores antes de la distribución.	60
Fotografía 6	Área de cultivo de alfalfa.	61
Fotografía 7	Pesaje de concentrado.	61
Fotografía 8	Pesaje del animal.	61
Fotografía 9	Consumo de forraje y concentrado.	61

ANEXO

Cuadro A.1 Consumo semanal de alimentos.

58

RESUMEN

El trabajo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la granja del convento de las Madres Carmelitas Descalzas-Santa Teresa, por un periodo de cinco semanas. Con el objetivo de evaluar la eficiencia de uso de agua por el cuy (*Cavia porcellus*) en la producción de carne, para lo cual se emplearon cuyes en crecimiento a partir de 300 gramos de peso corporal promedio; siendo un total de 36 cuyes de tres genotipos peruanos (Perú, Andino e Inti), los 12 cuyes de cada genotipo fueron alimentados durante el periodo de investigación con alfalfa en verde equivalente al 20% del peso corporal, reajustado semanalmente según la variación de peso complementado con un concentrado ofrecido diariamente para un consumo libre. Para el trabajo de investigación se empleó el Diseño de Bloque Completamente Randomizado, tres tratamientos (Perú, Andina e Inti), con cuatro repeticiones. Para el consumo acumulado de alimento seco se determinó el consumo de forraje (seco) más el concentrado (seco), obteniéndose un total de 1,737; 1,846 y 1,766 gramos para los genotipos Perú, Andina e Inti respectivamente no habiendo diferencia estadística entre ellos. La ganancia de peso corporal para cada tratamiento fue de 534, 485 y 526 gramos para los genotipos Perú, Andina e Inti respectivamente, resultado que no refleja diferencia estadística. En la determinación de conversión alimenticia Perú registró 3,3; Andina 3,8 e Inti 3, 4; el análisis de variancia indica que existe diferencia estadística entre los genotipos; cuyes Andina resultan menos eficientes en la transformación de alimentos en ganancia de peso corporal i. Para la determinación de agua virtual se registró el consumo de agua en el forraje, concentrado y agua

potable, el cual fue de 929,59; 954,55 y 912,40 litros de agua virtual para los genotipos Perú, Andina e Inti respectivamente, el análisis de variancia indica que no existe diferencia estadística entre los tratamientos; y la necesidad de agua virtual para 1 Kg. de carne en esta especie aumenta a 1,800 litros. El mayor consumo de agua corresponde al agua que contiene el forraje en verde 53% contra 47% de agua potable. La cantidad de agua (agua en el forraje y agua potable) que los cuyes consumieron durante la etapa de experimentación representa en conjunto solo un 0,4% del total de agua requerida (agua virtual) el restante (99,6%) es necesario en la producción de los distintos componentes de la ración.

INTRODUCCIÓN

La cuestión de la disponibilidad de agua para el consumo humano en el mundo, es un tema que hoy provoca discusión, aunque existe unanimidad en cuanto a la necesidad de su adecuada gestión y racionalización.

En producción animal, los técnicos y científicos han dedicado los pasados cincuenta años a evaluar distintas formas para reducir la mortalidad, incrementar el índice de fertilidad y de nacimientos, mejorar el rendimiento de carne en menor tiempo, mejorar la conversión de alimentos (grano) por kilo de producción (carne) descuidando cuan eficientes resultan las distintas especies animales en el uso del AGUA.

Sin duda alguna, el cuy es el constituyente de mayor popularidad y mejor composición nutricional. Las investigaciones realizadas en el Perú han servido de marco de referencia para considerar a esta especie como productora de carne. El esfuerzo conjunto de los países andinos está contribuyendo al desarrollo de la crianza de cuyes en beneficio de sus pobladores.

Barbieri (2009) menciona a Allan como autor de la introducción del término “agua virtual” como aquella que mide la cantidad utilizada de este preciado líquido para producir alimentos. Menciona que la gente no solo consume agua cuando bebe o se ducha; sino que también las materias primas requieren el uso de un gran volumen de agua dulce, los que se podrían importar de lugares con gran índice de recuperación de agua. Su estudio, tiene importantes implicaciones en el equilibrio de los recursos acuíferos mundiales, para aliviar la escasez del agua en algunas regiones y emplearlo de forma más eficaz. De esta forma se incrementa la capacidad de hacer un uso sostenible de los recursos hídricos mundiales para las futuras generaciones y reduce a su vez el riesgo de que los países entren en guerra debido a la escasez del agua.

Comúnmente se cree que el agua que requieren los animales para producir leche, carne, lana huevos, etc. es la cantidad de agua que consumen en forma líquida; algunos van un poco más y agregan esta forma de ingestión, el agua que contiene los alimentos (forrajes, granos y otros).

Los pastos, granos, residuos agrícolas de agroindustria, las malezas y todo cuanto utilizan los animales en su alimentación, previamente han requerido diversas cantidades de agua, en la producción animal a esta cantidad más el agua necesaria en el proceso de beneficio, es lo que denominaríamos agua virtual necesaria. Por ejemplo para la producción 1 kg de leche y carne de vaca se requieren de 3,000 y 16,000 litros de agua, respectivamente, mientras que para la producción de 1 kg de carne de cerdo y pollo son necesarios 6,000 y 2,860 lt de agua (Barbieri, 2009). En la producción de carne de cuyes, este aspecto no ha sido aún estudiado por su interés, el área de ganadería y nutrición del programa de pastos y ganadería ha

iniciado su determinación, constituyendo el presente estudio el segundo, y queda mucho que hacer a efectos de determinar, cuan eficiente resulta el cuy en el uso de agua, para la producción de proteína animal en comparación a las otras especies domesticas de interés zootécnico.

Por las consideraciones descritas y contando con el apoyo del monasterio de las Madres Carmelitas Descalzas se planteó el presente trabajo de investigación con los siguientes objetivos:

- Evaluar la necesidad de agua virtual (litros) en la etapa de recria en la crianza de cuyes.
- Determinar comparativamente la eficiencia de uso de agua en la producción de cuyes de 3 grupos genéticos de cuyes (Perú, Andino, Inti).

I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 ANTECEDENTES

Moreno (1989), menciona que las pruebas existentes demuestran que el cuy fue domesticado hace 2,500 a 3,600 años. En los estudios estatigráficos hechos en el templo del Cerro Sechín (Perú), se encontraron abundantes depósitos de excretas de cuy y en el primer periodo de la cultura Paracas, denominado Cavernas (250 a 300 años a.C.), ya se alimentaba con carne de cuy. Para el tercer período de esta cultura (1,400 años d.C.), casi todas las casas tenían un cuyero. Se han encontrado cerámicas, como en los huacos Mochicas y Vicus, que muestran la importancia que tenía este animal en la alimentación humana. Se han extraído restos de cuyes en Ancón, ruinas de Huaycán, Cieneguilla y Mala. Allí se encontraron cráneos más alargados y estrechos que los actuales, siendo además abovedados y con la articulación naso-frontal irregular semejante al *Cavia aperea*.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL CUY

Moreno (1989), indica que la escala zoológica en el que se ubica al cuy está dentro de la siguiente clasificación zoológica:

Reino	: Animal
Clase	: Mamíferos
Orden	: Rodentia
Suborden	: Hystricomorpha
Familia	: <i>Caviidae</i>
Género	: <i>Cavia</i>
Especie	: <i>Cavia aperea aperea</i> Erxleben <i>Cavia aperea aperea</i> Lichtenstein <i>Cavia cutleri</i> King <i>Cavia porcellus</i> Linnaeus <i>Cavia cobaya</i>

1.3 COMPORTAMIENTO

Aliaga (1979), reporta que por su docilidad los cuyes se crían como mascotas en diferentes países. Como animal experimental en los bioterios se aprecia por su temperamento tranquilo, que se logra con el manejo intensivo al que son expuestos; algunas líneas albinas se seleccionan por su mansedumbre. El cuy como productor de carne ha sido seleccionado por su precocidad y su prolificidad, e indirectamente se ha tomado en cuenta su mansedumbre. Sin embargo, se tiene dificultad en el manejo de los machos en recua. Hacia la décima semana inician las peleas que lesionan la piel, bajan sus índices de conversión alimenticia y las

camas de crecimiento muestran una flexión. Las hembras muestran mayor docilidad por lo que se las puede manejar en grupos de mayor tamaño.

1.4 ALIMENTACION

1.4.1 Necesidades Nutritivas

Zavaleta (1994), reporta que la nutrición juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. Los requerimientos para cuyes en crecimiento recomendados por el Consejo Nacional de Investigaciones de Estados Unidos, para animales de laboratorio vienen siendo utilizados en los cuyes productores de carne. El cuy, especie herbívora monogástrico, tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana; su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración. Realiza cecotrófia para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína.

Cuadro 1.1.- Requerimiento nutritivo de cuyes

Nutrientes	Unidad	Etapas		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	(%)	18	18-22	13-17
ED ¹	(kcal/kg)	2 800	3 000	2 800
Fibra	(%)	8-17	8-17	10
Calcio	(%)	1,4	1,4	0,8-1,0
Fósforo	(%)	0,8	0,8	0,4 0,7
Magnesio	(%)	0,1-0,3	0,1 0,3	0,1 0,3
Potasio	(%)	0,5-1,4	0,5-1,4	0,5-1,4
Vitamina C	(mg)	200	200	200

Fuente: Nutrient requirements of laboratory animals. 1990.
 Universidad de Nariño, Pasto (Colombia).
www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s04.htm

Chauca (1993), según la página en mención, reporta que la nutrición juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. El conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permitirá poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. Aún no han sido determinados los requerimientos nutritivos de los cuyes productores de carne en sus diferentes estadios fisiológicos. La fisiología digestiva estudia los mecanismos que se encargan de transferir nutrientes orgánicos e inorgánicos del medio ambiente al medio interno, para luego ser conducidos por el sistema circulatorio a cada una de las células del organismo. Es un proceso bastante complejo que comprende la ingestión, la digestión y la absorción de nutrientes y el desplazamiento de estos a lo largo del tracto digestivo. Al igual que en otros animales, los nutrientes requeridos por el cuy son: **agua**, proteína (aminoácidos), fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. Los requerimientos dependen de la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente donde se desarrolle la crianza.

<http://www.fao.org/docrep/W6562S/w6562s04.htm>

1.4.1.1 Proteína

Las proteínas constituyen el principal componente de la mayor parte de los tejidos, la formación de cada uno de ellos requiere de su aporte, dependiendo más de la calidad que de la cantidad que se ingiere. Existen aminoácidos esenciales que se deben suministrar a los monogástricos a través de diferentes insumos ya que no pueden ser sintetizados. El suministro inadecuado de proteína, tiene como

consecuencia un menor peso al nacimiento, escaso crecimiento, baja en la producción de leche, baja fertilidad y menor eficiencia de utilización del alimento. (NRC, 1978)

<http://www.fao.org/docrep/W6562S/w6562s04.htm>.

Escobar y Maldonado (2002), han determinado que los cuyes crecen con mayor rapidez desde el momento del destete (2 semanas de edad) hasta 5 semanas después con dietas de 18% de proteína, después de ello, el contenido de proteína puede bajar a 14% para promover niveles adecuados de crecimiento.

1.4.1.2 Fibra

El aporte de fibra está dado básicamente por el consumo de los forrajes que son fuente alimenticia esencial para los cuyes. El suministro de fibra de un alimento balanceado pierde importancia cuando los animales reciben una alimentación mixta. Sin embargo, las raciones balanceadas recomendadas para cuyes deben contener un porcentaje de fibra no menor de 18%. . (Carampoma, 1991)

<http://www.fao.org/docrep/W6562S/w6562s04.htm>

1.4.1.3 Energía

Los carbohidratos, lípidos y proteínas proveen de energía al animal. Los más disponibles son los carbohidratos, fibrosos y no fibrosos, contenido en los alimentos de origen vegetal. El consumo de exceso de energía no causa mayores problemas, excepto una deposición exagerada de grasa que en algunos casos puede perjudicar el desempeño reproductivo. Los cuyes responden eficientemente al suministro de alta energía, se logran mayores ganancias de peso con raciones

con 70,8 % que con 62,6 % de NDT Si se enriquece la ración dándole mayor nivel energético se mejoran las ganancias de peso y mayor eficiencia de utilización de alimentos. A mayor nivel energético de la ración, la conversión alimenticia mejora. Proporcionando a los cuyes raciones con 66 % de NDT pueden obtenerse conversiones alimenticias de 8,03. (Carrasco, 1969)

<http://www.fao.org/docrep/W6562S/w6562s04.htm>

1.4.1.4 Ácidos Grasos Esenciales

El cuy tiene un requerimiento bien definido de grasa o ácidos grasos no saturados. Su carencia produce un retardo en el crecimiento, además de dermatitis, úlceras en la piel, pobre crecimiento del pelo, así como caída del mismo. Esta sintomatología es susceptible de corregirse agregando grasa que contenga ácidos grasos insaturados o ácido linoleico en una cantidad de 4 g/kg de ración. El aceite de maíz a un nivel de 3 % permite un buen crecimiento sin dermatitis. En casos de deficiencias prolongadas se observaron poco desarrollo de los testículos, bazo, vesícula biliar, así como, agrandamiento de riñones, hígado, suprarrenales y corazón. En casos extremos puede sobrevenir la muerte del animal. Estas deficiencias pueden prevenirse con la inclusión de grasa o ácidos grasos no saturados. Se afirma que un nivel de 3% es suficiente para lograr un buen crecimiento así como para prevenir la dermatitis. (Wagner y Manning, 1976).

<http://www.fao.org/docrep/W6562S/w6562s04.htm>

1.4.1.5 Agua

Sosa, citado por Aliaga (1979), reporta el resultado luego de trabajar con cuyes de 10 días de destete hasta los 100 días, que el consumo de agua de bebida es

inversamente proporcional al consumo de forraje, ya que a medida que se aumenta la cantidad para su consumo, la cantidad de agua ingerida disminuye. El agua está indudablemente entre los elementos más importantes que debe considerarse en la alimentación. El animal la obtiene de acuerdo a su necesidad de tres fuentes: una es el agua de bebida que se le proporciona a discreción al animal, otra es el agua contenida como humedad en los alimentos, y la tercera es el agua metabólica que se produce del metabolismo por oxidación de los nutrientes orgánicos que contienen hidrógeno. Por costumbre a los cuyes se les ha restringido el suministro de agua de bebida; ofrecerla no ha sido una práctica habitual de crianza. Los cuyes como herbívoros siempre han recibido pastos succulentos en su alimentación con lo que satisfacían su necesidad hídrica. Las condiciones ambientales y otros factores a los que se adapta el animal, son los que determinan el consumo de agua para compensar las pérdidas que se producen a través de la piel, pulmones y excreciones. El animal obtiene agua de tres fuentes: agua contenida de los alimentos, agua de bebida y agua metabólica; esta última se forma del metabolismo por oxidación de los nutrientes orgánicos que contiene hidrógeno.

En la misma referencia bibliográfica se señala que la necesidad de agua de bebida en los cuyes está supeditada al tipo de alimentación que reciben. Cuando reciben forraje restringido los volúmenes de agua que consumen a través del alimento verde en muchos casos está por debajo de sus necesidades hídricas. Los porcentajes de mortalidad se incrementan significativamente cuando los animales no reciben un suministro de agua de bebida. Las hembras preñadas y en lactancia son las primeras afectadas, seguidas por los lactantes y los animales de recría. La

utilización de agua en la etapa reproductiva disminuye la mortalidad de lactantes en 3,22 %, mejora los pesos al nacimiento en 17,81 g y al destete en 33,73 g. Se mejora así mismo la eficiencia reproductiva. Con el suministro de agua se registra un mayor número de crías nacidas, menor mortalidad durante la lactancia, mayor peso de las crías al nacimiento y destete, mayor peso de las madres al parto (125,1 g más), y un menor decremento de peso al destete. Esta mejor respuesta la lograron las hembras con un mayor consumo de alimento balanceado, estimulado por el consumo de agua *ad libitum*. Estos resultados fueron registrados en otoño, en los meses de primavera-verano cuando las temperaturas ambientales son más altas, la respuesta al suministro de agua es más evidente. La utilización de agua de bebida en la alimentación de cuyes en recria, no ha mostrado diferencias que favorezcan su uso en cuanto a crecimiento, pero sí mejoran su conversión alimenticia. Los cuyes que recibían agua *ad libitum* alcanzaban una conversión alimenticia de 6,80 mientras que los que no recibían alcanzaban hasta 7,29.

(<http://www.fao.org/docrep/W6562S/w6562s04.htm>).

1.5 EXPERIENCIAS EN ALIMENTACIÓN DE CUYES

Anaya (2002), del trabajo que consistió en alimentar cuyes durante ocho semanas de ensayo con dos concentrados distintos ofrecidos ad-libitum, refiere de acuerdo al grado de aceptación de los dos concentrados en estudio, la reacción de los cuyes fue ligeramente favorable hacia el concentrado “cobayo” (98.52 g) en relación al concentrado local (85.77 g) de concentrado consumidos durante la primera semana de alimentación por cada animal es decir, el concentrado “cobayo”, presenta similar palatabilidad en comparación al concentrado local del mismo

modo pudo observarse consumo inmediato de los concentrados. El consumo semanal de alimentos (concentrado más forraje verde) de la ración total, experimenta un incremento gradual al transcurrir el periodo de alimentación por cuanto el consumo diario de materia seca va en aumento. Tal es así que los cuyes que consumieron el concentrado “cobayo” de 20.87g de materia seca (consumo promedio por día), que consumen durante la primera semana, al final del ensayo consumen cantidades mayores acumulando como promedio general de 41.25g de materia seca por día, de igual manera los cuyes que consumieron concentrado local, de 19.0g consumidos durante la primera semana, terminan consumiendo un promedio de 37.8g de materia seca por día. Así mismo el consumo de materia seca proveniente del forraje, es similar en ambos tratamientos, en todos los periodos experimentales tomando en cuenta que el suministro fue el mismo para ambos tratamientos (15% de su peso corporal).

Callañaupa (2001), en un estudio de niveles de sustitución de forraje por concentrado, ha determinado que en la medida en que se les va restringiendo el forraje los cuyes aumentan de manera significativa el consumo de concentrado. Mejores ganancias de peso, corresponden a los animales alimentados con 10 o 20 % de forraje en función al peso corporal más el concentrado *ad libitum*, siendo expectante la ganancia de peso mediante la alimentación únicamente con el concentrado siempre que este incluya vitamina C.

Cayo (2007), señala que al realizar 12 semanas de experimento con cuyes Inti, Perú y Andina, alimentándolos con concentrado comercial y local, obtuvo un

grado de aceptación ligeramente favorable para el concentrado comercial, del mismo modo pudo observarse el consumo inmediato. La cantidad de materia seca proveniente del forraje es similar en los diferentes tratamientos y en todos los periodos experimentales tomando en cuenta que el suministro fue el mismo y en base al 15% de su peso corporal se le suministró el forraje, esto fue incrementándose gradualmente. Luego de realizar el análisis de variancia para el consumo de materia seca total por animal, se observa que no hay diferencia estadística en las líneas ni en la interacción, pero si existe diferencia en el alimento, lo cual indica que el alimento por los componentes que cuenta resulta más digerible para los animales experimentales. Los animales en estudio alcanzan cantidades similares en cuanto se refiere a consumo de alimento para cada periodo evaluado, sin embargo existe diferencia numérica a favor del concentrado comercial en relación al concentrado local no existiendo diferencia estadística. La alfalfa verde suministrado al 15% de su peso corporal de cuyes se muestra insuficiente para saciar el hambre, es por ello que consumen mayores cantidades de concentrado.

Escobar y Callañaupa (2002), en estudio comparativo de sustitución de forraje por concentrado en alimentación de cuyes mejorados, determinaron que la mejor alternativa para la alimentación en la etapa de recría es la mezcla de forraje en verde (10 a 20% del peso corporal) y el concentrado, sin embargo, para casos especiales, la ganancia de peso en cuyes alimentados solo con concentrado seco resulta bueno, siempre que el concentrado contenga en su constitución, vitamina C.

1.6 RECURSO HÍDRICO

Olalla (2005), indica que el agua en estado líquido, es un compuesto esencial en la biósfera, ya que es el componente mayoritario de la materia viva, y en su seno tiene lugar la mayoría de reacciones biológicas. Su carácter de disolvente casi universal y sus propiedades físico químicas define en gran medida los sistemas físicos y biológicos de la tierra. Se estima que en el mundo existen unos 1,400 millones de km³ de agua, de los cuales 35 millones (2,5 %) corresponden a agua dulce.

Cuadro 1.2. Distribución de los recursos hídricos mundiales

<i>Distribución de los recursos hídricos mundiales</i>			
	Volumen de agua (millones km³)	Porcentaje de agua dulce	Porcentaje del total del agua
Agua total	1 386		100,00
Agua dulce	35	100,0	2,53
Glaciares y capas polares	24,4	69,7	1,76
Agua subterránea	10,5	30,0	0,76
Lagos, ríos y atmósfera	0,1	0,3	0,01
Agua salina	1 351		97,47

http://www.fao.org/docrep/005/Y3918S/y3918s02.htm#P0_0

La gran cantidad de agua dulce de las capas polares, glaciares y acuíferos profundos no es utilizable. El agua dulce que puede ser usada procede esencialmente de la escorrentía superficial del agua de lluvia, generada en el ciclo hidrológico. El agua se recicla continuamente por la evaporación causada por la

energía solar. El ciclo hidrológico consume diariamente más energía que la utilizada en toda la historia de la humanidad. El promedio anual de precipitación sobre la tierra alcanza $119,000 \text{ km}^3$, de los cuales alrededor de $74,000 \text{ km}^3$ se evaporan a la atmósfera. Los $45,000 \text{ km}^3$ restantes fluyen hacia lagos, embalses y cursos de agua o se infiltran en el suelo alimentando a los acuíferos. Este volumen de agua se denomina convencionalmente «recursos hídricos». No todos estos recursos son utilizables, porque parte del agua fluye hacia ríos remotos y parte durante inundaciones periódicas. Se estima que de $9,000$ a $14,000 \text{ km}^3$ son económicamente utilizables por el hombre, nada en comparación con la cantidad total de agua de la tierra. Las extracciones anuales de agua para uso humano ascienden alrededor de $3,600 \text{ km}^3$. Parte del caudal de agua superficial debe seguir su curso natural para asegurar la dilución de efluentes y para asegurar la conservación de los ecosistemas acuáticos. El caudal ecológico que debe llevar un río depende de la época del año y de otros factores específicos de cada cuenca hidrográfica. Los caudales mínimos anuales de los ríos se estiman en unos $2,350 \text{ km}^3$, aunque es necesario conocer mejor los aspectos ecológicos de los ríos, que son complejos. Si a esta cantidad se suma la que se extrae para uso humano resulta que ya están comprometidos $5,950 \text{ km}^3$ de los recursos de agua dulce fácilmente disponibles. Globalmente, las cifras de recursos hídricos muestran que la situación es delicada, teniendo en cuenta las proyecciones demográficas y las demandas de agua. La situación ya es crítica en varios países y regiones, pues tanto la población como los recursos están distribuidos irregularmente. La escasez de agua dulce y la competencia entre los usuarios está aumentando en cada vez mayor número de zonas del mundo.

Mayor y Obasi (1997), refieren que la disponibilidad de agua dulce es uno de los grandes problemas que se plantean hoy en el mundo y en algunos aspectos el principal, porque las dificultades conexas afectan la vida de muchos millones de personas. Durante los próximos 50 años, los problemas relacionados con la falta de agua o la contaminación de masas de agua afectarán prácticamente a todos los habitantes del planeta. Las regiones del mundo que sufren escasez de agua siguen creciendo en superficie y en cantidad. Lo que preocupa es que esa población exige cada vez más agua y este recurso finito debe satisfacer también las necesidades de todas las demás formas de vida. El resultado puede ser una serie de desastres locales y regionales y de enfrentamientos que entrañarían una crisis de envergadura mundial. De hecho, los problemas relativos a las aguas dulces de la tierra ponen de relieve el dilema que se plantea a la humanidad. En valores absolutos, los mayores volúmenes de los recursos hídricos son los de Asia y de Suramérica. Los menores son los de Europa y Australia con Oceanía. Por otra parte, los valores absolutos no reflejan completamente la disponibilidad de agua en cada continente si no se relacionan con la población de cada lugar. El crecimiento rápido de la población entre 1970 a 1994 dio lugar a que la disponibilidad potencial del agua, para la población de la tierra, disminuyera desde 12,9 a 7,6 miles de metros cúbicos por año y por persona. La reducción más grande tiene lugar en África (2,8 veces), en Asia (2 veces), y en Suramérica (1,7 veces). El abastecimiento de agua para la población de Europa disminuyó solamente el 16% para ese período.

Con la finalidad de determinar la cantidad de agua virtual en la producción de cuyes, en etapa de recría, Ramírez (2013) condujo un experimento contando para

ello con cuyes de 400 g de peso y hasta que alcancen 1070 g, concluyendo que el agua en el forraje fresco constituye fuente importante en el aporte de este líquido en la dieta de estos animales. La ingesta de agua potable 45 a 18% de agua total consumida en la etapa de recría, cuya variación está determinada por la inclusión o no de concentrado. Y un resultado parcial, pero de mucha importancia es que en la etapa de engorde el agua que requieren los cuyes para producir 1 kg de carcasa varía entre 3,600 y 4,450 lt de agua virtual, y que el agua de consumo de agua potable solo representa el 0,1% del total de agua requerida en el proceso de engorde. Al que, Escobar y Ramírez (2012) agregan que hay necesidad de continuar estudios similares y en las diferentes etapas de crianza incluyendo la determinación de la necesidad de agua en toda la cadena productiva (crianza, beneficio, comercialización, etc.).

1.7 PROBLEMÁTICA DEL AGUA

FAO, (2001), señala que, los recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos, se están volviendo cada vez más escasos como consecuencia del aumento mundial de la población y de la activa intervención del ser humano en el ambiente. En este proceso, los recursos hídricos han sido afectados cada vez más negativamente en su calidad, reservas disponibles y capacidad natural de auto purificación. Ante estas circunstancias muchas regiones del mundo han alcanzado el límite de aprovechamiento del agua, lo que los ha llevado a sobreexplotar los recursos hidráulicos superficiales y subterráneos, creando un fuerte impacto en el ambiente. Aunque en las últimas dos décadas se ha logrado progreso sobre los distintos aspectos del desarrollo y la administración de los recursos hidráulicos,

los temas de la calidad del agua son más serios de lo que se creía. Las consecuencias derivadas de no intentar solucionar ese problema son potencialmente catastróficas, especialmente para las poblaciones más pobres, que son las que más padecen la escasez del agua. Son tres los problemas principales que caracterizan a la utilización del agua subterránea: el agotamiento debido a un exceso de extracción de este recurso; las inundaciones y la salinización causadas por un drenaje insuficiente; y finalmente, la contaminación, debida a las actividades intensivas agrícolas, industriales y de otro tipo. Cada vez es más frecuente ver como algunas acciones que realizamos en nuestra comunidad deterioran no sólo la calidad del agua, también nos acerca más a la racionalización severa del recurso para poder cubrir las necesidades de todos los pobladores. Esta situación nos llevará en pocos años a una escasez del agua que pondría en riesgo el desarrollo social de todos. Si bien es importante que cada persona valore el uso del agua para sus actividades básicas, es necesaria la organización comunitaria para el manejo eficiente del agua que nos permita preservarla a futuro.

(www.bvs.sld.cu/uats/rtv_files/rtv0298.htm)

Actualmente, en muchas áreas del planeta no se cumplen las pautas sostenibles para el desarrollo y uso del recurso agua. La creciente demanda del recurso, así como la reducción de los caudales en ríos con sus graves consecuencias para usuarios y ecosistemas, la sobre explotación de acuíferos a tasas superiores a la reposición natural, los problemas de contaminación y degradación de la calidad de las aguas, las dificultades de acceso al recurso para satisfacer necesidades básicas de un alto porcentaje de la población, son desafíos que demandan con urgencia

estrategias que permitan resolver las numerosas tareas pendientes en cuanto a la utilización de los recursos hídricos. En el caso de Chile, el sostenido crecimiento económico y el desarrollo social experimentado por el país a partir de la década del 90, ha generado demandas cada vez mayores sobre los recursos hídricos, así de la región Metropolitana al norte, las demandas superan el caudal disponible, en tanto la relación demanda-disponibilidad se presenta substancialmente más favorable entre la VI y la IX región, y de la X Región al sur la disponibilidad del recurso supera ampliamente las demandas. Los Sistemas de Captación del Agua de Lluvia se remontan a épocas históricas, en la región de la Mesopotamia se tienen registros con más de 5000 años. A principios de este siglo éstos Sistemas para uso doméstico perdieron su importancia debido al rápido crecimiento de las ciudades y a los Sistemas de distribución del agua a nivel domiciliario. En algunas regiones de los países de América Latina y el Caribe desde hace más de tres siglos se han utilizado Sistemas de Captación del Agua de Lluvia donde la recolección de agua proveniente de los techos es almacenada en cisternas de diferentes tipos y materiales, que aún representan la fuente principal de agua para uso doméstico. En la época colonial era común el diseño de diversos Sistemas de Captación del Agua de Lluvia en las haciendas, en los conventos y en las casas-habitación; se observan vestigios de estas tecnologías en los conventos de Santo Domingo (Oaxaca, México), Acolman (Edo. de México) y Zacatecas (Zacatecas, México). En el Estado de Campeche, México, la utilización del agua de lluvia es común para consumo humano, ya que el agua potable de las ciudades contiene altas concentraciones de sales y causa cálculos renales. En contraste, en varios países, aún se observa el sistema de carretas-tanque y tanques cisternas que reparten agua

potable a diversos núcleos de población, lo cual representa una considerable erogación por parte de los usuarios, a pesar de que en ocasiones es subsidiado por instituciones gubernamentales (Barbieri, 2009).

1.8 REQUERIMIENTO DE AGUA EN CULTIVOS

Hoy en día, aproximadamente 3 600 km³ de agua dulce son extraídos para consumo humano, es decir, 580 m³ per cápita por año. El diagrama de barras adjunto muestra que en todas las regiones, con excepción de Europa y América del Norte, la agricultura es obviamente el sector que consume más agua, representando globalmente alrededor del 69 % de toda la extracción, el consumo doméstico alcanza aproximadamente el 10% y la industria el 21%. El agua es indispensable para cualquier actividad: la industrial, la agrícola y la urbana ya que promueve su desarrollo económico y social. Con el propósito de alcanzar un manejo sustentable del recurso futuro, es necesario que todos los ciudadanos conozcamos la situación real del agua y participemos con las instituciones gubernamentales en la toma de decisiones para el manejo responsable del agua. (FAO, 2001)

(www.bvs.sld.cu/uats/rtv_files/rtv0298.htm)

Se necesita la participación de los miembros de la sociedad para que desde cada una de sus actividades: en el hogar, en el trabajo, en la escuela, en la comunidad, en las áreas de recreación, consideren el valor del agua haciendo uso eficiente del recurso y cuidando de no regresarla tan contaminada para preservar la calidad de las reservas naturales del agua.

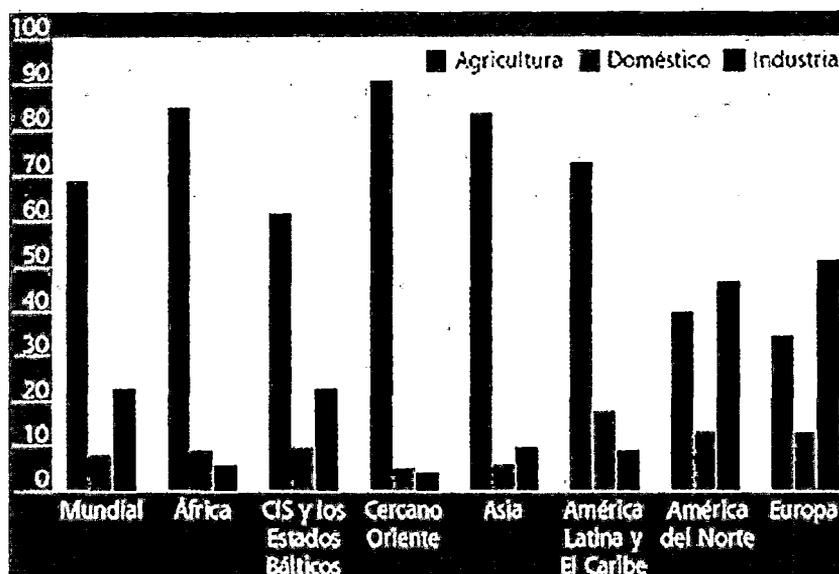


Gráfico N° 1.1: Extracciones de agua por región y por sector
http://www.fao.org/docrep/005/Y3918S/y3918s02.htm#P0_0

El sector agrícola es el mayor consumidor de agua con el 65%, no sólo porque la superficie irrigada en el mundo ha tenido que quintuplicarse sino porque no se cuenta con un sistema de riego eficiente, razón principal que provoca que las pérdidas se tornen monumentales. Le siguen el sector industrial que requiere del 25% y el consumo doméstico, comercial y de otros servicios urbanos municipales que requieren el 10%. Para el año 2015 el uso industrial alcanzará el 34% a costa de reducir al 58% los volúmenes destinados para riego y al 8% los destinados para otros usos. El consumo total de agua se ha triplicado desde 1950 sobrepasando los 4,300 km³/año, cifra que equivale al 30% de la dotación renovable del mundo que se puede considerar como estable. Es importante distinguir entre el agua que es extraída y el agua que es consumida realmente. De los 3,600 km³ de agua extraídos anualmente, aproximadamente la mitad es evaporada y transpirada por las plantas. El agua que es extraída pero no consumida regresa a los ríos o se infiltra en el suelo y es almacenada en los acuíferos. Sin embargo, generalmente,

esta agua es de peor calidad que el agua extraída. El riego consume la mayor parte del agua que se extrae (frecuentemente la mitad o más) como resultado de la evaporación, incorporación a los tejidos de las plantas y transpiración de los cultivos. La otra mitad recarga el agua subterránea, fluye superficialmente o se pierde como evaporación no productiva. . (FAO, 2001)

(www.bvs.sld.cu/uats/rtv_files/rtv0298.htm)

Cuadro 1.3: Extracción anual global de agua.

<i>Extracción anual global de agua estimada (km³, m³ per cápita y como porcentaje del total extraído)</i>		
	1950	1995
Agricultura		
Extracción	1100	2500
per cápita	437	436
porcentaje del total	79	69
Industrias		
Extracción	200	750
per cápita	79	131
porcentaje del total	14	21
Municipios		
Extracción	100	350
per cápita	40	61
porcentaje del total	7	10
Total		
Extracción	1 400	3 600
per cápita	556	628
porcentaje del total	100	100
Nota: Todas las cifras están redondeadas.		

http://www.fao.org/docrep/005/Y3918S/y3918s02.htm#P0_0

Así mismo, la página consultada refiere que hasta el 90% del agua que es extraída para el suministro doméstico vuelve a los ríos y acuíferos como agua residual. La industria consume aproximadamente el 5% del agua extraída. Las aguas residuales del alcantarillado doméstico e industrial tienen que ser tratadas antes de verterse a los ríos y en lo posible deben ser utilizadas aunque a menudo están muy contaminadas. Las cifras de las extracciones de agua para la agricultura no incluyen las lluvias que benefician la agricultura de secano. En realidad, el agua de lluvia produce más alimentos que el agua de riego, considerando además que el agua de lluvia también contribuye a la agricultura de regadío. (FAO, 2002)

(http://www.fao.org/docrep/005/Y3918S/y3918s02.htm#P0_0)

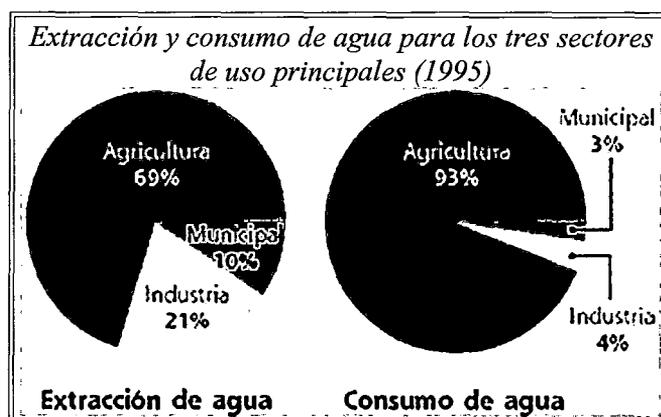


Gráfico 1.2: extracción y consumo de agua en 3 sectores.
http://www.fao.org/docrep/005/Y3918S/y3918s02.htm#P0_0

Estas cifras resaltan la importancia de la agricultura en el desafío de lograr que el agua disponible en la Tierra cubra las necesidades de un número de usuarios creciente. El agua que necesitan los cultivos varía entre 1,000 y 3,000 m³ por tonelada de cereal cosechada. Es decir, se requieren de 1 a 3 toneladas de agua para obtener 1 kg de arroz. Sin embargo, la cantidad de agua necesaria para

producir una tonelada de cereal puede reducirse significativamente manejando bien las tierras, tanto en secano como en regadío. (FAO, 2002).

http://www.fao.org/docrep/005/Y3918S/y3918s02.htm#P0_0

1.9 REQUERIMIENTO DE AGUA EN ESPECIES FORRAJERAS

El aprovechamiento de las ventajas de cualquier sistema de riego depende en gran medida del conocimiento de la cantidad de agua que consumen los cultivos y del momento oportuno para aplicarla, con el objetivo de no perjudicar su rendimiento. Es importante para los técnicos y agricultores conocer cuáles son los períodos sensibles del cultivo al déficit hídrico, con el objeto de planificar la aplicación de agua, especialmente en períodos de escasez de ella, ya que cuando ésta es escasa o no se aplica oportunamente, el cultivo detiene su crecimiento y afecta su productividad. (FAO, 2002)

http://www.fao.org/docrep/005/Y3918S/y3918s02.htm#P0_0

Por afirmaciones de la FAO (2001), el forraje hidropónico es un alimento que se obtiene mediante una tecnología de producción de biomasa vegetal de alta sanidad y calidad nutricional a partir de semillas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas, de alta palatabilidad para cualquier animal y de excelente valor nutritivo.

www.peruecologico.com.pe/lib_c1_t09.htm

1.10 EL AGUA EN LA PRODUCCIÓN DE PROTEÍNA ANIMAL

La captación del agua por los animales puede ser bebiéndola o ingiriendo alimentos húmedos o a través de la superficie del cuerpo. La pérdida de agua se

produce por excreción (sudor), defecación (orines) y evaporación. El balance hídrico depende también del medio ambiente, es decir, de la humedad, la temperatura, el viento y la humedad de los alimentos. La vitalidad de los animales está sujeta en gran parte a la capacidad de soportar cambios en el balance hídrico y a la facultad de evitar cambios perjudiciales mediante dispositivos de protección o procesos de regulación.

(www.peruecologico.com.pe/lib_c1_t09.htm).

En situaciones anormales, el suministro insuficiente de agua, conlleva al mal funcionamiento del organismo. Aunque la naturaleza provee de recursos para tratar de equilibrar esta situación, nutriéndose además del líquido que contienen los alimentos y naturalmente del agua ingerida, de sus propios sistemas para producirla dentro del organismo, y esto a través de la degradación de las reservas de hidratos de carbono, proteínas y grasas almacenadas en el organismo del animal. Sin embargo hay que recordar, que este sistema proporciona más o menos el 10% de los requerimientos de agua del organismo, el 90% restante, debe provenir del agua ingerida por el animal y la proporcionada a través de los alimentos.

(www.mascotamigas.com/organismo_agua.htm).

Sabemos que cuando un animal nace está formado aproximadamente por un 90% de agua. Sin embargo la proporción de líquido va descendiendo paulatinamente, conforme aumenta la edad, hasta alcanzar cifras de alrededor del 70% en el adulto. El agua es indispensable para la vida, participa en infinidad de reacciones químicas y físicas y se considera el solvente universal. En los vertebrados

terrestres es un factor limitante, ya que la deshidratación siempre restringe sus movimientos hacia zonas donde el agua dulce esté disponible. El agua se distribuye en el organismo animal de forma conocida. Existen diversas fracciones de agua corporal, siendo la más importante el líquido intracelular, que representa aproximadamente un 45% del volumen corporal, el agua extracelular o tisular (líquido intersticial), representa un 20%, el plasma sanguíneo contiene entre el 5 y el 6% del total, la linfa otro 1,5%, el líquido céfalo raquídeo o cerebroespinal entre un 0,1 a 0,3%. El resto del organismo adulto está formado por sólidos (con un valor cercano a un 30%).

www.es.scribd.com/doc/54034753/El-Agua-en-El-Organismo-Animal

1.11 AGUA VIRTUAL

El agua virtual es la cantidad de agua utilizada de modo directo e indirecto para la realización de un bien, producto o servicio. Cada objeto que nos rodea necesita de miles de litros de agua para ser producido. A esa agua la llamamos “virtual” porque no la vemos, sin embargo está presente en la comida, bienes y servicios que consumimos a diario. Tengamos en cuenta que una vaca produce aproximadamente 6,000 litros de leche por año. En ese tiempo, consume más de 3,000 kilos de alimento, que a su vez necesitan casi 4,000.000 de litros de agua para ser producidos; además de 8,000 litros de agua para beber, y 2,500 litros más para su cuidado e higiene. Por lo cual para obtener un litro de leche se usan en total de más de 1,000 litros de agua virtual. La cantidad de agua virtual necesaria para producir aquello que usamos o consumimos diariamente nos ayuda a saber que en realidad utilizamos mucha más de la que vemos a simple vista, lo cual debe impulsarnos a valorarla aún más:

1 kilo de carne: 15,000 litros de agua.

1 kilo de queso: 5,000 litros de agua.

1 hamburguesa: 2,400 litros de agua.

1 kilo de azúcar: 1,500 litros de agua.

1 vaso de leche: 200 litros de agua.

Si bien el agua es un recurso renovable, también es un recurso finito, por lo cual es importante tener en cuenta que la cantidad que utilizamos a diario, en forma directa o indirecta, podría ser usada para la elaboración de otros productos que también necesitamos. Todos podemos ser verdaderos agentes de cambio si valoramos el agua que nos rodea y llevamos a cabo acciones concretas con el fin de reducir su consumo, evitando el derroche y eligiendo lo que consumimos.

- 50 litros de agua.- En la cocina se usa un tapón y llena la batea al lavar los platos.

La cantidad de agua que se ahorra equivale a la necesaria para producir los tomates y lechugas de una ensalada familiar.

- 500 litros de agua.- Para lavar el auto y la vereda se utiliza un balde en lugar de la manguera. Lo que se ahorraría equivale a la cantidad que demanda un desayuno para 2 personas.
- 650 litros de agua.- Si toda la familia toma duchas rápidas, de alrededor de 5 minutos, obtendrás un ahorro de agua similar al necesario para producir un plato de pollo con verduras.
- 12,000 litros de agua.- Una pileta pequeña requiere esta cantidad de agua. Utiliza productos para evitar su renovación y ahorraras la cantidad de agua

necesaria para la producción de una cena familiar que incluye bife con papas fritas y tomate.

Los valores de agua virtual por producto presentados se basan en promedios mundiales, por lo que pueden variar según el lugar de origen y el proceso de producción al que están sujetos.

<http://www.aguasbonaerenses.com.ar/detalle-vinculo-con-la-comunidad.php?id=29>

Desouzart citado por Barbieri (2009), manifiesta que si miramos el futuro, tenemos una población de 6,500 millones de personas millones de personas y en el, 2050 seremos 9,050 millones sobre la tierra, lo que quiere decir que tendremos 2,550 millones más en cifras redondas generales. De ellas la mayoría nacerán en África y Asia, o sea, el futuro demográfico del mundo está en Asia, África y América Latina. Pero esta gente no tendrá agua dulce suficiente para producir el cambio de sus dietas alimenticias de un vegetarianismo económico impuesto por las bajas condiciones económicas, hacia el consumo de proteína animal que necesitaran. Entonces esto implica que las Américas que son mayoritariamente ricas en agua dulce sean suministradoras de su excelente agua, la cual será transportada par que esos países las utilicen bajo la forma de alimento. Un kg de carne bovino gasta unos 16, 000 litros de agua dulce para ser producido en todo el circulo (cadena de producción) desde los granos, pastos, animales, el proceso de faena, etc. El agua dulce será la clave para la decisión estratégica de que proteína animal producir. Se necesitan 16,000 litros de agua para producir 1 kl de carne bovina; 6,000 litros de agua para producir 1 kl de carne de cerdo; 2,840 litros de agua para producir 1 kl de carne de ave. Lo que ocurrirá en el 2050, si hay escasez de agua dulce en el mundo, sino hay alternativas para el agua dulce porque para el

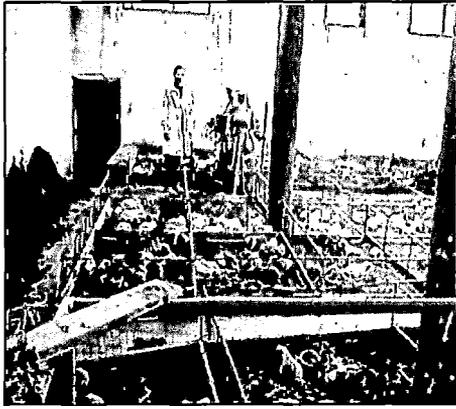
petróleo si hay alternativas, ellas pasan por una decisión económica, lo primero que se concluye, es que si bien hoy la carne de cerdo es la carne más producida en el mundo, al llegar al 2050 la carne de ave será el futuro del consumo mundial de proteína animal (Barbieri, 2009).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

2.1.1 Ubicación del Ensayo

El presente estudio se realizó en el Monasterio de Madres Carmelitas Descalzas, del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, que se ubica a una altitud de 2750 msnm, entre las coordenadas geográficas de 13°08' latitud sur 74°32' longitud oeste. Este lugar presenta características de clima templado, óptimas para el crecimiento y desarrollo del animal que se investigó. El mencionado lugar, posee recursos forrajeros aptos para el consumo del animal, así como la alfalfa. También se cultivan productos de pan llevar, con fines de autoconsumo.



(A)



(B)

Fotografía N° 2.1: Instalaciones dentro (A) y fuera (B) del convento de Santa Teresa.

2.1.2 Duración del Ensayo

El presente trabajo de investigación tuvo una duración de cinco semanas con inicio el 10 de setiembre de 2011 y concluyéndose el 15 de octubre de 2011. Llevándose a cabo todo el procedimiento en las instalaciones del Monasterio de Madres Carmelitas Descalzas.

2.1.3 Infraestructura y equipos

1. **Galpón.-** El presente estudio se llevó a cabo en el galpón de producción de cuyes, cuya propiedad pertenece al Monasterio de Madres Carmelitas Descalzas, constituidas con paredes de ladrillo y cemento, teniendo el piso de concreto, el techo de calamina, con puertas de metal.(0.50X0.65m)
2. **Pozas.-** Al interior del galpón se tuvo instalado las pozas o jaulas cuyas dimensiones fueron 0.50x0.50x0.50m, contándose para ello un total de 12 pozas.
- 3.- **Comederos.-** En cada poza se colocó un comedero de arcilla fijando para evitar posible caída y derramamiento del alimento.



Fotografía N° 2.2: Comederos y bebederos de arcilla

- 4.- **Bebederos.-** Se colocó así mismo un bebedero de arcilla, en cada una de las pozas, a fin de reportar con precisión el consumo en cada poza.
- 5.- **Balanza.-** Ésta sirvió para el control diario de peso de los alimentos y el control semanal del peso corporal de los cuyes. Teniendo como capacidad de 1.5kg y sensibilidad en gr.
- 6.- **Otros.-** Del mismo modo, se utilizaron, probetas, equipos zootécnicos, bolsas, veterinarios de uso común en el manejo de los animales.

2.2 ANIMALES EXPERIMENTALES

2.2.1 Animales

Se emplearon 36 animales machos, divididos en 3 grupos genéticos (Perú, Inti, Andino) seleccionados por peso y edad similares en el mismo Monasterio. Una vez seleccionados fueron identificados mediante la colocación de aretes. Cada grupo se distribuyó en 4 pozas distribuidas al azar (repeticiones), además cada

poza tuvo 3 cuyes destetados (unidad experimental), con peso promedio de 300g tratando siempre de formar grupos con mayor similitud en tamaño y peso; estos fueron destetados entre los 25 y 30 días de edad.



Fotografía N° 2.3: animales de diferente genotipo

2.2.2 Alimentación

Los cuyes fueron alimentados según el tratamiento asignado. Con alfalfa, cuyo nivel varió en función al peso y complementando con un alimento balanceado. Se especificará en el siguiente ítem.

2.3 TRATAMIENTOS

Durante las 05 semanas que duró el experimento, cada grupo genético fue alimentado con alfalfa en verde equivalente al 20% del peso corporal, complementado con un concentrado comercial ad libitum, quiere decir que la alfalfa proporcionada fue en aumento gradual después del control de peso de los animales (semanalmente), así mismo se le ofreció 400ml de agua por poza. Siendo la distribución de la siguiente manera:

- **Tratamiento 1:** Cuyes Perú alimentados con alfalfa en verde (20% del peso corporal) más un alimento balanceado comercial ad libitum.
- **Tratamiento 2:** Cuyes Andino alimentados con alfalfa en verde (20% del peso corporal) más un alimento balanceado comercial ad libitum.
- **Tratamiento 3:** Cuyes Inti alimentados con alfalfa en verde (20% del peso corporal) más un alimento balanceado comercial ad libitum.

2.4 VARIABLES EN EVALUACIÓN

2.4.1.- Consumo de alimento.- Los animales recibieron forraje verde equivalente al 20% del peso corporal, diariamente, así mismo se ofreció un alimento balanceado para libre consumo debidamente pesado. Semanalmente se totalizó el consumo de forraje y el concentrado para los cálculos posteriores. Los residuos de los alimentos se recolectaron y se pesaron a efectos de permitir el cálculo de consumo efectivo de alimento.

La cantidad del alimento balanceado consumido por los animales se determinó por diferencia entre la cantidad suministrada durante la semana y la cantidad residual al final de la semana evaluada, para tal efecto, se le ofreció bajo peso una ración durante los días de consumo y antes de volver a proveerles más alimento de la misma calidad para los siguientes días, el residuo ha sido pesado.

Tanto el forraje como el alimento balanceado consumido por los animales se controlaron como se les ofrece, pero para fines de cálculo se llevó a base seca.

Para la determinación del contenido de materia seca en alfalfa, se tomó dos muestras por semana, procediendo a secar bajo sombra posteriormente estandarizar en estufa.

2.4.2.- Ganancia de peso y producción cárnica estimada.- Para la determinación de ganancia de peso de los animales, estos fueron pesados cada 7 días (semanalmente) sin consumo significativo de alimentos. De tal forma que los datos obtenidos facilitaron el cálculo de incremento semanal acumulado para el periodo de alimentación para cada tratamiento, así como para el promedio diario y el incremento porcentual de unidad de peso.

2.4.3.- Conversión alimenticia.- Para el cálculo de la conversión alimenticia se han empleado los datos obtenidos referentes a la ganancia de peso semanal, así como el consumo de alimentos de cuya relación se ha obtenido el índice de conversión alimenticia.

2.4.4.- Consumo de agua por animal.- En la determinación de ésta variable, se tuvo en cuenta a partir del primer día, ya que se registró el consumo diario de agua potable, al que se sumó el agua del forraje y del alimento balanceado, según el uso. Para la evaluación del consumo del agua potable se les proporciono en cantidad fija mediante una probeta, así mismo en horas de la mañana fue registrándose el agua residual, con cuyos datos fueron obteniéndose el valor del consumo real y diario del agua potable.

Semanalmente se totalizó el consumo de agua para cálculos posteriores.

2.4.5.- Agua virtual en la etapa de recría.- Para la determinación de la cantidad total de agua requerida en la etapa de recría de cuyes, en primer término se ha tomado en cuenta el agua que ingieren en el forraje, para lo cual muestras de estos

se han tomado dos veces por semana para determinar el contenido de humedad; similarmente se ha procedido en la determinación del contenido de agua en el concentrado, pero este caso en muestra única.

El agua de bebida proporcionada se ha medido estrictamente a diario calculando el consumo real diariamente. El agua necesaria en la producción de forrajes y los constituyentes del forraje utilizado se ha obtenido por simulación con los datos que distintos autores han reportado vía internet.

2.5 DISEÑO ESTADÍSTICO

Para la evaluación de las variables del experimento y sus unidades experimentales se han distribuido en función a un bloque completo randomizado, contando para ello con 3 tratamientos (genotipos) y replicándose cada uno de ellos en número de 4 (pozas)

Para el estudio de las diferentes determinaciones de los tratamientos, se hizo el uso del Diseño de Bloque Completamente Randomizado, que consta de 3 tratamientos con 4 repeticiones. La unidad experimental será establecida por 3 cuyes en su respectiva poza con tamaño y edad similar.

El modelo aditivo lineal será:

$$X_{ij} = \mu + B_j + T_i + C_{ij}$$

Dónde:

X_{ij} = Respuesta a un tratamiento de un animal dado.

μ = Media para las unidades.

B_j = Efecto del bloque (1,2,3,4)

T_i = Efecto del tratamiento (1,2,3)

ϵ_{ij} = Error experimental

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan en el siguiente orden:

Consumo de alimentos

Ganancia de peso.

Conversión alimenticia.

Consumo de agua por unidad de peso.

Agua virtual en la producción de cuy en etapa de recría.

3.1 CONSUMO DE ALIMENTO

En el Cuadro 3.1 se presentan los resultados obtenidos para el consumo de forraje (seco), del concentrado y del total de estos; así mismo, se detallan los resultados para el consumo de alimento seco promedio diario para cuyes de los 3 genotipos.

Con esta finalidad, previamente se determinó el porcentaje de materia seca para cada una de las semanas de experimentación en la alfalfa y el concentrado, los que permitieron realizar los cálculos referidos. El porcentaje de humedad del forraje fue de 79,8% contenido que no ha variado significativamente durante el periodo de experimentación.

Como puede apreciarse, el consumo acumulado de forraje seco sufre una ligera variación en los distintos bloques en cada uno de los tratamientos (genotipo); estas ligeras variaciones corresponden igualmente a las ligeras variaciones en el peso promedio de los animales por cuanto, como se ha indicado en el capítulo anterior, el criterio de bloqueo se optó en función al peso inicial de los animales con la finalidad de reducir al mínimo el error por efecto de la variación del peso de los animales.

Cuadro 3.1: Consumo acumulado de alimento seco en cuyes mejorados.

Tratamiento	Repet.	Peso Corporal (g)		Consumo Alimento (g/MS)			
		Inicial	Final	Forraje	Conc.	Total	Promedio/día
PERU	I	248	789	491	1188	1679	47.98
	II	246	756	492	1106	1598	45.66
	III	285	808	474	1270	1744	49.83
	IV	316	879	524	1402	1926	55.03
	PROM	274	808	495	1242	1737	49.62
ANDINA	I	253	695	432	1230	1662	47.50
	II	248	762	459	1394	1853	52.95
	III	251	723	464	1376	1840	52.56
	IV	298	811	482	1547	2029	57.97
	PROM	263	748	459	1387	1846	52.75
INTI	I	262	774	485	1196	1681	48.04
	II	272	807	497	1220	1717	49.05
	III	344	878	462	1349	1812	51.76
	IV	354	878	495	1359	1855	52.99
	PROM	308	834	485	1281	1766	50.46

De otro lado, puede observarse ligeras variaciones en relación al consumo de concentrado en cada uno de los grupos de animales, corresponde un mayor consumo al grupo con mayor peso corporal de los animales.

Al acumular el consumo total de alimento seco durante las cinco semanas de alimentación, se han reportado consumos de 1,737; 1,846 y 1,766 gramos para cuyes de genotipo Perú, Andina e Inti respectivamente; cuyos resultados comparados con resultados que reportan otros investigadores constituyen variaciones mínimas, siempre que se trate de las condiciones en las que se realizaron los estudios.

Asimismo, se ha calculado el consumo promedio diario de alimento seco por cada animal en experimentación el que varió entre 50 y 53 gramos por día por animal; variaciones igualmente mínimas para los distintos grupos en estudio.

Mediante el análisis de variancia para el consumo de forraje se ha determinado que existe diferencia estadística ($P > 05$), es decir, que el nivel de consumo forrajero, resulta diferente en por lo menos un grupo de los genotipos estudiados.

Cuadro 3.2 Análisis de variancia del consumo acumulado de forraje

F. Var.	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Bloque	3	2135.6	711.9	3.48	0.090 ns
Trata	2	2742.0	1371.0	6.71	0.030 *
Error	6	1226.7	204.4		
Total	11	6104.2			

C.V. = 2.47

Mediante la prueba de Tukey se ha determinado lo que se resume en el Gráfico N° 3.1, el mismo que permite afirmar que los cuyes Perú han consumido estadísticamente mayor cantidad de forraje que los cuyes Andino.

De otro lado el nivel de consumo forrajero resultó similar entre sí, para cuyes Perú e Inti, e Inti y Andino, respectivamente.

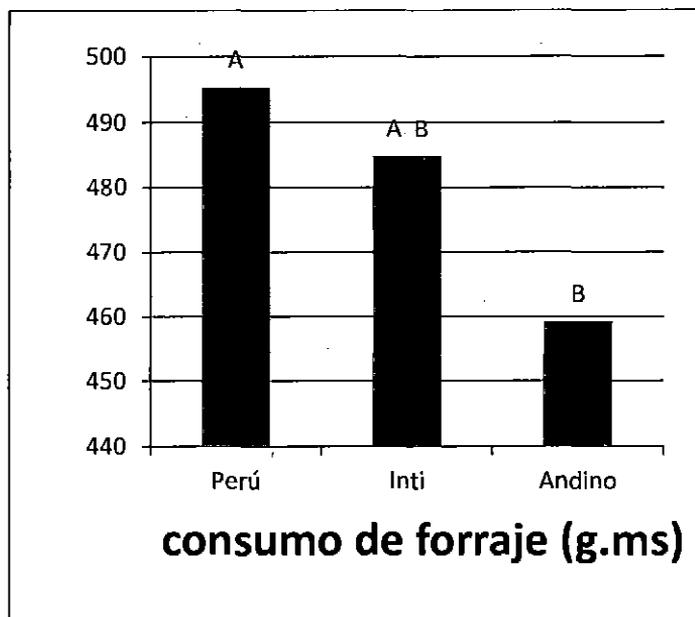


Gráfico 3.1: consumo de forraje (g.ms)

Esta misma tendencia (Gráfico N° 3.2) se ha podido determinar mediante el análisis estadístico, para el nivel de consumo de concentrado durante las cinco semanas que duró el periodo de experimentación; con la diferencia de que el mayor consumo contrariamente corresponde a cuyes Andino en comparación al consumo de cuyes Perú. Quiere decir, que el menor consumo de forraje de cuyes andino ha sido compensado con el concentrado y viceversa.

Cuadro 3.3: Análisis de variancia del consumo acumulado de concentrado

F. Var.	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Bloque	3	96448	32149	8.24	0.015 *
Trata	2	45121	22561	5.78	0.040 *
Error	6	23420	3903		
Total	11	164989			

C.V. = 4.79

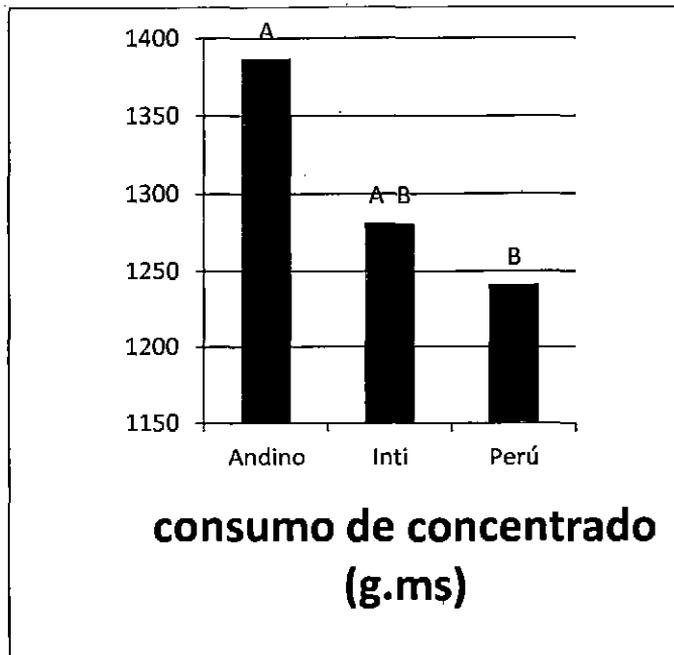


Gráfico 3.2: Consumo de concentrado (g.MS)

Sin embargo, mediante el análisis de variancia del consumo total de alimentos (Cuadro 3.4) no se ha determinado diferencia estadística, es decir, los cuyes de los tres genotipos, resultan consumiendo similar cantidad de alimento, aspecto que podría atribuirse a la compensación por el diferente grado de consumo de forraje y concentrado. La diferencia de 80 a 100 gramos de alimento, a favor de cuyes andino solo representa una diferencia numérica. Sin embargo, los resultados en cada uno de los bloques (repeticiones) resulta significativo, producto de la diferencia del nivel de consumo de alimentos por los animales que al inicio del periodo experimental se diferenciaban en peso.

Cuadro 3.4: Análisis de variancia del consumo total de materia seca

F. Var.	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Bloque	3	118140	39380	8.62	0.014 *
Trata	2	25554	12777	2.80	0.139 ns
Error	6	27407	4568		
Total	11	171102			

C.V. = 3.79

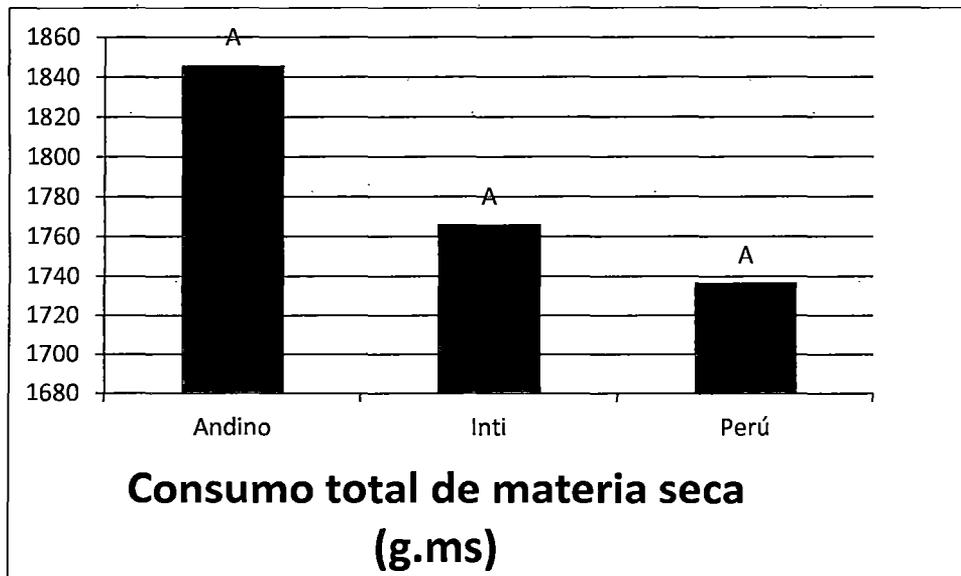


Gráfico 3.3: consumo de materia seca total (g.ms)

Al respecto Anaya (2002), indica que el consumo semanal de alimentos al suministrarles concentrado más forraje verde, en cuanto a materia seca, experimenta un incremento gradual al transcurrir el periodo de alimentación, por cuanto el consumo diario de materia seca va en aumento, teniendo como promedio de 37,8 gramos de materia seca por día, tendencia similar al del presente estudio.

De otro lado Escobar y Callañaupa (2002), informan que el consumo de materia seca puede alcanzar entre 3,6 y 4,1 kg, pero que la cantidad básicamente depende del tiempo de alimentación, siendo necesario por ello la evaluación de la conversión alimenticia.

3.2 GANANCIA DE PESO Y PRODUCCIÓN CÁRNICA ESTIMADA

En el Cuadro 3.5 se presentan los resultados para pesos inicial y final y la ganancia de peso obtenidos para animales de los 3 grupos, producto de la alimentación realizado durante las 5 semanas.

Cuadro 3.5: Ganancia de peso corporal en cuyes de tres genotipos por tratamiento

Tratamiento	Repetición	Peso Corporal (g)		Ganancia de Peso (g)		C.A
		Inicial	Final	Total	Prom./día	
PERU	I	248	789	541	15.5	3.1
	II	246	756	509	14.6	3.1
	III	285	808	523	14.9	3.3
	IV	316	879	562	16.1	3.4
	PROM	274	808	534	15.3	3.3
ANDINA	I	253	695	441	12.6	3.8
	II	248	762	514	14.7	3.6
	III	251	723	472	13.5	3.9
	IV	298	811	513	14.7	4.0
	PROM	263	748	485	13.9	3.8
INTI	I	262	774	512	14.6	3.3
	II	272	807	535	15.3	3.2
	III	344	878	534	15.2	3.4
	IV	354	878	523	15.0	3.5
	PROM	308	834	526	15.0	3.4

Como puede apreciarse hay ligeras variaciones en el incremento acumulado, al interior de cada grupo genético; sin embargo, la respuesta es que los animales que iniciaron el periodo de experimentación con mayor peso son aquellos que lograron mayor peso final y mayor ganancia de peso.

Asimismo, puede apreciarse la diferencia en el incremento acumulado de cuyes Perú apenas se diferencian en 8 gramos con lo obtenido para cuyes inti; sin embargo esta diferencia es un poco más amplia con cuyes andino (49 g).

Al análisis estadístico no se ha determinado diferencia estadística para ganancia de peso durante el periodo de alimentación para cuyes de los distintos genotipos, es decir, que los tres grupos raciales responden de similar manera a la ración ofrecida; además esta respuesta guarda concordancia con la primera variable evaluada.

Cuadro 3.6: Análisis de variancia para ganancia de peso

F. Var.	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	2	5682.61	2848.3	1.05	0.437 ns
Bloque	3	2128.66	2745.1	4.43	0.066 ns
Error	6	3831.33	619.0		
Total	11	11642.66			

C.V. 4.90

Para una mejor visualización de este resultado igualmente se presenta el Gráfico 3.4.

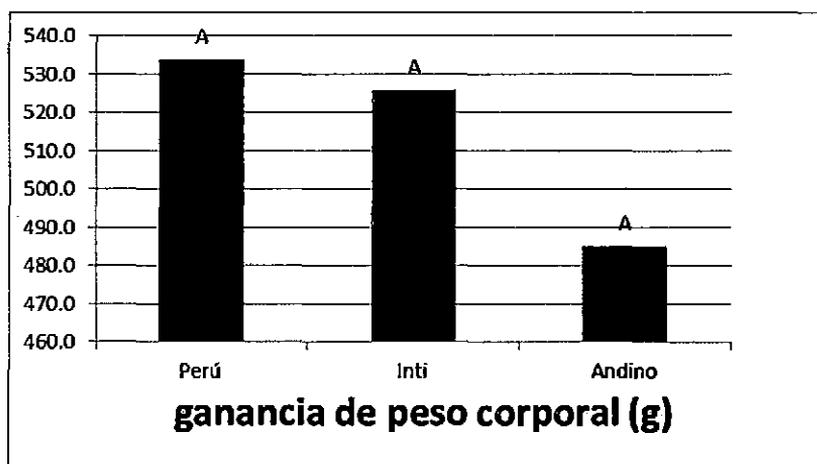


Gráfico 3.4: Ganancia de peso corporal

Estos resultados son inferiores al resultado que reporta Anaya (2002), quien alimentando cuyes con alfalfa más dos tipos de concentrado durante ocho semanas ha logrado una ganancia de 657 y 632 gramos; sin embargo, esta diferencia podría atribuirse a la alimentación por mayor tiempo, por cuanto el mencionado autor alimentó durante tres semanas más en relación al presente estudio.

Asimismo, estos resultados son inferiores a los reportados por Escobar y Callañaupa (2002), quienes reportan haber logrado incrementos de 866, 752 y 615 gramos utilizando un concentrado más niveles de restricción de forraje fresco, pero igualmente esta diferencia es atribuible a mayor tiempo de alimentación.

Sin embargo, el incremento de peso que se ha determinado en el presente estudio es superior los resultados que se logran en cuyes alimentados solamente con forraje fresco (Callañaupa, 2001; Escobar y Callañaupa, 2002).

Además Anaya (2002), agrega que las variaciones existentes en el peso corporal acumulado, durante todo el periodo de experimentación no han tenido un comportamiento similar en cada una de las semanas en que fueron evaluadas, tal es así que el incremento de peso para las diferentes semanas resulta distinto; sin embargo, la tendencia se ajusta a ley de rendimientos decrecientes. Es decir, las ganancias de peso son mayores en las primeras semanas del experimento, disminuyendo mínimamente y de manera progresiva al transcurrir el periodo de alimentación. Durante las dos primeras semanas, las ganancias de peso promedio

por día y por animal, oscilan entre 9,89 y 12,52 gramos, bajo una alimentación con concentrado y alfalfa.

Como puede apreciarse en el mismo cuadro la ganancia diaria promedio, independiente al genotipo está entre 14 y 15 gramos, resultado superior a los reportes de Anaya (2002); Escobar y Callañaupa (2002); Callañaupa (2001) y Cayo (2007); lo cual podría deberse a la calidad genética de los cuyes que poseen la granja de cuyes del Monasterio Santa Teresa.

Como puede apreciarse, el mejor promedio de ganancia diaria corresponde a cuyes Perú e Inti.

3.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

En el Cuadro 3.5 de la sección anterior, se muestra el índice de conversión alimenticia para los tres grupos genéticos. En general, para el tipo de raciones que se han empleado estos resultan óptimos, por cuanto los investigadores que vienen trabajando en esta especie consideran una conversión eficiente aquellos que varían entre 3,0 y 3,5 (Aliaga, 1979; Chauca, 1993; Escobar y Callañaupa, 2002). El análisis de variancia, determinó que existe diferencia estadística para el efecto genotipo.

Cuadro 3.7: Análisis de variancia para el índice de conversión alimenticia.

F. Var.	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	2	0.8016	0.4001	206.14	0.0001 **
Bloque	3	0.1933	0.0644	33.14	0.0004 **
Error	6	0.0116	0.0019		
Total	11	1.0116			

A la prueba de Tukey se determinó que los cuyes la raza Andina resultan menos eficientes en la transformación de alimentos en ganancia de peso corporal, comparados con cuyes Perú e Inti; existiendo similitud entre estos dos últimos, resultado concordante con la afirmación de Chauca (1993), quien menciona que la actitud más resaltante de cuyes Andino no es precisamente la velocidad de crecimiento o la conversión alimenticia sino su actitud maternal.

3.4. CONSUMO DE AGUA POR ANIMAL

Los resultados sobre la ingestión de agua en el forraje, concentrado e ingestión directa de agua potable y su respectivo total, se presentan en el Cuadro 3.8.

Como se ha mencionado, el agua se proporcionó en bebederos con medida conocida de 500 ml los cuales fueron proporcionados cada día, luego de determinar y eliminar el residuo del día anterior.

En general la ingestión del agua en cada una de las fuentes experimenta ligeros cambios en cada uno de los grupos genéticos de cuyes. Como puede apreciarse en el Cuadro 3.8, la ingestión de agua, para cuyes que fueron alimentados desde los 300 hasta 800 gramos, con ligeras variaciones, fue en promedio de 3,9 litros por animal.

Entre los pesos promedio indicados, la ingestión diaria de agua fue de 113 ml por animal, resultados similares a los de Chauca (1993).

Como se puede apreciar en el cuadro indicado, las fuentes importantes de ingestión de agua por los cuyes están constituidas por el agua en el forraje y el consumo líquido. Por lo que se puede inferir que el animal necesita consumir agua adicional al ingerido en el forraje fresco, situación que debe tenerse en cuenta ante la falsa creencia popular, que los cuyes satisfacen sus necesidades tan solo mediante la ingestión de agua contenida en el forraje (Aliaga, 1979; Escobar y Callañaupa, 2002).

Esto se debe tener en cuenta en los programas de alimentación con fines de engorde, por cuanto, el consumo significativo de agua potable sobre el agua contenida en el forraje, limitaría el consumo de materia seca en aquellos alimentados únicamente con forraje fresco.

Cuadro 3.8: Ingestión de agua en cuyes por tratamiento

Tratam.	Repet.	Consumo de agua (ml)				
		Forraje	Concent.	Potable	Total	Prom/día
PERU	I	1939	122	1722	3783	108.08
	II	1944	113	1491	3549	101.39
	III	1871	130	1811	3812	108.92
	IV	2071	144	2506	4721	134.89
	PROM	1956	127	1882	3966	113.32
ANDINA	I	1707	126	1823	3657	104.48
	II	1812	143	1833	3788	108.23
	III	1831	141	1899	3871	110.61
	IV	1906	159	2436	4501	128.59
	PROM	1814	142	1998	3954	112.97
INTI	I	1917	123	1935	3975	113.57
	II	1963	125	1725	3813	108.95
	III	1826	138	1989	3954	112.96
	IV	1957	139	1847	3943	112.66
	PROM	1916	131	1874	3921	112.04

La mayor cantidad de ingesta de agua es posible que tenga influencia en el contenido acuoso de las heces y del contenido estomacal, lo que deberían ser evaluados posteriormente. En general, el consumo porcentual de agua en el concentrado corresponde aproximadamente al 3% del total de agua que los cuyes consumen, el restante (97%) es ingerido en forma líquida (agua potable) y agua en el forraje. Del total de agua que ingieren los cuyes en recría, entre 53 y 50% tienen origen en el forraje y el complemento alimenticio, resultado similar a lo que reportan Escobar y Ramírez (2012), quienes informan que los cuyes mejorados en crianza en confinamiento y alimentados con forraje fresco más complemento alimenticio seco, consumen aproximadamente el 45% de agua en forma líquida.

Ramírez (2013) menciona, que dependiendo del peso inicial y de la ración, el agua ingerida en 3 semanas de alimentación tuvo origen en el forraje succulento entre 2,39 y 4,27 litros en cuyes alimentados solo con alfalfa fresca; y de 0,98 y 1,64 litros en aquellos alimentados con alfalfa fresca más concentrado. En ambos casos, los cuyes complementaron este consumo mediante la ingestión de agua potable, correspondiendo la mayor ingesta para los animales de mayor peso, así como para aquellos alimentados con alfalfa y concentrado. De esto se puede afirmar que el animal necesita consumir agua porque el contenido de agua en el forraje no cubre la necesidad del animal.

3.5 AGUA VIRTUAL EN LA PRODUCCION DE CUYES EN LA ETAPA DE RECRÍA

Hasta hace algunas décadas, varios científicos afirmaban que los rumiantes eran los animales del futuro, considerando que estos podían transformar productos no aptos para consumo humano (pastos y forrajes) en proteína de excelente calidad, evitando así, la competencia con el hombre por un mismo alimento; sin embargo, este concepto en las últimas décadas va variando considerablemente. En la actualidad, otros evalúan la eficiencia de los animales por su capacidad de uso del agua en la producción de proteína de origen animal, en cuya medida, los rumiantes resultan menos eficientes en relación a otras especies animales, por su dependencia de pastos, que a su vez requieren cantidades elevadas de agua en el proceso productivo. Diversas publicaciones indican que los bovinos requieren alrededor de 16 mil litros de agua por kg de carne que producen, mientras que las aves requerirían solo 2,88 mil litros de agua para igual volumen de producción cárnica (Barbieri, 2009).

En esta perspectiva, a través del presente estudio (preliminar), se intenta evaluar la capacidad de uso de agua en cuyes mejorados en la producción de carne, considerando que no existen estudios específicos al respecto, tema que en el futuro, será abordado con mayor frecuencia por la problemática del agua a nivel mundial.

Cuadro 3.9: Análisis de variancia de agua

F. Var.	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	2	4344.00	2172.00	0.03	0.9697 ns
Bloque	3	817848.91	272616.30	3.88	0.0741 ns
Error	6	421285.33	70214.22		
Total	11	1243478.25			

El análisis de variancia (Cuadro 3.9) muestra que los cuyes de los tres genotipos han consumido durante las cinco semanas de experimentación similar cantidad de agua bajo las tres fuentes de ingesta; es decir, que la diferencia en cuanto a nivel de consumo de agua está influenciado por otros factores, como la temperatura ambiental, edad de los animales, ración, etc. mas no así por el genotipo.

Cuadro N° 3.10 Agua virtual en la producción de cuyes en la etapa de recría.

Tratamiento		Agua Virtual en producción forraje (lt.)	Agua virtual concentrado (lt.)	Consumo agua (lt.)		Total
				Forraje	Agua potable	
PERU	Consumo	279.92	645.84	1.95	1.88	929.59
	Porcentaje	30.10	69.49	0.21	0.20	100.00
ANDINA	Consumo	229.50	721.24	1.81	2.00	954.55
	Porcentaje	24.04	75.56	0.19	0.21	100.00
INTI	Consumo	242.50	666.12	1.91	1.87	912.40
	Porcentaje	26.58	73.01	0.21	0.20	100.00
PROMEDIO		26.91	72.69	0.20	0.20	100.00

Estos resultados son aun parciales, no incluyen el requerimiento de agua desde la concepción o antes de la misma (demanda de agua en el crecimiento y desarrollo de la madre), ni la lactancia; solo desde inicios del peso promedio de 300 gr. hasta alcanzar el peso de beneficio, al que debe igualmente agregarse el agua necesaria en el proceso de beneficio.

Considerando una demanda media en la producción de forraje de granos y residuos agrícolas con los cuales se han preparado el concentrado se ha deducido la cantidad total de agua necesaria (virtual), para la producción de forraje y concentrado que han consumido los animales. Como puede observarse en el Cuadro 3.10, el agua necesaria para la producción de 459 a 495 gramos de alfalfa seca que consumieron, el agua total necesaria en la producción de forraje es de aproximadamente 230 a 280 litros; mientras que esta demanda para la preparación de concentrado (1,2 a 1,4 kg), varía entre 646 y 720 litros. Estas cantidades resultan bastante elevadas frente a la cantidad de agua que los animales ingieren vía forraje o en forma líquida. Sobre la disponibilidad e ingestión de agua en el forraje y en el agua potable que representan cada una de estas, el 0,2% de la demanda total de agua virtual; la demanda en la producción de forraje resulta 26,9% y el agua virtual para el concentrado 72,7%.

Al respecto Escobar y Ramírez (2012), reportan que para la producción de 1 kg de carcasa de cuy, el nivel de consumo de agua potable representa porcentaje similar (0,1%) a comparación con lo determinado en el presente estudio.

Para los cuyes que han sido alimentados entre 300 y 800 gramos de peso corporal la demanda total de agua supera los 900 litros; cantidad muy superior a lo que comúnmente se considera como requerimiento de agua en la producción de cuyes.

Es decir, considerando solamente esta etapa de la producción de cuyes, el requerimiento total de agua está cercano a los 1000 litros. Más aún si se desea

totalizar la demanda de agua en todo el proceso productivo (crecimiento de semovientes durante los tres meses, gestación, lactancia y el proceso de faenado), la demanda del agua virtual lógicamente resulta mayor.

De todo esto, se puede deducir que para que los cuyes alcancen el peso corporal la demanda total de agua virtual en la etapa de recría sería de 1160 litros proyectándose con lo mismo a 1800 litros para la producción de un kilo de carne al que como se ha indicado debe sumarse la demanda en las otras etapas de la producción que sería conveniente evaluar mediante otros trabajos específicos.

De acuerdo al Cuadro 3.10, se puede indicar que el consumo de agua virtual total en cuyes de la línea andina, supera al consumo de agua virtual de la línea Perú, este a su vez al consumo de agua virtual de la línea inti. Asimismo cabe señalar que el consumo de agua virtual basado en porcentaje varía de manera considerable, tal como se observa en el mencionado cuadro.

En promedio el requerimiento de agua virtual para la producción de alimentos de los cuyes, representa el 99,6 % del agua total necesario en la producción. Igualmente puede apreciarse que el agua que los cuyes consumen en el forraje y en forma líquida representa apenas el 0,2% cada uno de ellos.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente trabajo de investigación, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- La ganancia de peso y el nivel de consumo de alimentos resultan similares para los 3 grupos genéticos.
- El agua virtual en la producción de cuyes porcentualmente es bastante elevada en la etapa de producción de alimentos para los animales (forrajes, granos y concentrados), este representa el 99,6%, mientras que el porcentaje de agua consumida en el forraje y en forma líquida representa el 0,4%.
- La cantidad total necesaria de agua para cuyes criados de 300 a 800 gramos de peso corporal es de 912 a 954 litros, faltando evaluar en las otras etapas así como en las tareas de beneficio, a fin de determinar la cantidad total de agua virtual necesaria en la producción de proteína animal en esta especie.

4.2 RECOMENDACIONES

En las condiciones en las que se realizó el presente trabajo de investigación y en base a los resultados obtenidos, se recomienda:

- Realizar trabajos similares, incluyendo todo el proceso productivo y con diferentes raciones a efectos de determinar el requerimiento de agua virtual orientado a determinar la cantidad necesaria por un kilogramo de carne de cuy producido, en los que podrían incluirse el control de los factores que influyen en la producción.
- Realizar trabajos similares, controlando la temperatura, humedad, ventilación e iluminación dentro del galpón, e identificar los agentes en sanidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALIAGA, L. 1979. Producción de cuyes. Universidad Nacional de Centro del Perú, Huancayo – Perú.
- ANAYA, L. 2002. Comparativo de concentrado local vs comercial en la alimentación de cuyes (*Cavia cobayo*), Ayacucho a 2750 msnm. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNSCH.
- BARBIERI, B. 2009. Agua Dulce: Estrategia para consumo de proteína, Origen Animal. Revista Agroenfoque N° 162 p 10-13. Lima – Perú.
- CALLAÑAUPA, B. 2001. Niveles de sustitución de alfalfa, por concentrado comercial “Cogorno” en la alimentación de cuyes machos mejorados de recría INIA, 2750msnm, Ayacucho. Tesis ingeniero Agrónomo. UNSCH.
- CARAMPOMA, V., y CHIRINOS, P. 1991. Acción de enzimas digestivas a suplementos con diferentes niveles de fibra en el engorde de cuyes. Reunión científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA), Cerro de Pasco, Perú. De la página:
 - <http://www.fao.org/docrep/W6562S/w6562s04.htm>
- CARRASCO, V. 1969. Utilización de tres raciones en el crecimiento y engorde de cuyes. UNA La Molina, Lima, Perú. 85 págs. (Tesis.) de la página: <http://www.fao.org/docrep/W6562S/w6562s04.htm>
- CAYO, E. 2007. Comportamiento de dos raciones en tres líneas de cuyes de recría mejorados, CANAAN 2750 msnm AYACUCHO.

- CHAUCA, L. 1993. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) Instituto Nacional de Investigación Agraria La Molina. Capítulo IV.
- <http://www.fao.org/docrep/W6562S/w6562s04.htm>
- ESCOBAR, F. y CALLAÑAUPA, B. 2002. Sustitución de forraje verde por concentrado Cogorno en la alimentación de cuyes. Rev. Agroenfoque N° 132. p 75.77. Lima – Perú.
- ESCOBAR, F. y MALDONADO, P. 2002. Requerimiento de proteína de cuyes en crecimiento. Revista Agroenfoque N° 133. p 77-78. Lima – Perú.
- ESCOBAR, F. y RAMIREZ, L. 2012. Eficiencia de Transformación de agua en la producción de carne de cuyes mejorados. Informe de Investigación. IIFCA-UNSCH.
- FAO, 2001. Forraje verde hidropónico. Manual Técnico. Publicado por la FAO. Santiago de Chile. www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s04.htm
- FAO, 2002. Agua y Cultivos Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación, Roma, 2002, de la página :
- http://www.fao.org/docrep/005/Y3918S/y3918s02.htm#P0_0
- MAYOR, F. y OBASI, P. 1997. ¿Hay suficiente Agua en el Mundo? De la página:
- <https://books.google.com.pe/books?isbn=8484762467>
- MORENO, A. 1989. Producción de cuyes. Universidad Agraria La Molina, lima – Perú.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1978. Nutrient requirements of laboratoy animals. 33 ed. Washington. D.C., National Academy of Science. En la página: <http://www.fao.org/docrep/W6562S/w6562s04.htm>

- OLALLA, F. 2005. Agua y agronomía. Universidad de Castilla – la Mancha. Ediciones Mundi – Prensa.
- RAMIREZ, L. 2013. Estudio preliminar sobre la Eficiencia de uso del agua en la producción de carne de cuy en la etapa de recría. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNSCH – Ayacucho - Perú.
- WAGNER, E. y MANNING, J. 1976. The Biology Of The Guinea Pig págs. 79-98. Londres, Academic Press, de la página:
- ZAVALETA, P. 1994. Crianza de cuyes. Fundamentos para el desarrollo nacional. Editado por FDN.

PÁGINAS VISITADAS

- <http://www.fotossintese.net/pdf/Necesidades%20de%20Agua%20de%20los%20Cultivos.pdf> (necesidades de agua en los cultivos)
- http://www.fao.org/docrep/005/Y3918S/y3918s02.htm#P0_0
- <http://www.fao.org/docrep/W6562S/w6562s04.htm>
- <https://books.google.com.pe/books?isbn=8484762467>
- www.bvs.sld.cu/uats/rtv_files/rtv0298.htm
- www.peruecologico.com.pe/lib_c1_t09.htm
- www.mascotamigas.com/organismo_agua.htm
- www.es.scribd.com/doc/54034753/El-Agua-en-El-Organismo-Animal
- http://www.unesco.org/water/index_es.shtml

ANEXO

CUADRO A.1

Consumo semanal de alimentos.

Tratam.	Repet.	Semana	Peso Corporal		Consumo Alimento (GR)			
			Inicial	Final	Forraje	Concent	Total	Prom/día
PERU	I	1	248	342	63.2	26.0	89.2	2.55
		2	342	456	61.7	33.4	95.0	2.72
		3	456	554	65.7	41.1	106.8	3.05
		4	554	662	79.0	42.1	121.0	3.46
		5	662	789	77.6	44.6	122.2	3.49
	II	1	246	341	63.0	24	86.6	2.47
		2	341	455	65.7	31	97.1	2.77
		3	455	561	67.6	38	105.8	3.02
		4	561	648	80.0	39	118.5	3.39
		5	648	756	71.8	42	114.3	3.27
	III	1	316	418	64.9	32	96.9	2.77
		2	418	538	69.4	42	111.0	3.17
		3	538	668	68.6	51	119.4	3.41
		4	668	813	86.2	49	134.9	3.85
		5	813	879	81.7	48	129.4	3.70
	IV	1	285	389	63.2	30	93.4	2.67
		2	389	502	65.3	38	103.8	2.96
		3	502	615	63.6	44	108.0	3.09
		4	615	726	72.8	47	119.6	3.42
		5	726	808	70.0	40	110.2	3.15
ANDINA	I	1	253	320	60.5	26	86.8	2.48
		2	320	413	55.0	37	92.0	2.63
		3	413	517	59.1	40	99.5	2.84
		4	517	593	69.8	57	126.3	3.61
		5	593	695	61.2	34	94.8	2.71
	II	1	248	324	57.3	27	84.7	2.42
		2	324	416	58.8	34	92.8	2.65
		3	416	531	60.2	43	103.2	2.95
		4	531	651	75.7	64	139.2	3.98
		5	651	762	72.4	52	124.0	3.54
	III	1	298	403	61.4	34	95.1	2.72
		2	403	498	65.7	41	106.5	3.04
		3	498	604	62.0	50	112.3	3.21
		4	604	735	80.9	66	147.0	4.20
		5	735	811	71.2	53	123.8	3.54
	IV	1	251	327	58.8	25	84.3	2.41
		2	327	416	60.4	37	97.2	2.78
		3	416	537	63.0	45	107.8	3.08
		4	537	656	73.0	65	137.5	3.93

		5	656	723	72.7	45	117.8	3.37
INTI	I	1	262	334	59.6	25	84.3	2.41
		2	334	436	63.9	33	96.4	2.76
		3	436	549	69.0	41	109.8	3.14
		4	549	681	77.9	45	122.4	3.50
		5	681	774	72.7	46	118.6	3.39
	II	1	272	368	58.0	25	82.9	2.37
		2	368	483	67.1	36	103.2	2.95
		3	483	578	68.2	42	109.8	3.14
		4	578	695	80.7	45	125.6	3.59
		5	695	807	77.3	45	122.1	3.49
	III	1	354	466	60	35	95.1	2.72
		2	466	582	65	37	102.1	2.92
		3	582	661	68	44	112.0	3.20
		4	661	761	77	46	123.5	3.53
		5	761	878	80	52	131.7	3.76
	IV	1	344	417	59	28	86.7	2.48
		2	417	520	63	38	101.0	2.88
		3	520	647	65	48	112.7	3.22
		4	647	763	70	49	118.5	3.39
		5	763	878	70	50	120.6	3.44

FOTOGRAFÍAS



1: Instalaciones de los galpones



2: Instalaciones de las pozas



3: Separación por grupo genético para su distribución en las pozas



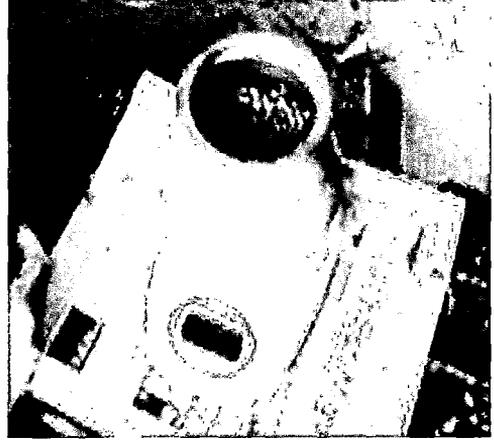
4: Comederos antes de la distribución.



5: Bebederos antes de la distribución.



6: Area de cultivo de alfalfa.



7: Pesaje de concentrado



8: Pesaje del animal



9: Consumo de forraje y concentrado