

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



“EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON DIFERENTES DIETAS SOBRE EL  
CONSUMO, PESO VIVO Y GANANCIA DE PESO EN SURIS (*Rhea pennata*)  
HEMBRAS ADULTAS DEL CENTRO DE CONSERVACIÓN CALACHACA  
(PEBLT) CAPASO – EL COLLAO – PUNO”

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. NURY LUZ CASTILLON GARCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**PUNO – PERÚ**

**2018**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

TESIS

“Efecto de la suplementación con diferentes dietas sobre el consumo, peso vivo y ganancia de peso en Suris (*Rhea pennata*) hembras adultas del Centro de Conservación Calachaca (PEBLT) Capaso – El Collao – Puno”

PRESENTADA POR:

Bach. Nury Luz Castillon Garcia

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA



APROBADA POR:

PRESIDENTE:

Dra. Martha Nancy Tapia Infantes

PRIMER MIEMBRO:

Dr. Marcelino Jorge Aranibar Aranibar

SEGUNDO MIEMBRO:

Dr. Luis Roque Almanza

DIRECTOR:

M.Sc. Enrique Calmet Uria

ASESOR:

M. Sc. Francisco Halley Rodriguez Huanca

Área : Alimentación animal

Tema : Alimentación en Suri (*Rhea pennata*)

Fecha de sustentación: 17/07/2018

## DEDICATORIA

*Quiero dedicarle este trabajo de tesis a Dios por ser el báculo de toda mi vida, a mis padres Cesario Castillon Choque y Alicia Garcia Acarapi por su inagotable ayuda, inmenso amor y confianza vertida para la realización de mi vida como profesional.*

*A mis hermanos Sudelia Glorida, Cesar Rigoberto, Mirian Vanesa y Mik Lilion por ser mis cómplices, ejemplo de vida, por su apoyo incondicional y consejos durante mi formación profesional y a mis sobrinos Maili, Jean, Jarry, Neslihan, Wuained, Dilan y Abby.*

*A mi enamorado y compañero Abel, mis docentes; así como todos mis amigas y amigos que me apoyaron a formarme como una persona culta, con buenos valores, principios y con un futuro profesional.*

## AGRADECIMIENTO

*A la Universidad Nacional del Altiplano Puno, escuela profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en especial para su plana docente que es fuente de sabiduría y cultura quienes forman profesionales de gran sabiduría científica y técnica en las ciencias de la Medicina Veterinaria y Zootecnia.*

*Al Dr. Enrique Calmet Uria; mi docente y director de tesis, por la confianza incondicional que deposito en mí al aceptar guiarme en este largo camino.*

*Al Dr. Francisco Halley Rodríguez Huanca; mi amigo y asesor, quien deposito su confianza en mí para guiarme en este largo camino, por sus consejos amables, paciencia, predisposición y optimismo durante el transcurso de este tiempo.*

*A mis jurados conformados por: Dra. Matha Nancy Tapia Infantes, Dr. Marcelino Jorge Aranibar Aranibar y Dr. Luis Roque Almanza, por haberme guiado en la culminación de mi tesis.*

*Al centro de Conservación Módulo Calachaca de Fauna Silvestre dirigido por el Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca, por permitirme realizar esta investigación, por el apoyo de todos los responsables de la meta 003, y del personal del módulo Calachaca.*

*A mis amigos y colegas, Mary Ester, Odalis, Beatriz, Abel, Ludío, Huildo, Julio Cesar y Luzmila quienes con su apoyo permanente y comprensión me permitieron desarrollar esta investigación.*

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>11</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
2.1 El Suri .....	14
2.1.1 Aspectos generales .....	14
2.1.2 Ubicación taxonómica .....	14
2.1.3 Distribución geográfica.....	15
2.1.4 Características de la especie .....	16
2.1.5 Hábitat y comportamiento del suri.....	17
2.1.6 Hábitos alimenticios .....	18
2.1.7 Sistema digestivo .....	19
2.1.7.1 El tracto gastrointestinal del avestruz.....	19
a. Anatomía gastrointestinal .....	19
b. Fisiología gastrointestinal del avestruz .....	24
2.2 Alimentación .....	25
2.3 Contenido Nutricional de los alimentos.....	28
2.3.1 Energía.....	29
2.3.2 Proteína.....	30
2.3.3 Aminoácidos.....	31
2.3.4 Glúcidos .....	33
2.3.5 Fibra .....	34
2.3.6 Lípidos.....	35
2.3.7 Vitaminas y Minerales .....	35
2.3.8 Agua .....	36
2.4 Requerimientos de las avestruces .....	37
2.4.1 Periodo de mantenimiento.....	38
2.5 Factores que regulan el consumo.....	38
2.5.1 Factores alimenticios .....	39

2.5.2	Factores fisiológicos .....	42
2.6	Materia primas utilizadas para elaboración de dietas .....	43
2.6.1	Harina de pescado .....	43
2.6.2	Soya integral extruida.....	44
2.6.3	Trigo afrechillo.....	44
2.6.4	Arcilla chaco .....	45
2.6.5	Muña .....	46
2.6.6	Aceite vegetal.....	47
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>48</b>
3.1	Lugar de estudio .....	48
3.2	Duración del estudio .....	48
3.3	Materiales .....	48
3.3.1	Materiales de campo .....	48
3.3.2	Equipos .....	49
3.3.3	Aves .....	49
3.3.4	Dietas .....	50
3.4	Metodología .....	51
3.4.1	Instalaciones .....	51
3.4.2	Aves .....	52
3.4.3	Acostumbramiento de las aves a las dietas por suministrar.....	52
3.4.4	Alimentación.....	53
3.4.5	Control de peso .....	54
3.4.6	Consumo de alimento suplementado parcial.....	54
3.4.8	Análisis estadístico.....	55
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>56</b>
4.1	Consumo de alimento suplementado.....	56
4.2	Peso vivo .....	58
4.3	Ganancia de peso vivo.....	59
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>62</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>63</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>64</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>76</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Características del Suri ( <i>Rhea pennata</i> ) bebiendo agua.....	78
Figura 2. Alimentación de Suri ( <i>Rhea pennata</i> ).....	78
Figura 3. Área de crianza y pastoreo de Suris ( <i>Rhea pennata</i> ) adultos.....	84
Figura 4. Construcción de boxes individuales para su alimentación con su comedero.....	84
Figura 5. Alimento para los tres tratamientos (D1, D2 y D3).....	87
Figura 6. Pesado de alimento de diferentes dietas.....	88
Figura 7. Alimentación de los Suris ( <i>Rhea pennata</i> ) hembras adultas en sus respectivos box individual.....	88

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Desarrollo intestinal del avestruz. ....	20
Tabla 2. Diferencia en aprovechamiento de la energía (en kcal/kg) por el pollo y el avestruz.....	29
Tabla 3. Niveles de proteína recomendados para raciones de avestruces.....	31
Tabla 4. Requerimientos nutritivos para avestruces en periodo de mantenimiento.....	38
Tabla 5. Materias primas y contenidos de nutrientes de las dietas para Suris ( <i>Rhea pennata</i> ) hembras adultas.....	51
Tabla 6. Distribución de Suri ( <i>Rhea pennata</i> ) hembra adulta para cada tratamiento experimental.....	52
Tabla 7. Identificación de Suris ( <i>Rhea pennata</i> ) hembras adultas por color para cada dieta.....	52
Tabla 8. Consumo total y medio diario del alimento suplementado por Suris ( <i>Rhea pennata</i> ) hembras adultas.....	56
Tabla 9. Pesos Vivos de Suris ( <i>Rhea pennata</i> ) hembras adultas.....	58
Tabla 10. Ganancia de peso vivo de los Suris ( <i>Rhea pennata</i> ) hembras adultas.....	59
Tabla 11. Registro individual de Suri ( <i>Rhea pennata</i> ).....	79
Tabla 12. Registro del control de la alimentación durante el experimento.....	86
Tabla 13. Registro de control de peso semanal de las aves del experimento.....	87
Tabla 14. Consumo de alimento suplementado por tratamiento.....	90
Tabla 15. Resumen de los análisis de varianza de peso, ganancia de peso vivo y consumo de alimento de los Suris ( <i>Rhea pennata</i> ) hembras adultas.....	90

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

%	: Porcentaje
°C	: Grados centígrados
AAs	: Aminoácidos
Ca	: Calcio
cm	: Centímetros
CMD	: Consumo medio diario
CMS	: Consumo de materia seca
CR	: Peligro crítico
CT	: Consumo total
D1	: Dieta 1
D2	: Dieta 2
D3	: Dieta 3
E.M	: Energía metabolizable
EE	: Error estándar
g	: Gramos
GMD	: Ganancia media diaria
GPV	: Ganancia peso vivo
Kcal	: Kilo calorías
Kg	: Kilogramos
KJ	: Kilo joule
l	: litros
msnm	: Metros sobre nivel del mar
m	: Metros
mm	: milímetros
P	: fosforo
PVI	: Peso vivo inicial
PVF	: Peso vivo final
t	: Tonelada

## RESUMEN

La investigación tuvo la finalidad de determinar el efecto de la suplementación con diferentes dietas sobre el consumo, peso vivo y ganancia de peso en Suris (*Rhea pennata*) hembras adultas. Se desarrolló en el Centro de Conservación, Módulo Calachaca dirigido por el Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca, ubicado en el Centro Poblado Tupala perteneciente al Distrito de Capaso, Provincia de El Collao, Región de Puno, ubicado a 4200 msnm. Se utilizó 9 suris hembras adultas de 4 años de edad, distribuidos en tres tratamientos (Dieta 1: inclusión de harina de pescado, Dieta 2: sin harina de pescado y Dieta 3: alimento comercial) y con tres repeticiones cada uno. Los Suris fueron aislados en boxes individuales, cada uno de ellos con sus respectivos comederos para su alimentación; el registro del peso vivo fue tomado a las 7:00 am antes del consumo de su alimento, cada siete días (durante 28 días). Los resultados fueron analizados mediante un Diseño Completamente al Azar con ayuda del software estadístico infoStat versión 2014. Los resultados para el consumo de alimento suplementado indicaron que los Suris consumieron similares cantidades de Dietas (1, 2 y 3); el peso vivo al final de los animales del experimento fueron similares, en estos dos resultados no existió diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ). La ganancia de peso vivo total muestra que los Suris de la D1 y D3 ganaron más peso que la D2 (1.32 y 1.26 vs 0.86 kg, respectivamente); observándose una diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ). Se concluye que con D1 y D2 se ha tenido la misma respuesta que la D3, pudiendo reemplazar a esta dieta.

**Palabras Clave:** Suri, dietas, consumo, peso vivo, ganancia de peso

## ABSTRACT

The aim of the research was to determine the effect of supplementation with different diets on consumption, live weight and weight gain in Suris (*Rhea pennata*) adult females. It was carried at the Conservation Center, Module Calachaca directed by the Lake Titicaca Binational Special Project, located in the Tupala Town Center belonging to the Capaso District, El Collao Province, Puno Region, located at 4200 msnm. Were used 9 adult female suris of 4 years of age, distributed in three treatments (Diet 1: inclusion of fishmeal, Diet 2: without fishmeal and Diet 3: commercial feed) and with three repetitions each. The Suris were isolated in individual boxes, each of them with their respective feeding troughs; the live weight record was taken at 7:00 am before the consumption of their food, every seven days (for 28 days). The results were analyzed through a Completely Random Design with the help of the statistical software infoStat version 2014. The results for the consumption of supplemented food indicated that the Suris consumed similar amounts of diets (1, 2 and 3); the live weight at the end of the experimental animals were similar, in these two results there was no significant difference ( $P \geq 0.05$ ). The total live weight gain shows that the Suris of D1 and D3 gained more weight than D2 (1.32 and 1.26 vs 0.86 kg, respectively); showing a significant difference ( $P \leq 0.05$ ). It is concluded that with D1 and D2 the same response as D3 has been observed, being able to replace this diet.

**Key Words:** Suri, diets, consumption, live weight, weight gain

## I. INTRODUCCIÓN

El “Suri”, *Rhea pennata* (Orbigny, 1834), es un ave cuya distribución se encuentra restringida a los Andes sudamericanos, abarcando países como Chile, Argentina, Bolivia y Perú. Esta ave es considerada especie clave en estos ecosistemas altoandinos y su presencia sugiere áreas importantes para la conservación de aves y biodiversidad (Birdlife International, 2005).

El Suri, también conocido como Ñandú petizo, choique, Ñandú andino, Ñandú cordillerano, Ñandú de Darwin, Avestruz de altura, Avestruz de Magallanes, Correcaminos andino, Ñandú ovejo (*Pterocnemia pennata*), habiéndose hallado en los Andes argentinos restos fósiles de 10 millones de años de antigüedad de uno de sus parientes próximos como es el avestruz o ñandú (Reissig *et al.*, 2001).

En el Perú, la distribución del “Suri” se restringe a las zonas altoandinas de los departamentos de Moquegua, Tacna y el sur de Puno (Villanueva, 2005), habitando planicies de puna desértica y tolares sobre los 3800 msnm (Plenge, 1982). Además, es un ave de gran interés nacional porque se encuentra en “peligro crítico” (CR), según la “Categorización de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre” de acuerdo con el D.S. N° 034-2004-AG publicado el 22 de setiembre de 2004 (MINAGRI, 2004), a punto de desaparecer de nuestro territorio, para proteger al Suri el Estado Peruano ha creado la Zona Reservada Aymara Lupaca en las provincias de El Collao, en el departamento de Puno. Donde se prohíbe su caza, captura, tenencia transporte o exportación con fines comerciales (PELBT, 2017).

El conocimiento detallado de la dieta de las aves es un aspecto crítico de los estudios de comportamiento alimenticio, uso de recursos, organización comunitaria, entre otros. Sin embargo, este es raramente investigado. En lugar de ello, se le infiere frecuentemente desde la morfología (forma de pico), comportamiento o disponibilidad general de alimentos (Rosenberg y Cooper, 1990).

La alimentación es uno de los factores más importantes, dentro de un sistema de crianza, ya que influye sobre todos los parámetros productivos del animal. Para determinar los requerimientos nutricionales de una especie, es necesario realizar pruebas biológicas, sin embargo muchos investigadores consideran a los ratites demasiado caros para ser utilizados como animales experimentales. Por ello, la información nutricional es todavía extrapolada de la gallina y el pavo principalmente (Huchzermeyer, 1999). Al no tener dietas específicas para el Suri, muchas veces se utiliza raciones de pollos de engorde, con altos niveles de proteína cruda (21%).

Actualmente y hace más de 10 años atrás se viene utilizando dietas de pollo broiler en la alimentación de estas aves, los mismos que no están acorde a sus requerimientos nutricionales, pudiendo ocasionarles desordenes nutricionales, incluso cambios en los microorganismos que habitan los ciegos de estas aves, por esta razón es que se requiere tener dietas acorde a los requerimientos de esta especie utilizando alimentos que los suris comen en vida silvestre para lograr un adecuado crecimiento y tener un buen estado de salud. La presente investigación se plantea con el objetivo de determinar el efecto de diferentes dietas sobre el consumo de alimento, peso vivo y ganancia de peso vivo en Suris (*Rhea pennata*) hembras adultas en el centro de conservación del Suri.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 El Suri

#### 2.1.1 Aspectos generales

El ñandú común (*Rhea americana*) es un ave no voladora que pertenece a la familia de los reidos o rheidae, también se le suele llamar avestruz americana, existiendo dos subespecies principales: el Suri y el Choique siendo el segundo de estos también conocido como ñandú petizo. El ave Suri suele ser muy pacífica, se vuelve particular y repentinamente peligroso cuando se encuentra empollando. Otros nombres muy generalizados con que se le conoce en quechua es como Suri (surí), choique (choik'e castellanizado Cheuque), denominación que parece provenir de los patagones. En la actualidad la denominación choique se aplica a la subespecie "petiza" de la Patagonia y en tanto que Suri suele aplicarse a las subespecies que habitan en las proximidades de la región andina (Alarco de Zadra, 2007).

#### 2.1.2 Ubicación taxonómica

La ubicación taxonómica del Suri (PELT, 2008) es la siguiente:

Reino	: Animalia
Phylum	: Chordata
Subphylum	: Vertebrata
Superclase	: Gnathostomata
Clase	: Aves
Subclase	: Neornithes

Superorden : Paleognathae  
Orden : Struthioniformes  
Suborden : Struthioni  
Familia : Rheidae  
Género : Rhea  
Especie : Rheapennata  
Sub especies : Rhea pennata pennata d'Orbigny, 1834  
Rhea pennata tarapacensis Chubb, 1913  
Rhea pennata garleppi Chubb, 1913

En el Perú, se le conoce como “Suri”, nombre aymara que significa “colgado”, denominado así por la característica del plumaje (Koepcke y Koepcke, 1963); “ñandú andino” (Brack, 1986); “avestruz de altura” (Pulido, 1991).

### 2.1.3 Distribución geográfica

El “Suri” se distribuye en Sudamérica, y las áreas que habita están aisladas una de la otra. Cada una de estas presenta una subespecie distinta. Así, *Rhea pennata pennata* vive en las estepas y semidesiertos en el sur de Chile, al oeste-central y sur de Argentina, con una población introducida al norte de la Tierra de Fuego; *Rhea pennata tarapacensi* sive sólo al norte de Chile; y *Rhea pennata garleppi* se encuentra al Sur de Perú, sudoeste de Bolivia y noroeste de Argentina (BirdLife International, 2012).

En el Perú, el “Suri” tiene una distribución restringida a las partes altas de los departamentos de Moquegua, Tacna y el sur del departamento de Puno (Villanueva, 2005), y habita arenales

altoandinos sobre los 3500 m de altitud, donde suelen juntarse con las vicuñas, formando manadas mixtas. También se le observa en otros hábitats como son las planicies de la puna desértica y tolares sobre los 3800 msnm de altitud (Plenge, 1982), en los cuales el tipo de hábitat preferido por esta ave son los terrenos planos abiertos con ciénagas y humedales (Schulemberg *et al.*, 2010).

Según Villanueva (2005), se calcula que el área de distribución del “Suri” en el Perú es de 1 308 058 hectáreas y se distribuye casi equitativamente entre Moquegua, Tacna y Puno. En otros estudios recientes, se menciona que el área de distribución se extiende hasta 13 262 km<sup>2</sup>, igualmente de forma equitativa para los tres departamentos (Lellish *et al.*, 2007).

En diversos estudios, se suele considerar que los rangos altitudinales de distribución del “Suri” son de 3500-4500 msnm según Fjeldsa y Krabbe (1990) y Plenge (1982).

Se desconoce el estado poblacional actual del ave a nivel nacional, aunque algunos estudios poblacionales, como el de Puno, describe una población de entre 30 y 40 aves en la Zona Reservada “Aymara Lupaca” (Villanueva, 2005). En el departamento de Tacna, según los censos realizados en las provincias de Tarata y Candarave, se estima que la población de “Suris” es de sólo 35 individuos (Llellish *et al.*, 2007).

#### **2.1.4 Características de la especie**

El Suri es un ave de gran tamaño que ha perdido su capacidad de vuelo, en contraposición posee los miembros inferiores muy

desarrollados, permitiéndoles desplazarse a gran velocidad. Se caracteriza por tener tres dedos con garras comprimidas, el dedo intermedio y la parte inferior del tarso tienen alrededor de 30 escudos impares no divididos, estando 8 a 10 de estos sobre el tarso; característica de la subespecie *tarapacaensis* y *garleppi*; y de 16 a 18 escudos en la subespecie *pennata*. Esta especie es gregaria, de hábito polígamo que se encuentran siempre en grupos, el macho construye el nido, incuba de 10 a 30 huevos por unos 40 días, guía y defiende a los polluelos; mientras las hembras depositan sus huevos en un solo nido. Las crías son nidífugas, alcanzando la dimensión adulta a los seis meses y madurez sexual entre los dos y tres años. El Suri (*Rhea pennata*) tiene una altura a la cabeza de aproximadamente 1.5 m, y hasta el lomo de 1 m (Koepcke y Koepcke, 1963). Esta ave tiene un peso aproximado de 20 - 25 kg, considerado como el ave de mayor peso en el Perú. La coloración del plumaje varía de acuerdo a la edad, los polluelos son de color café gris con presencia de tres bandas negruzcas sobre el dorso; los juveniles, son uniformemente de color café y en estado adulto la cabeza, cuello y dorso toman la coloración gris pardusca, con los extremos de las plumas y abdomen de color blanco (Ergueta y Morales, 1996).

#### **2.1.5 Hábitat y comportamiento del suri**

Esta ave corredora habita en los desiertos y arenales alto andinos de la región Puna desde los 3800 msnm hasta las más altas cumbres (Brack, 1986). Los suris pueden formar manadas mixtas con

animales tales como las vicuñas y otros camélidos, especialmente habita en la zona de tundra muy húmeda alpina, entre los 4500 a 5300 msnm, en ella se encuentra dos áreas; los bofedales o zonas húmedas y los pajonales, que conforman las áreas preferidas para la anidación e incubación (Brack, 1986 y Montes de Oca, 1995).

Orlg (1984) nos dice que el Suri es una especie eminentemente social, llegando a formar grupos numerosos de 15 individuos y cuando llega la época reproductiva, el macho escoge su pareja o parejas y se separa formando un grupo familiar propio, que puede estar conformado hasta por tres hembras, dependiendo de la madures sexual del mismo.

#### 2.1.6 Hábitos alimenticios

El Suri es de hábitos diurnos y pasa la mayor parte del día alimentándose, ya que carece de buche y no tienen capacidad de almacenar alimento (INRENA, 2007). Su dieta es a base de vegetales, aunque también consume invertebrados (insectos) y otros animales pequeños, sobre todo en etapas juveniles (Flores, 1995). Montes de Oca et al. (1995) indica que el 94,16% de la dieta del Suri está compuesta por *Distichia muscoides*, *Lovibia sp.*, *Opuntia floccosa*, *Oxychloe andina*, *Calamagrostis vicunarum* e *Hypochoeris taraxacoides*. También señala a los bofedales como las áreas de alimentación preferidas por el Suri.

La mejor época para el consumo de alimentos es la época de lluvias por que consumen en mayor cantidad que en épocas secas en los diferentes lugares de consumo. Además se ha podido comprobar

que consumen productos vegetales tales como bayas que por su textura son rápidamente descompuestas no pudiendo hallarse restos en las heces examinadas (Montes de Oca, 1995).

### **2.1.7 Sistema digestivo**

Desde un punto de vista nutricional resultan de interés las modificaciones del tracto gastro intestinal y las características funcionales a las que dan lugar estos cambios. Las avestruces se adaptan al pastoreo/ramoneo, y en estado salvaje, estas aves consumen principalmente hierbas, semillas, hojas nuevas y brotes de arbustos y árboles. Así, dependen principalmente de alimentos de baja densidad de nutrientes. Para sobrevivir en este nicho ecológico, los avestruces han desarrollado un tracto gastro intestinal de características singulares entre las aves (Sauer y Sauer, 1966).

#### **2.1.7.1 El tracto gastrointestinal del avestruz**

##### **a. Anatomía gastrointestinal**

En las aves la mayor parte de las vísceras y órganos de los distintos sistemas se alojan en la cavidad corporal o celomica. En el caso del avestruz, dentro de ella, ocupan un volumen predominante las del aparato digestivo, cuya morfología se caracteriza por la gran longitud del tracto intestinal, con un intestino delgado, dos ciegos y un colon recto enormemente desarrollado (de hasta 16 m de longitud) (Tabla1), cuya función fisiológica principal es la

fermentación de la fibra y la absorción de ácidos grasos volátiles y agua (Buxáde, Ed. 2003).

Según Gonzáles (2002) “la boca contiene la mucosa oral, la apertura coanal, la lengua, la laringe, la tráquea proximal, el aparato hioides y el esófago”, el animal la usa para beber, alimentarse, aparearse, respirar y hacer ruido. La lengua se ubica en el piso de la boca y su movilidad es limitada, ayuda al animal a alimentarse y a beber, no está provista de papilas gustativas, pero es probable que sí estén presentes sensores gustativos.

Tabla 1. Desarrollo intestinal del avestruz.

TRAMO	LONGITUD (m)
Duodeno	0.8
Yeyuno	1.6
Ileon	4.0
Ciegos y ápices	0.95
Colon - recto	16.0

Fuente: Benzuidenhout (1986).

Los avestruces presentan el paladar del tipo dromeognato. Carecen de buche aunque su esófago se encuentra ensanchado en sus partes inferiores, pudiendo acumular comida. El esófago se sitúa lateralmente en el lado derecho del cuello y es fácil observar su disposición durante el descenso del bolo alimenticio, tras la ingestión de comida. El esófago además de formar parte del tubo digestivo, los

machos lo inflan con aire para aumentar el sonido que emiten durante el apareamiento (Castillo, 2009).

Realmente no existe un esfínter de comunicación entre esófago y proventrículo, lo que favorece a aplicación de lavados por vía oral en el tratamiento de ciertos síndromes gastrointestinal (Buxáde, Ed. 2003). El proventrículo comienza como una dilatación de la porción caudal del esófago, es el estómago glandular, posee enzimas para la digestión química, específicamente en los avestruces actúa como un estómago independiente teniendo fuerza contráctil para mezclar los alimentos, tiene una gran capacidad de almacenamiento y habilidad de expansión. Presenta una gran zona de glándulas secretoras localizadas craneodorsalmente y se extiende hasta la gran curvatura (Castillo, 2009).

Crossley (2002) define, “que el ventrículo, también llamado molleja, se localiza detrás del hígado y el esternón, frente al proventrículo. Es el segundo estómago muscular del avestruz y su función es moler los alimentos más grandes y duros”. Sujeta a la válvula pilórica, que es bien desarrollada y posee un músculo esfínter muy sensible y restringido al tamaño de las partículas que permite pasar fácilmente (alimento, granos, arena y agua); las partículas más grandes (superiores a 1 cm), tienen más dificultades para pasar y las de más de 4 cm raramente pasan. Este diseño

asegura que las partículas más grandes sean molidas y fácilmente digeridas y utilizadas en el intestino.

Para Huchzermeyer (1997) es posible que las aves en cautiverio consuman piedras grandes, hierbas, etc., que serán molidas suficientemente, haciendo más lento o deteniendo el paso del alimento y ocasionando así un problema de impacto o impactación gastrointestinal. Este es un problema crítico en los polluelos, que causa la inanición y el rápido crecimiento de bacterias. Los adultos normalmente superan los problemas de impacto parcial, porque sus reservas de energía les dan tiempo para digerir sus alimentos. En el proventrículo y en el ventrículo de un adulto pueden acumularse más de 20 libras (9 kilos) de piedras. Algunas piedras pequeñas o grava son requeridas para un molido efectivo.

El duodeno forma un aza derecha izquierda que alberga el páncreas. El yeyuno y el íleon se presentan arrollados en espiral ocupando la parte ventral del abdomen, entre la molleja y la pelvis. Como en otras especies, el intestino delgado presenta un pequeño apéndice denominado divertículo vitelino, que marca el final del yeyuno y el inicio del íleon, tramo intestinal que finaliza en la unión ileocecal. De esta unión parten los ciegos, largos, dilatados y saculados, terminando en apéndice. Tanto el ciego derecho como el izquierdo se localizan a cada lado del íleon, con los

ápices situados en la pelvis. Su disposición es helicoidal y forma divertículos; cada ciego mide unos 95 cm, incluidos los 14 cm de ápices cecales terminales que no presentan divertículos o sáculos. Existe una correlación extremadamente limitada entre la longitud del ciego y el contenido en fibra de la dieta, no encontrándose correlación alguna entre el tamaño del ciego y la longitud y la anchura del recto. El recto o colon – recto, es la parte de mayor longitud del intestino, siendo además el del avestruz, el más largo de los que presentan las ratites. Existe un colon recto – delgado o segmento proximal, saculado y de lumen ancho y un colon – recto grueso o distal, no saculado y de lumen estrecho, caudo dorsal la porción izquierda del abdomen. El recto y su parte final no es un tubo recto en sentido estricto, sino dispuesto en espiral. El recto termina dentro de la cloaca en la zona denominada coprodeo junto a otros órganos genitourinarios (Buxáde, Ed. 2003).

La cloaca es un orificio situado debajo de la cola, que puede verse fácilmente. Tiene tres compartimentos principales: el coprodeum, que recibe los excrementos del recto; el urodeum, que recibe la orina de las uretras de los riñones, el semen del vaso deferente del macho o el huevo del ovario de la hembra; y el proctodeum, que aloja al pené y a la "bursa de Fabricius". La familia ratite no tiene vejiga urinaria; la orina se acumula en el urodeum y en la cavidad

grande del coprodeum y se expele en volúmenes grandes (Crossley, 2002).

#### **b. Fisiología gastrointestinal del avestruz**

Desde el punto de vista fisiológico debe destacarse especialmente la capacidad del avestruz para llevar a cabo la fermentación de la fibra, principalmente en el ciego y en el colon – recto y, en menor medida, en la molleja y el proventrículo; en el área glandular del proventrículo tiene lugar la secreción de las principales enzimas y ácidos que intervienen en la digestión, resultado de la mencionada fermentación es la absorción de ácidos grasos volátiles y agua, fundamentalmente en el intestino grueso. El paso de la ingestión puede llevar de 36 a 48 horas, según el desarrollo del avestruz (Buxáde, Ed. 2003).

Presentan diferente proporción de las distintas partes del tracto digestivo, teniendo una gran capacidad fermentativa no existe en otras aves. Principalmente la mayor diferencia está en el tamaño del intestino grueso, siendo en el pollo el 5.3% del volumen total y el 50% en el avestruz. Específicamente en esta porción, junto a los ciegos, es donde se realiza el proceso de fermentación (Swart, 1998). En las investigaciones realizadas de estos procesos de fermentación se evidencio que la producción de ácidos grasos volátiles en el intestino grueso y ciegos de estas aves era similar a la de los rumiantes.

A causa de esta desarrollada facultad de fermentación, los avestruces tienen una gran capacidad de digestión de la fibra, capacidad casi nula en otro tipo de aves. La digestibilidad de la hemicelulosa es del 66% y la de la celulosa el 38% lo que implica que los avestruces tienen la capacidad de satisfacer el 76% de sus necesidades en energía metabolizable a partir de las fermentaciones microbianas. Un factor interesante a tener en cuenta son los valores de fibra bruta en la dieta ya que las aves son los únicos monogástricos que con unos niveles superiores de fibra ralentizan el tránsito intestinal. En el avestruz también ocurre lo mismo, ya que más fibra en la dieta implica un mayor tiempo de actuación de microorganismos para realizar la fermentación, lo que ralentiza el tránsito intestinal. Por este mismo fenómeno se ha demostrado que el aprovechamiento de los aminoácidos y la proteína es mayor en los avestruces que en el resto de las aves. Lo que sí es obvio es que el avestruz presenta un proceso de digestión muy particular, lo cual no nos permite la utilización de piensos de otras aves para la producción de estas aves (Quecano y Ruiz, 2005).

## 2.2 Alimentación

El Suri es herbívoro, la mayoría de veces son observados en bofedales, confundidos entre camélidos, bovinos y ovinos de estas zonas (Koepcke y Koepcke, 1963). En análisis de heces del Suri se encontró restos de

vegetales: *Calamagrostis amoena*, *Distichia muscoides*, *Lobivia sp*, *Opuntia floccosa*, *Oxychloe andina* e *Hypochoeris taraxacoides*. Montes de Oca (1995), considera también que en la dieta alimentaria no existe cambios de carácter estacional, porque se alimenta de vegetales perennes que se encuentran en cualquier época del año, notándose solo una pequeña diferencia en el volumen de alimentos, que es mayor en época lluviosa que en época seca.

Echaccaya *et al.*, (2017) encontraron 50 componentes en el análisis de las fecas. Estos componentes son orgánicos e inorgánicos. Los componentes orgánicos representaron el 96,11%, y son en su mayoría componentes vegetales (96%) y en menor porcentaje animales, en especial Lepidoptera (0.11%); estos resultados indicarían una dieta herbívora. Los escasos artrópodos hallados en la dieta de esta especie (Noble, 1991; Llellish *et al.*, 2007 y Paoletti & Puig, 2007), moscas o en nuestro estudio Lepidópteros, podrían ser considerados como accidentales, encontrados en las fecas por arribo posterior a la deposición, al estar expuestas al ambiente. Esta misma ausencia de insectos ha sido reportada en Argentina y atribuida a la escasez de éstos en la zona altoandina (Marinero *et al.*, 2017).

Dentro de la alimentación los componentes inorgánicos fueron piedras con un 3.89% del volumen total, las que variaron de 2 mm de diámetro hasta 30 x 15 mm, encontrándose en una frecuencia menor a la reportada por Llellish *et al.* (2007) quienes reportan hasta un 25.6% de ellas. El rol que tienen las piedras en el género *Rhea*, sería que pueden usarlas como ayuda mecánica para procesar la materia vegetal gruesa de la cual se

alimentan, pudiendo transportar hasta 907 g de piedrecillas en su estómago de unos 2.5 cm de diámetro (Noble, 1991).

Los componentes vegetales fueron identificados hasta morfoespecies y se agruparon en familias, entre las que destacaron Poaceae, Cyperaceae y Asteraceae. Los géneros más representativos de la familia Poaceae fueron *Poa*, *Festuca* y *Calamagrostis*, para la familia Cyperaceae estuvo representada por el género *Carex* y algunos especímenes no identificados y la familia Asteraceae estuvo representada por los géneros *Senecio* e *Hypochaeris* (Lleellish *et al.*, 2007).

Las especies herbáceas representaron un 84% del volumen total, el porcentaje restante corresponde a arbustos, entre los que podemos mencionar a *Senecio spinosus*, *Tetraglochin sp.* y una *Cactaceae* indeterminada (Montesinos, 2011 y Arakaki & Cano, 2003).

El alto número de especies es esperado en ambientes con escasos recursos donde las especies presentan dietas flexibles, consumiendo diversos tipos de especies de plantas para cubrir sus requerimientos nutricionales (Puig, *et al.*, 1996). *Oxychloe andina* se ha encontrado predominando en algunos bofedales erosionados (ALT-PNUD, 2001).

Los estudios de dieta de esta especie en Puno, Tacna y Moquegua nos indica que consume las estructuras de tallo y frutos principalmente (Herrera, 1924). Otra especie ausente, aunque es comúnmente mencionada por la población local como parte de la dieta del Suri, es el arbustivo “tola” del género *Parastrephia* (como *Parastrephia lucida* y *Parastrephia quadrangularis*) (Villanueva, 2005).

**La coprofagia, un comportamiento alimentario en los avestruces;** este proceso permite el reciclaje de las heces fecales, ricas aún en nutrientes y vitaminas, para una optimización del proceso digestivo como expresa Alvarez Díaz (2004) quien identifica dos tipos de heces según su origen: cecales y colónicas, y además Toledo (1999) expone que la coprofagia es ejecutada en todas las edades. Las heces fecales que se reciclan corresponden a las colónicas como reportan Avendaño (2004).

La actividad de coprofagia va cambiando con frecuencia a medida que aumentan en edad los animales, así por ejemplo tenemos a los polluelos con mayor tiempo de ingesta que aprovechan el inicio de la fase diurna, en los jóvenes el tiempo de ingesta es moderadamente y en los adultos el tiempo de ingesta es mucho menor que el resto de las etapas; donde las heces fecales que ingieren deben ser limpias y relativamente frescas, de consistencia pastosa líquida y ubicadas en el área de sombra, rechazando las mezcladas con arena y las pisoteadas por otras aves (Duke, 1994).

### **2.3 Contenido Nutricional de los alimentos**

En el reino vegetal (del que provienen la mayoría de los alimentos para animales de granja) existen multitud de compuestos y estructuras químicas con funciones más o menos conocidas. Sin embargo, solo algunos de ellos son útiles para el organismo, muchos otros no solo no aportan nutrimentos al animal, sino que incluso le producen trastornos. Los nutrimentos presentes en la ingesta de un animal son: agua, proteínas, nitrógeno no proteico, glúcidos, lípidos, minerales y vitaminas. La composición de los alimentos debe ser la base sobre la cual se deciden los ingredientes que deben usarse y sus combinaciones (Shimada, 2003).

### 2.3.1 Energía

La dieta debe ser rica en fibra para las fermentaciones microbianas realizadas en su tracto digestivo distal (Swart, 1986); por la capacidad de digestión de la hemicelulosa y la celulosa. Todo ello y los recientes estudios de Cilliers (1995) nos indica que la energía metabolizable en aves supone una subvaloración del contenido energético de los ingredientes en dietas fibrosas. Ejemplo de ello es el cálculo de la energía metabolizable de un mismo ingrediente que obtiene un pollo adulto de un avestruz adulto tabla 2.

Tabla 2. Diferencia en aprovechamiento de la energía (en kcal/kg) por el pollo y el avestruz.

Productos	Pollos	Avestruces
Maíz	3.446	3.599
Alfalfa	963	2.129
Cebada	2.707	3.329
Avena	2.540	2.932
Triticale	2.824	3.157
Salvado de trigo	2.043	2.846
Altramuz (Lupino)	2.246	3.491
Torta de girasol	2.124	2.578
Torta de soja	2.160	3.212
Harina pescado	3.334	3.616
Harina carne y hueso de avestruz	1.993	3.061
Heno de Phragmitesaustralis	666	2.072
Heno de Atriplexnummularia	1.075	1.694

Fuente: Cilliers (1995).

De los datos de esta tabla se deduce que el aprovechamiento energético por el avestruz de los productos ricos en almidón y

pobres en fibra es muy similar a otras aves, por el contrario, en productos fibrosos, la capacidad de realizar la fermentación microbiana provoca un mayor aprovechamiento energético de los ingredientes por parte del avestruz. Desafortunadamente no existe una relación lineal entre el nivel de fibra y el mayor aprovechamiento energético puesto que ello depende de la composición de esta, principalmente de la fibra neutro detergente (Carbajo *et al.*, 1997).

### 2.3.2 Proteína

La calidad de la proteína de un pienso depende de su composición en aminoácidos, pero también de la manera en como estos son utilizados por el animal actualmente no se tienen conocimientos muy amplios sobre las necesidades en aminoácidos para el avestruz, solo algunos estudios realizados por Cilliers (1995).

Las proteínas son el principal constituyente de los órganos y estructuras blandas del cuerpo del animal, se requiere una provisión abundante y continua de ellas en el alimento durante toda la vida para crecimiento y reposición (Maynard, 1992).

Los niveles de proteínas recomendados por Omalley (1996) para los diferentes grupos de edad de avestruces son mostrados en la tabla 3. No obstante cantidades excesivas de proteínas pueden alterar la flora intestinal de los pollos de avestruz y conducir a brotes de enteritis, esto sucede cuando la proteína esté por encima de 18% en raciones de pre-iniciación e iniciación (Huchzermeyer, 1999).

Tabla 3. Niveles de proteína recomendados para raciones de avestruces.

Ración	Peso vivo, Kg	Proteína, %	
Preiniciación	1-10	23	
Iniciación	10-35	20	
Crecimiento	35-58	15.5	
Finalizado	58-80	12 – 14	
Mantenimiento	80-110	10 – 12	
Mantenimiento			
Reproductores		10	Baja energía
Puesta	Producción de huevos	14	Baja energía

Fuente: Omalley (1996).

### 2.3.3 Aminoácidos

Las proteínas de los tejidos corporales, plumas y huevos de las aves contienen unos 20 aminoácidos, 10 de los cuales son esenciales en la dieta, porque las aves son incapaces de sintetizarlos o no los sintetizan con la rapidez suficiente para satisfacer sus necesidades (Church *et al.*, 2007).

Los principales aminoácidos esenciales en la formulación de dietas son la lisina, la metionina, la metionina + cistina, la treonina y el triptófano, todos los cuales deben ser tomados en cuenta en la definición de los límites nutricionales de la dieta, actualmente se sabe que influye más la composición aminoacídica de la proteína que el nivel proteico. Pero debemos respetar unos niveles mínimos de esta que permitan cubrir las necesidades para los otros aminoácidos (Carbajo *et al.*, 1997).

**a. Lisina:** es un AA fisiológicamente esencial para mantenimiento, crecimiento y producción de las aves, teniendo como principal función la síntesis de proteína muscular. Leclercq (1998) afirma que la lisina ejerce efectos específicos en la composición corporal de los animales, considerando que las exigencias de este AA obedecen a una jerarquía, en que la exigencia para máxima ganancia de peso es menor que para rendimiento de la carne de pechuga que, a su vez, es menor que la exigencia para conversión y, por último, la exigencia para reducción de la deposición de la grasa abdominal.

**b. Treonina:** es un AA esencial para aves encontrándose en altas concentraciones en el corazón, músculos, tracto gastrointestinal y sistema nervioso central. Es necesaria para la formación de proteína y el mantenimiento del volumen proteico corporal, además de ayudar a la formación de colágeno y elastina (Sá et al., 2007). En los granos existe un bajo contenido de treonina, por lo tanto, en dietas formuladas a base de granos es recomendable administrar treonina industrial.

**c. Metionina + cistina:** La metionina es el primer AA limitante en alimentos para aves a base de maíz y harina de soya, destacándose por participar en la síntesis de proteína, ser precursora de la cisteína y donadora de radicales metil (Warnick & Anderson, 1968). En el período de crecimiento las aves utilizan grandes cantidades de AAs azufrados, principales limitantes en los alimentos que generalmente son suplementadas con el AA sintético (Silva et al., 1999).

**d. Valina, isoleucina y leucina:** son AAs esenciales alifáticos y altamente hidrofóbicos, que comparten las mismas enzimas usadas para su degradación y metabolismo. De acuerdo con Champe & Harvey (1996) estos AAs se encuentran generalmente en el interior de las proteínas, siendo responsables por su estructura tridimensional. La deficiencia moderada reduce la tasa de crecimiento, empeora la conversión y la reducción de los niveles de proteínas esenciales en la sangre (D'Mello, 1994). Como con la lisina, la principal función de la valina es la formación y deposición de la proteína corporal, que se encuentra en mayor concentración en la musculatura esquelética.

#### 2.3.4 Glúcidos

Según Withers (1983) los avestruces pueden digerir una fracción significativa de las células en su dieta. La digestibilidad de las paredes celulares es del 47%, de la hemicelulosa del 66% y de la celulosa el 38%. La absorción de los ácidos grasos volátiles resultantes de la digestión bacteriana de la fibra puede aportar hasta el 76% de las entradas de energía metabolizable de pollos de avestruz en crecimiento, siendo estos valores similares a aquellos conseguidos por los rumiantes (Swart, 1993).

En un experimento se mostró que el valor de la energía metabolizable de la alfalfa para los avestruces era dos veces el de otras aves domésticas. Estos resultados ponen de relieve el hecho de que el uso de valores normales para aves domésticas en el cálculo de raciones para avestruces puede ser erróneo. Las dietas

de ensayo utilizadas para la investigación del régimen alimenticio en avestruces deberían contener cantidades significativas de alimentos ricos en fibras con el fin de dar resultados fidedignos (Huchzermeyer, 1999).

### 2.3.5 Fibra

La capacidad de digestión de la fibra, es muy superior a las otras aves domésticas, tal vez sea una de las características más importantes del avestruz (Scheideler, 1994).

Los avestruces deben consumir suficiente fibra en su dieta. La cantidad de fibra que se ha incluido en los alimentos para avestruces ha variado de 6 a 18%, y en un pastoreo, debido al alto consumo de forraje, el consumo de fibra es mayor. De acuerdo a los datos reportados por Ángel (1996), el avestruz tiene habilidad de digerir más del 50% de fibra neutro detergente, tan temprano como desde las 10 semanas de edad.

Desde el punto de vista de su nutrición, los avestruces son calificados por algunos especialistas como animales semi-rumiantes, debido a la cantidad de fibra que son capaces de digerir gracias a la carga bacteriana del intestino y a la gran longitud de su aparato gastrointestinal, que les permite fermentar y aprovechar la fibra óptimamente. Esta particularidad hace posible alimentar los avestruces con fuentes fibrosas como heno, alfalfa verde u otras especies forrajeras (Ángel, 2001).

El consumo de forraje es necesario para mantener una microflora saludable, una óptima tasa de paso del alimento por el tracto digestivo, y una suficiente digestión de los nutrientes (Ángel, 2001).

### 2.3.6 Lípidos

En avestruces el coeficiente de digestibilidad de los lípidos es 0.004 (Cillers y Hayes, 1996; Cilliers, 1997) el corazón es el único órgano que utiliza preferentemente lípidos como fuente de su energía de contracción. Por esta razón el depósito de grasa en el surco coronario del corazón es de especial importancia, los lípidos juegan así mismo un papel importante como pilares en la construcción de las paredes celulares y su composición afecta la permeabilidad de estas y otras funciones (Huchzermeyer, 1999).

Debido a la falta de vesícula biliar, el avestruz presenta en su etapa de iniciación una limitación en la capacidad de digestión de las grasas. A partir de las diez semanas ya tienen la misma capacidad de digestión de un pavo a las doce. Por lo tanto, solo deberemos tener la precaución de no sobrepasar en la primera etapa unos valores superiores al 6% de grasa bruta (Carbajo *et al.*, 1997).

### 2.3.7 Vitaminas y Minerales

El avestruz es un animal que por su hábitat natural no tiene posibilidad de consumir grandes cantidades de vitaminas, pero si una amplia variedad de ellas. Toda vitamina, en mayor o menor grado, es importante en el metabolismo del animal. Los macrominerales (calcio, fósforo, potasio, sodio y cloro) y

microminerales (magnesio, zinc, hierro, cobre, molibdeno, selenio, iodo, cobalto y cromo) cumplen importantes funciones metabólicas y estructurales (Huchzermeyer, 1999). Estas son una categoría amplia de nutrientes que, desde siempre, se han agrupado como micronutrientes orgánicos que son absolutamente esenciales en la alimentación. Las aves de corral requieren 13 vitaminas, excepto las vitaminas D y E, participan como cofactores en reacciones enzimáticas (Church *et al.*, 2007) y son cruciales para el mantenimiento, crecimiento y producción (Ángel, 1996). El metabolismo del Ca y P en el organismo está estrechamente relacionado y regulado en parte por la vitamina D (Carbajo, *et al.*, 1997).

En cuanto a la relación Ca/P esta deberá ser de 1.5 a 2:1 en la ración. Una dieta rica en Ca aumenta la necesidad de P disponible de 1:1 a 2:1 y es aceptable para las aves en crecimiento (Church *et al.*, 2007). Es recomendable suministrar conchilla de ostra en todas las edades, especialmente a los reproductores para prevenir cualquier deficiencia en calcio, aunque existan trabajos indicando que no hay respuesta a niveles superiores de los recomendados (Carbajo *et al.*, 1997).

### **2.3.8 Agua**

El agua representa más del 50% de la masa del cuerpo. Por regla general, se le debe dar al ave más o menos el equivalente al doble de la cantidad de alimento seco consumido, basado en peso. Si el suministro de agua es insuficiente, las aves se deshidratan,

disminuye la ingestión de alimentos y las funciones fisiológicas se alteran. Las aves tener acceso al agua limpia y fresca (Mesiá, 2002). Eliminan el agua de su organismo mediante la respiración y la excreción y en los productos reproductivos como los huevos (Church *et al.*, 2007).

#### 2.4 Requerimientos de las avestruces

Las necesidades de energía y nitrógeno del emú fueron determinados por Dawson y Herd (1983) y se vio que eran bajas en comparación con otras aves. Las necesidades de energía metabolizable para el mantenimiento eran de 284 KJ/Kg y en cuanto al nitrógeno de 0.09 g por día a pesar de un rápido tránsito intestinal (5,5 horas y media) el emú tiene una eficiente digestión fermentativa de la fibra localizada principalmente en el íleon, aportando dicha digestión energía de hasta 63% del metabolismo normal (Huchzermeyer, 1999).

Estas cuatro fases son en principio muy amplias para poder definir las necesidades nutritivas de las avestruces con cierta fiabilidad, por lo que para calcular podemos ajustar con más precisión las necesidades de estos animales y deberíamos acortar los periodos de alimentación, subdividiendo así el crecimiento en cuatro (Buxáde, Ed. 2003).

Recordaremos, sin embargo que la información existente de los requerimientos nutricionales, la digestibilidad y aporte energético de la mayor parte de los alimentos empleados en las raciones de avestruces es muy escasa (Carbajo *et al.*, 1997).

### 2.4.1 Periodo de mantenimiento

Dicho periodo corresponde a diferentes épocas de vida del animal. Desde los veinte meses hasta la llegada de la madurez sexual y el descanso reproductivo.

Las recomendaciones nutritivas para esta fase también están influenciadas por la climatología y el tipo de instalación, por lo que las recomendaciones para mantener a los animales en estado óptimo para afrontar un nuevo ciclo de reproducción, se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Requerimientos nutritivos para avestruces en periodo de mantenimiento.

Nutrientes	
Proteína bruta, %	15.0
Fibra bruta, %	20.0
EM avestruz, kcal/kg	2.500

Fuente: Carbajo *et al.* (1997).

### 2.5 Factores que regulan el consumo

Se producen fenómenos que determinan el hambre, apetito y la saciedad; es decir en consumo voluntario, no son del todo conocidos existen varias teorías al respecto. Los mecanismos más aceptados para explicar el control del consumo voluntario son de tipo multicaules y se pueden agrupar en tres factores: alimenticios, fisiológicos y ambientales. Dichos mecanismos tienen que actuar de manera que la ingestión provoque

cambios fisiológicos que envíen una señal al cerebro para que el individuo deje de comer o continúen haciéndolo (Shimada, 2012).

### 2.5.1 Factores alimenticios

Los métodos de alimentación, la anatomía bucal, el sistema digestivo y el tipo de alimento juegan un papel fundamental en el comportamiento de consumo (Gordon y Prins, 2008). Sin embargo, desde el punto de vista evolutivo, se sabe que los organismos más primitivos tienen la alimentación como prioridad y pueden dedicar más del 90% del tiempo a esta actividad. (Van der Heide *et al.*, 1998).

Una de las razones fisiológicas es que los animales comen para obtener los nutrientes que se requieren en el mantenimiento de la estructura y funcionalidad de los tejidos, además de favorecer otros procesos como el crecimiento y la reproducción (Givens *et al.*, 2000). El consumo es un aspecto de alta complejidad en la fisiología digestiva, de su regulación sabemos que el control es físico-químico y neurohumoral. En investigaciones ha demostrado que el primer efecto de la ingestión es físico, seguido por los productos de la digestión (químico), los cuales son detectados por receptores situados en el intestino delgado, hígado y cerebro (Forbes, 2007). Durante el proceso digestivo se secretan péptidos que actúan como hormonas o señales locales, enviando información al sistema nervioso central produciendo sensación de saciedad (Van der Heide *et al.*, 1998), por tanto, la ingestión de alimentos provoca cambios en el cuerpo, estos cambios son monitoreados por el

cerebro, y es así como la composición de la dieta, los nutrientes y su metabolismo libera factores químicos que son en última instancia quienes regulan el consumo (Church, 1993).

**a. Energía en la Dieta:** Los pollos de engorde regulan su consumo por el aporte energético de la dieta. Este escenario provoca la necesidad de conocer la concentración calórica de los alimentos empleados en una dieta para balancear el aporte total de energía metabólica (Hess, 1956).

La energía, como principal necesidad dietética del animal, se requiere para mantención y producción. Por lo tanto, aunque el animal no esté en un estado fisiológico de producción siempre tendrá requerimiento de energía. El consumo de alimento aumentará conforme disminuye el contenido energético de la dieta hasta que sea limitado ya sea porque se llenó el intestino, o por otros límites fisiológicos. Las limitaciones en el consumo de alimento casi siempre están asociadas con factores distintos al contenido energético de la dieta (Saito, 1966).

El mecanismo homeostático del consumo rara vez es perfecto. Las aves más pequeñas son más capaces de mantener el consumo energético constante con variaciones en las concentraciones energéticas de la dieta. Por otro lado, las estirpes más pesadas tienden a mantener el consumo constante, sin importar la concentración energética de la dieta (Carpeta, 1969).

Cuando la energía de la dieta aumenta, se debe aumentar también

el contenido de proteína, para mantener la relación energía/proteína adecuada y la de los otros nutrientes como vitaminas y minerales (Marks y Pesti, 1984).

**b. Proteína y Aminoácidos:** El contenido de aminoácidos tiene más un efecto indirecto sobre el consumo de alimento. El aumento de peso corporal disminuirá conforme disminuya el contenido de aminoácidos de la dieta por debajo del nivel de requerimiento para el crecimiento óptimo. Conforme disminuye el peso corporal, el requerimiento calórico del ave disminuye y en consecuencia del consumo de alimento para cubrir esta necesidad energética disminuye. Los desequilibrios de aminoácidos de la dieta debido a una mala formulación del alimento o por una mala digestibilidad de los ingredientes del mismo también causarán disminuciones en el consumo de alimento y pérdidas en la eficacia de conversión alimenticia (Barroeta *et al.* 2002).

La deficiencia de algunos aminoácidos, particularmente el triptófano, tiene un efecto importante sobre el apetito al limitar la ingestión de alimento. Se obtienen respuestas similares con algunos desequilibrios como son la treonina y tirosina (Haynes, 1990).

**c. Vitaminas y Minerales:** Las vitaminas y los minerales funcionan principalmente como cofactores del metabolismo, mientras que los macrominerales, tales como el calcio, fósforo y magnesio también sirven como componentes estructurales del cuerpo. Las vitaminas y minerales influyen en el consumo de alimento solo cuando los niveles de la dieta son deficientes o muy por encima del

requerimiento. Los niveles deficientes de la dieta causan trastornos metabólicos que causan un efecto adverso indirecto sobre el consumo de alimento (Diggins, 1991).

### 2.5.2 Factores fisiológicos

Los factores fisiológicos son aquellos que se relacionan con el animal y tienen que ver con sus características físicas: tamaño y peso corporal y edad.

**a. Tamaño y peso corporal:** Los animales de mayor peso corporal comen más alimento; sin embargo, deben tomarse en cuenta las variaciones que ocurren respecto a la conformación y edad de los animales, por ejemplo, los más viejos tenderán a tener mayor circunferencia y profundidad, además de que composicionalmente tendrán más tejido adiposo en relación con el muscular (Shimada, 2012).

**b. Edad:** Dentro de la misma especie, raza y sexo los jóvenes consumen más en comparación con los adultos. En estos últimos tanto los mecanismos neutrales como los hormonales aseguran que el consumo de alimento iguale el gasto energético, de tal manera que cuando la oferta y la calidad de alimento permanezcan neutrales, puedan mantener un peso corporal relativamente estable (Shimada, 2012).

## 2.6 Materias primas utilizadas para elaboración de dietas

### 2.6.1 Harina de pescado

La composición equilibrada de aminoácidos de harina de pescado complementa y proporciona efectos sinérgicos con otras proteínas animales y vegetales en la dieta animal para promover un crecimiento rápido y reducir los costos de alimentación. La harina de pescado de alta calidad proporciona una cantidad equilibrada de todos los aminoácidos esenciales, fosfolípidos y ácidos grasos para un desarrollo óptimo, crecimiento, mantenimiento y reproducción (Gaines *et al.*, 2005).

El contenido proteico en la harina de pescado varía entre 500 a 750 g/kg, es rica en aminoácidos esenciales especialmente en lisina, cistina, metionina y triptófano, por lo que resulta un valioso suplemento en las raciones que incluyen grandes cantidades de cereales, especialmente las que contienen gran cantidad de maíz. El contenido de minerales es alto (100 a 200 g/kg), lo que resulta muy importante desde el punto de vista de la nutrición, ya que aporta buenas cantidades de calcio y fósforo, así como una serie de microelementos como hierro, yodo y magnesio; además son buenas fuentes de vitamina del complejo B, especialmente colina, B12 y riboflavina, teniendo un valor nutritivo especial, debido a su contenido en factores de crecimiento que se engloban bajo la denominación de factor proteína animal. La energía de las harinas de pescado se muestran totalmente en forma de grasa y proteína, y guarda relación con su contenido en aceite (McDonal *et al.*, 2011).

### 2.6.2 Soya integral extruida

La soya (*Glycine max*) es una importante materia prima usada en la elaboración de alimentos balanceados para aves por su balance y disponibilidad de aminoácidos, energía y ácidos grasos esenciales. Debido al alto contenido de proteína (37-38%) y grasas (18-20%) permite suplir buena parte de las necesidades nutricionales de las líneas modernas de aves las cuales exigen una alta calidad de los mismos (Garzón, 2003).

Esta soya tratada térmicamente es denominada soya integral, esto se debe a que posee concentraciones altas de energía y proteína de alto valor biológico, lo cual permite que sea utilizada en todas las fases de la alimentación de las aves. El grano de soya aporta un excelente nivel de energía útil, proteína y aminoácidos esenciales, especialmente Lisina siempre que se le brinde un proceso térmico adecuado. Para este proceso térmico en la soya se utilizan métodos y equipos los cuales garantizan una reducción de los factores antinutricionales que contiene el grano crudo y así obtener un producto con alta calidad y disponibilidad de nutrientes (Garzón, 2006).

### 2.6.3 Trigo afrechillo

El afrechillo de trigo es un subproducto del procesamiento industrial del trigo, para la obtención de la harina. Desde el punto de vista nutricional puede definirse como un alimento de tipo energético - proteico, con valores intermedios tanto de energía como proteínas. Puesto que es un subproducto de la extracción de harina (almidón)

el residuo que le confiere el valor energético deriva fundamentalmente de la "fibra" de la cubierta de los granos. Por lo tanto, se trata de una fuente de energía de menor digestibilidad y "metabolicidad" que la del almidón. El valor proteico, proviene tanto del "germen" de la semilla como de las cubiertas del grano, siendo el germen el que contribuye con la mayor proporción de sustancias proteicas de calidad (Gallardo, 2003).

#### **2.6.4 Arcilla chaco**

Las arcillas son rocas sedimentarias procedentes de la erosión lenta de los granitos. Es una tierra grasa sobre la cual no brota planta alguna. Su color es variable: verde, rojo, amarillo, gris y blanco (Miranda, 2006).

Los componentes principales de la arcilla son cinco: El sílice fortifica los tejidos elásticos del organismo, su acción sobre las fibras elásticas es primordial, interviene en la constitución de los tendones, de la piel y de las fascias, es un agente de remineralización y también antitóxico. El silicato de alúmina un gran regulador intestinal; su empleo es adecuado en la colitis. El óxido de hierro componente esencial de la hemoglobina de la sangre, que hace posible la fijación y liberación del oxígeno de la respiración, de ahí que su principal acción sea su efecto antianémico, aunque también favorece el tránsito intestinal. El óxido de magnesio que es tónico general, factor de crecimiento y regenerador celular, pues equilibra el sistema nervioso y vago simpático, al mismo tiempo que es un estimulante de la secreción hepática y un antiséptico interno

y externo. Y el calcio de gran importancia para la constitución y conservación de los huesos, incluidos los dientes y tendones, e incluso los núcleos celulares y el equilibrio sanguíneo humoral, así como para la transmisión del impulso nervioso y la actividad celular (Miranda, 2006).

El uso de este material, que está cobrando importancia en los últimos tiempos, es como ligante en la fabricación de alimentos pelletizados para animales. Se emplea en la alimentación de pollos y ganado vacuno, fundamentalmente, actúa como ligante y sirve de soporte de vitaminas, sales minerales, antibióticos y de otros aditivos (García, 1995).

#### **2.6.5 Muña**

La muña (*Minthostachys mollis*) es un arbusto aromático perenne que crece en pendiente rocosas, pedregosas, extendiéndose desde los 2 600 a 3 800 msnm, habita entre los diferentes pisos ecológicos de nuestra serranía, comportándose como tal; existe en gran abundancia (Sotta, 2000).

La muña es conocida por la gente del pueblo por sus propiedades digestivas contra cólicos, flatulencias (carminativo), vómitos, diarreas, antitusígenas, antiasmático, expectorante, antiespasmódico, antiséptico, analgésico, antiinflamatorio, febrífugas, en tratamiento de tumores y mezclándola con chilca se emplea en fracturas. Es excelente contra la halitosis y para combatir jaquecas y soroche (Oblitas, 1998).

### 2.6.6 Aceite vegetal

La composición química de los aceites vegetales corresponde en la mayoría de los casos a una mezcla de 95% de triglicéridos y 5% de ácidos grasos libres, de esteroides, ceras y otros componentes minoritarios. Los triglicéridos son triésteres formados por la reacción de ácidos grasos sobre las tres funciones como alcohol del glicerol.

Los aceites vegetales, además de ser fuentes significantes de energía, tienen otras importantes funciones vitales, como ser constituyentes de estructuras celulares y contribuir como vehículo para absorción de vitaminas liposolubles y minerales (Lamela, 2005).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Lugar de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en el Módulo Calachaca del Centro Poblado Tupala, perteneciente al Distrito de Capaso, Provincia El Collao, Región Puno, que se encuentra ubicado a una altitud de 4200 msnm, siendo las coordenadas de 17°10'40" latitud sur y 69°44'24" longitud oeste. Con una temperatura máxima de 18.1°C y mínima de -13.8°C, con una precipitación pluvial media de noviembre a abril de 880 mm (SENAMHI, 2015). El Módulo Calachaca cuenta con 103.04 hectáreas, un ambiente para forraje hidropónico e instalaciones para el manejo de suri en diferentes edades.

#### 3.2 Duración del estudio

El presente estudio fue realizado en los meses de enero a marzo del año 2018, de los cuales el periodo de acostumbramiento duró un mes, donde la dieta se ofreció de menos a más y el experimento propiamente dicho tuvo una duración de 28 días.

#### 3.3 Materiales

##### 3.3.1 Materiales de campo

- Agenda y lapiceros de campo
- Marcadores (pintura)
- Cámara fotográfica
- Balde de 20 l (para llevar los alimentos)
- Bolsas de papel (para llevar las dietas)

- Mallas de nylon color negro de 2 x 2 cm (coco)
- Palos de eucalipto de 3 m aproximadamente
- Alambre de hierro dulce N° 16
- Martillos
- Alicates
- Clavos de calamina
- Tubos PVC de 20 cm de diámetro de color anaranjado (comedero).
- Tijeras
- Cuter
- Wincha de 5 m
- Triplay (identificación de las dietas en los box)

### 3.3.2 Equipos

- Balanza de plataforma Henkel BCH300WB-EPR-607-2 capacidad 300 kg sensibilidad 50 g.
- Balanza electrónica de precisión Kern PCB 600-1 eqseries capacidad 6000 g sensibilidad 0.1 g.
- Balanza electrónica Camry eq3132 capacidad de 0 a 5000 g.

### 3.3.3 Aves

Para este estudio se utilizaron 9 Suris (*Rhea pennata*) hembra adultas a los que se seleccionaron de acuerdo a su peso y edad, estas aves vienen de pasar la etapa reproductiva. La razón por la que no se puede usar más aves es debido a que estas se encuentran en “peligro crítico (CR)” en nuestro país; por la

disminución de sus hábitat, caza furtiva, competencia de alimento por otras especies domésticas y recolección de huevos según SERFOR (2015).

#### **3.3.4 Dietas**

Se elaboró dos dietas en base a varios ingredientes en las cuales se considera la inclusión de materias primas vegetales (D2) y animales (D1) (Tabla 5); y el otro alimento fue una dieta comercial (D3) el cual fue peletizado con un tamaño de grano 1/8 de pulgada.

Las materias primas de las fórmulas alimenticias fueron extruidas en la planta de alimentos del PEBLT ubicada en el “Centro de Investigación y Transferencia Tecnológica – Chucuito”. Las dietas pasaron por los siguientes procesos: Recepción, pesado, mezclado en seco, mezclado en húmedo, extrusión, enfriamiento, tamizado, finalmente secado al ambiente bajo sombra por 7 días, estas dietas miden ¼ de pulgada por grano de tamaño.

Tabla 5. Materias primas y contenidos de nutrientes de las dietas para Suris (*Rhea pennata*) hembras adultas.

<b>Materias primas</b>	<b>Dieta 1</b>	<b>Dieta 2</b>	<b>Dieta 3</b>
Maíz amarillo	25.30	25.30	
<b>Soya integral extruida</b>	<b>16.50</b>	<b>25.00</b>	
<b>Trigo afrechillo</b>	<b>31.50</b>	<b>28.00</b>	
<b>Harina de pescado</b>	<b>5.00</b>	<b>0.00</b>	
Heno de avena	11.00	11.00	
Aceite vegetal	2.00	2.00	
Arcilla Chacko	1.50	1.50	
Sal común	0.20	0.20	
Harina tola + muña	1.00	1.00	
Pecutrin	1.00	1.00	
Piedra caliza	4.50	4.50	
Premix	0.50	0.50	
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	
Costo, soles	1.53	1.58	
EM, Kcal	2.62	2.65	
Proteína, %	18.11	18.06	19.00*
Fibra, %	7.41	7.44	4.00*
Calcio, %	2.31	2.11	0.85*
Fosforo, %	0.62	0.52	0.60*

Fuente: elaboración propia

(\*)Los nutrientes son referentes de la etiqueta del producto

### 3.4 Metodología

#### 3.4.1 Instalaciones

Se adecuaron 9 box individuales con una medida de 1.70 x 1.50 m (Figura 4: Anexo), que se construyó con postes de eucalipto y separados con malla, cada uno cuenta con su comedero, donde las solo estuvieron durante la alimentación (mañana y tarde).

### 3.4.2 Aves

La distribución de los 9 Suris (*Rhea pennata*) hembras adultas cuya distribución fue en tres grupos y cada grupo compuesto por 3 aves, que pasaron por el suministro de las diferentes dietas.

Tabla 6. Distribución de Suri (*Rhea pennata*) hembra adulta para cada tratamiento experimental.

Tipo de Alimento	Número de Aves
Dieta 1 (D1)	3
Dieta 2 (D2)	3
Dieta 3 (D3)	3
TOTAL	9

Fuente: elaboración propia

Estas aves fueron identificadas mediante un pintado en las patas para su posterior reconocimiento al suministrar las dietas.

Tabla 7. Identificación de Suris (*Rhea pennata*) hembras adultas por color para cada dieta.

Tratamiento	Color
Dieta 1	Azul
Dieta 2	Rojo
Dieta 3	Rojo y Azul

Fuente: elaboración propia

### 3.4.3 Acostumbramiento de las aves a las dietas por suministrar

El periodo del acostumbramiento se realizó durante 30 días, con el suministro de dietas en una proporción de menos a más, los primeros 7 días en los comederos y bandejas en las que se les

suministraba el alimento cotidiano y los días restantes en sus boxes respectivos.

Este proceso demoró muchos días ya que aparte de acostumbrarse al cambio de alimento también debían acostumbrarse al manejo y a los boxes individuales.

#### 3.4.4 Alimentación

En los Centros de Conservación del Suri (*Rhea pennata*) se viene utilizando como alimento alternativo la dieta 3 para la alimentación de los Suris desde hace más de 10 años atrás.

Se alimentó con tres dietas diferentes de las cuales dos fueron elaboradas para este experimento y el otro fue un alimento comercial, estos alimentos fueron suministrados por la mañana (7:30 am) y por la tarde (4:00 pm) procurando que el alimento sea consumido en su totalidad dentro de 20 a 40 minutos, el peso del alimento restante fue registrado en las planillas de alimentación (Tabla 12: Anexo), para ello durante la alimentación se aisló a los animales en sus boxes (Figura 4: Anexo). La cantidad de alimento ofrecido fue de 300 g/ave/día tanto para las dietas 1, 2 y 3.

Referente a la alimentación con otros ingredientes consumieron materias vegetales frescas: Alfalfa fresca (200 g) y Cebada hidropónica (200 g), posterior al consumo de las dietas la cual duró de 15 a 25 minutos, donde las cantidades administradas no variaron, complementando con el pastoreo de bofedales y pajonales durante 7 horas desde las 8:30 am hasta las 3:30 pm

consumiendo en este último pasturas naturales predominantes de la zona.

#### 3.4.5 Control de peso

Se controló el peso vivo de los suris antes de iniciar el acostumbramiento, al inicio del experimento y luego cada 7 días, siendo este antes de la alimentación para esto se utilizó una balanza de plataforma Henkel BCH300WB-EPR-607-2 capacidad 300 kg, sensibilidad 50 g y los datos fueron registrados en la planilla de control de pesos (Tabla 13: Anexo). Dichos datos nos dio una información para ver el efecto de las dietas sobre la ganancia de peso durante el experimento.

#### 3.4.6 Consumo de alimento suplementado parcial

Se suministró los alimentos en forma diaria y fue restringida (300 g/día/ave) contándose con un registro diario al ofrecer y rechazar el alimento (Tabla 12: Anexo) para controlar el consumo del alimento.

Utilizando la siguiente formula:

*Consumo de alimento suplementado parcial, Kg*

$$= \text{alimento ofrecido} - (\text{alimento rechazado} + \text{alimento desperdiciado})$$

#### 3.4.7 Ganancia de peso vivo

La ganancia de peso vivo se calculó pesando a las aves semanalmente (7:00 am) siendo anotados en el control de registro (Tabla 13: Anexo). Para luego ser calculada con la siguiente fórmula:

$$\text{Ganancia de peso vivo final, Kg} = \text{Peso vivo final, Kg} - \text{Peso vivo inicial, Kg}$$

### 3.4.8 Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados con el programa InfoStat versión 2014, mediante un diseño completamente al azar con tres tratamientos y cada una de ellas con tres repeticiones.

Cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

$I = 1, 2, 3, \dots$  (Tratamiento = dietas)

$J = 1, 2, 3, \dots, r$  (repeticiones)

Dónde:

$Y_{ij}$  = variable de respuesta (peso vivo).

$\mu$  = promedio general del experimento.

$T_i$  = efecto de la alimentación.

$\epsilon_{ij}$  = efecto del error experimental.

$\alpha = 0.05$

Además de ello se utilizó la estadística descriptiva (promedios, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, mínimos, máximos).

Al haber significancia al análisis estadístico se usó un análisis de comparación de medias mediante la prueba Fisher por el software estadístico infoStat versión 2014, cuyo nivel de significancia utilizada fue de  $P < 0.05$ .

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Consumo de alimento suplementado

Los resultados de la Tabla 9 (Anexo: tabla 14) muestran el consumo de alimento balanceado expresado como consumo total y consumo medio valores que son desde 0.27 a 0.29 kg. Los que no evidencian diferencia estadística ( $P \geq 0.05$ ).

Tabla 8. Consumo total y medio diario del alimento suplementado por Suris (*Rhea pennata*) hembras adultas.

Tratamiento	CT (0-28, Kg)	CMD (0-28, Kg)
Dieta 1	7.64 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>
Dieta 2	8.17 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a</sup>
Dieta 3	8.09 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a</sup>
EE(n=3)	0.21	0.001
Probabilidad	0.2399	0.2283

CT: Consumo total, CMD: Consumo medio diario, EEM: Error estándar medio

Los resultados sobre el consumo, muestran que independientemente del tipo de ración, los animales mostraron un consumo similar. Esta similitud estaría explicada por que el suplemento fue dado en una misma cantidad (300 g/día) y se esperó hasta que se acabe el suplemento, sin embargo se pudo observar que la dieta 1 tuvo menos aceptación que las dietas 2 y 3 las cuales fueron más apetecidas.

Uno de los factores que pudo influir en la no diferencia, es el nivel de energía de las dietas 1 y 2 como puede observarse en la tabla 6 y ya que según Infante Rodríguez (2016) quien indica que niveles similares de

energía en las dietas para avestruz logran consumo estadísticamente no diferentes.

Sin embargo los resultados del consumo de alimento suplementado se encuentran dentro del rango reportado por Choque (2011) quien indica que el consumo de alimento concentrado suministrado de forma restringida para Suris adultos varía desde 0.200 a 0.400 kg/día/ave. Asimismo, PEBLT (2017) recomienda que cuando la población de Suri (*Rhea pennata*) se encuentra en cautiverio y al estar sometida al enclaustramiento requieren una alimentación balanceada restringida de acuerdo a las condiciones adecuadas al régimen alimentario en estado silvestre; con una frecuencia alimentaria de dos veces por día (mañana y tarde), con un consumo de alimento balanceado de 0.400 kg/día/ave en la etapa adulta.

Por otra parte Sarasqueta (2003) registra que el consumo ad libitum anual promedio de alimento balanceado para choiques adultos fue de 0.700 kg/día/animal. Pero recalca que el consumo no es constante a lo largo del año, sino que fluctúa de acuerdo a la época: es máximo a fines de verano a otoño (época no reproductiva) cuando puede alcanzar valores de 0.900 a 1.000 kg/día/animal, y mínima a fines de invierno – principios de primavera (época reproductiva) cuando esas cantidades descienden a 0.350 – 0.400 kg/día/animal (un descenso del 40 – 50%); estos valores son superiores a los nuestros debido a que los suris de nuestro experimento se le suministro alimento balanceado restringido.

## 4.2 Peso vivo

Como se puede observar en los resultados mostrados en la tabla 10 el peso vivo inicial fue similar para los tres tratamientos respecto al peso final; no existió una diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ) entre tratamientos.

Tabla 9. Pesos Vivos de Suris (*Rhea pennata*) hembras adultas.

Tratamiento	*PVI, kg	PVF, kg
Dieta 1	21.56 <sup>a</sup>	22.88 <sup>a</sup>
Dieta 2	21.90 <sup>a</sup>	22.76 <sup>a</sup>
Dieta 3	22.16 <sup>a</sup>	23.42 <sup>a</sup>
EEM(n=3)	0.22	0.25
Probabilidad	0.2416	0.2194

EEM: Error estándar medio, PVI: Peso vivo inicial, PVF: Peso vivo final,

\* Los pesos se registraron después del acostumbramiento

Resultados que son el reflejo de la composición química de las dietas suplementadas (fue similar, conforme se puede ver en la tabla 6) y del consumo, con lo se estaría demostrando que el concentrado comercial con el que alimentan en el centro de conservación puede ser reemplazado por las propuestas balanceadas (D1 y D2) evaluadas.

Los resultados encontrados en el presente trabajo muestran superioridad al reporte de Coaquira (2012), quien indica que el peso vivo en Suris hembra adultas es de 19.25 kg a los 2.5 años, con alimento suplementado. A diferencia de nuestro experimento donde se realizó en Suris de 4 años.

Los valores de peso vivo al final del experimento se encuentran dentro de los valores reportados por PEBLT (2017) y Huanca (2011). Según PEBLT el peso promedio al estado adulto del Suri es de 25 kg en hembras y Huanca reporta peso vivo promedio de 20.90 kg en hembras adultas en el

mes de marzo; este último autor indica que la época y la edad del animal tiene un efecto sobre el peso vivo, lo que también estaría afectando nuestros resultados.

### 4.3 Ganancia de peso vivo

Como se observa en los resultados de la tabla 11, muestra la ganancia de peso en kg/día, demostrando diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ).

Tabla 10. Ganancia de peso vivo de los Suris (*Rhea pennata*) hembras adultas.

Tratamiento	GPV (0 - 28, kg)	GMD (0 - 28, kg)
Dieta 1	1.32 <sup>a</sup>	0.05 <sup>a</sup>
Dieta 2	0.86 <sup>b</sup>	0.03 <sup>b</sup>
Dieta 3	1.26 <sup>a</sup>	0.05 <sup>a</sup>
EEM(n=3)	0.11	0.0037
Probabilidad	0.0423	0.0398

GPV: Ganancia peso vivo, GMD: Ganancia media diaria, EEM: Error estándar medio

Aun cuando los resultados sobre el consumo y peso vivo final han sido iguales en los tres tratamientos, sin embargo al evaluar la ganancia de peso vivo en kg/día se refleja una mayor ganancia en los tratamientos D1 y D3 respecto al tratamiento D2 (0.05, 0.05 y 0.03 kg respectivamente), podría explicarse esta diferencia de mayor ganancia por día a la composición química de la dieta, ya que la dieta 1 que ha sido preparada para el presente experimento se ha incluido harina de pescado en un 5% y la dieta 3 que es la comercial siempre lleva harina de pescado aunque no sabemos el porcentaje (la empresa no lo reporta), es entonces que podríamos atribuir a que esas mejores ganancias estarían influenciadas

por la harina de pescado que es un insumo que le aporta aminoácidos esenciales (lisina, cistina, metionina, triptófano) a las dietas y como sabemos estos aminoácidos tienen como función intervenir favorablemente en el crecimiento, sintetizando la proteína muscular para la formación y deposición de la proteína corporal, que se encuentra en mayor concentración en la musculatura esquelética, logrando la ganancia del peso del animal como lo dice Gaines et al., (2005), lo mismo lo corrobora McDonald (2011), asimismo D'Mello (1994).

Al comparar con Huanca (2011) nuestros resultados son mayores, debido a que este autor preparo el alimento suplementado a base de: torta de soya, harina de alfalfa, afrecho de trigo, harina de maíz amarillo, conchilla y sal; la cual no contiene proteína de origen animal y es el que aporta aminoácidos esenciales, logrando una ganancia media diaria de 0.012 kg. Por otro lado, cuando comparamos nuestros resultados de la ganancia media diaria estos son menores a los reportados por Simoy (2012) y Sarasqueta (2003). Según Simoy la ganancia de peso o pérdida de peso para ñandús mayores de 18 meses de edad, con un alimento balanceado terminador para pollos (*ad libitum*). La composición del alimento, según descripción del fabricante fue: proteína cruda 14% (mínimo), extracto etéreo 4.5% (mínimo), fibra cruda 8 % (máxima), minerales totales 7.7% (máximo), humedad 13% (máximo), calcio 1 - 1.12% (min.- máx.), y fósforo 0.8 - 0.95% (min. - máx.) (Valor energético para aves domésticas: 9.205 MJ/kg en condiciones ambientales estándar); proteína cruda, para hembras en otoño el consumo fue de  $0.08 \pm 0.04$  kg/d ( $81.250 \pm 41.771$  g/d) y Sarasqueta indica que la ganancia diaria para choiques de 6.4

meses de edad en promedio es de 0.11 kg/día (111.36 g/día) con un alimento balanceado, cuya composición alimenticia es: proteína 20%; fibra 14%; EM 2408 kcal; calcio 2.2% y de fósforo 0.55%. Esta diferencia será posiblemente a los diferentes componentes del alimento balanceado, cantidad ofrecida, estación del año, edad de las aves.

## V. CONCLUSIONES

El consumo alimenticio del suplemento suministrado a los animales que se observó en el presente experimento se encuentra entre los rangos de 0.27 a 0.29 kg.

El peso vivo final de los animales en el experimento se encuentra entre los rangos de 22.76 a 23.42 kg.

La ganancia de peso diario para los animales en el presente experimento se observó diferencia estadística ( $P \leq 0.05$ ) donde para la dieta 1 y 3 fueron de 0.05 kg/día mientras para los animales de la dieta 2 fue de 0.03 kg/día.

## VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda alimentar a los Suris (*Rhea pennata*) hembras adultas con la dieta 1 que se acerca bastante en desempeño productivo la dieta comercial.

Se recomienda proseguir estudios de investigación probando diferentes dietas realizando un análisis de composición química y nutricional.

Se recomienda realizar investigaciones probando dietas con mayor porcentaje de fibra al de nuestro experimento.

Realizar pruebas para determinar los requerimientos nutricionales del Suri para diferente estado fisiológico, edad y sexo, cuantificar niveles de consumo y preferencia de pasturas naturales.

Realizar estudios sobre alimentación mayor cantidad de repeticiones.

## VII. REFERENCIAS

- Alarco de Zadra, A. (2007). Extractos del libro nuestra fauna investigación y elaboración: Perú ecológico/actualización. Julio 2007.
- ALT-PNUD. (2001). (Autoridad Binacional del Lago Titicaca y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). Diagnóstico e inventario de recursos naturales de flora y fauna. Proyecto PER/98/G32 Conservación de la Biodiversidad en la Cuenca del Lago Titicaca, Desaguadero, Poopó y Salar de Coipasa (TDPS).
- Alvarez Díaz, A, (2004). Fisiología de la Conducta Animal. En Fisiología Animal Aplicada. Colectivo de autores. Edit. F. Varela. La Habana. Cuba.
- Angel, C. R. (1996). Serum chemistries and vitamin D metabolites in ostriches, emus, rheas, and cassowaries. International conference improving our understanding of ratites in a farming environment. Manchester.
- Angel, C. R. (2001). Normas de alimentación del avestruz. Revista avestruz. B. M. editores. México. D.F.
- Arakaki, M. y Cano, A. (2003). Composición florística de la cuenca del río Ilo-Moquegua y Lomas de Ilo, Moquegua, Perú. *Revista Peruana de Biología*.
- Avendaño, E. R. (2004). Nutrición del avestruz. Departamento de zootecnia de la Universidad Autónoma de México. Guadalajara.
- Barroeta, A.; Calsamiglia, S.; Cepero, R.; Lopez-Bote, C.; Hernández, J. M. (2002). Óptima nutrición vitamínica de los animales para la producción de alimentos de calidad: avances en la nutrición vitamínica de broilers y pavos. Editorial Pulso. España. Pag. 208.

- Benzuidenhout, A. J. (1986). The topography of thoraco - abdominal viscera in the ostrich (*S. camelus*). *Onderstepoort J. of Vet. Res.*, 53:2, 111-117.
- Birdlife International y Conservation International.(2005). *Áreas Importantes para la Conservación de las aves en los Andes Tropicales: Sitios 87 prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad*. Serie de Conservación deBirdLife N° 14.
- BirdLife International. (2012). *Important bird áreasamericas priority sites for biodiversity conservation*. BirdLife conservation series N° 16.
- Bogart, R; Taylor, R. (1988). Producción comercial de animales de granja. Editorial Limusa. México, DF. Pag. 510.
- Brack, A. (1986). *Manejo de la fauna. Gran Geografía del Perú*. Editorial Juan Mejia Baca.
- Buxáde, C. (Ed.). (2003). Producción del avestruz: aspectos claves. Madrid, Barcelona, Mexico: Ediciones Mundi - Prensa.
- Carbajo, E., Castelló, F., Castelló, J. A., Gurri, A., Marin, M., Mesía, J., Sales, J. y Sarasqueta, D. V. (1997). Cría de Avestruces, Emues, y Ñandues. Real Escuela de Avicultura. Barcelona, pp. 421.
- Carpeta, P. (1969). Animal behaviour. *Poultry Science*.
- Champe, P. C.; Harvey, R. A. (1996). *Bioquímica ilustrada*. 2 edición. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Choque, M. (2011). *Efecto de la alimentación sobre los niveles séricos de creatinina, ácido úrico, proteína total, albumina y globulina en suris (Rhea pennata)* (tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

- Church, D. C. (1993). El rumiante: fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- Church, D. C., Pond, W. G. y Pond, K. R. (2007). *Nutrición y Alimentación de Animales*. Mexico, D.F. Editorial Limusa.
- Cilliers, S. C. y Hayes, J. P. (1996). Feedstuff evaluation and metabolizable energy and amino acid requirements for maintenance and growth in ostriches. Proceedings of an international conference improving our understanding of ratites in a farming environment. Manchester 85-92.
- Cilliers, S. C., Du Preez, J. J., Maritz, J. S. y Hayes, J. P. (1995). Growth curves of ostriches (*Struthio camelus*) from Oudtshoorn in South Africa. Anim.
- Cilliers, S. C., Hayes, J. P., Chwalibog, A., Du Preez, J. J. y Sales, J. (1997). A comparison study between mature ostriches (*Struthiocamelus*) and adult cockerels with respect to true and apparent metabolizable energy values for maize, barley, oats and triticale. British Poultry Science, 38, 96 – 100.
- Coaquira, O. (2012). *Análisis Biométrico del Crecimiento Posnatal de Suri (Rhea pennata) Criados en Semicautiverio en el Centro de Rescate de Humajalso - Tupala, Puno* (tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Crossley, J. (2002). Fisiología: Particularidades funcionales del Avestruz. Resumen de Presentaciones Curso Especializado en Producción de Avestruces; Santiago; Chile.
- D'mello, J. P. F. (1994). Amino Acids in Farm Animal Nutrition. Wallingford: CAB International.

- Dawson, T. J. y Herd, R. M. (1983). Digestion in the emu: Low energy and nitrogen requirements of this large ratite bird. *Comparative Biochemical Physiology*.
- Diggins, K. (1991). *Avicultura*. Editorial Limusa. México, DF.
- Duke, G. E, (1994). Avian Gastrointestinal motor function. *Handbook of Physiology. The Gastrointestinal System*. J: D. Wood. Edit.
- Echaccaya, M.; Arana C. y Salinas L. (2017). Dieta del Suri, *Rhea pennata* Orbigny, 1834) (Aves: Rheidae), en ecosistemas altoandinos de Moquegua, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 24 (2), 2017, 139-144.
- Ergueta, P. y Morales, C. (1996). Libro rojo de los vertebrados de Bolivia. La Paz – Bolivia.
- Fjeldsa, J. y Krabbe, N. (1990). *Birds of the High Andes*. Zoological Museum, University of Copenhagen. Apollo Books, Dinamarca.
- Flores, R. (1995). Estudio preliminar para la crianza y reproducción del Suri (*Pterocnemia pennata*) en ambientes controlados (CENDOC - PELT).
- Forbes, J. M. (2007). *Voluntary food intake and diet selection in farm animals*. Wallingford, UK: CABI Publishing.
- Gaines, A. M.; Yi, G. F.; Ratliff, B.W.; Srichana, P.; Kendall, D. C.; Allee, G. L.; Knight, C. D. y Perryman, K. R. (2005). Estimation of the ideal ratio of true ileal digestible sulfur amino acids: lysine of true 26 kg nursery pigs. *Journal of animal science* 83.
- Gallardo, M. (2003). Utilización eficiente del afrechillo de trigo para la suplementación de vacas lecheras. Sitio argentino de producción animal.

- García, R. (1995). Capacidad de intercambio iónico de las arcillas.
- Garzón, A. V. (2003). Beneficiarios de proyectos con conocimientos y habilidades en el uso de la producción agrícola de la finca para la alimentación animal.
- Garzón, A. V. (2006). La soya como fuente de proteína en la alimentación animal. Soya (*Glycine max*). Alternativa para los sistemas de producción de la Orinoquía colombiana. Villavicencio, Meta, Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- Givens, D. I., Owen, E., Axford, R. F. E. y Omed, H. M. editores. (2000). Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. Wallingford UK: CABI Publishing.
- Gonzales, C. (2002). Fisiología Aviar. La Habana. En Revista Cubana de Ciencia Avícola. Vol. 26.
- Gordon, I. J. y Prins, H. H. (2008). Introduction: Grazers and Browsers in a Changing World. In: Gordon IJ, Prins HH, editors. The Ecology of Browsing and Grazing. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Haynes, C. (1990). Cría doméstica de pollos. Editorial Limusa. México, DF. Pag. 318.
- Herrera, F. (1924). Las Cactáceas de los alrededores de la ciudad del Cuzco. *Revista Chilena de Historia Natural* 28:31-38. Lima, Perú.
- Hess, E. (1956). Psychological Reports. Poultry Science.
- Huanca, E. M. (2011). *Caracterización del manejo del Suri (pterocnemia pennata) en condiciones de cautiverio, en el municipio de machacamarc,*

*comunidad sora-sora, departamento de Oruro (Tesis de grado).*

Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Huchzermeyer, F. W. (1997). Cría de avestruces, emues y ñandúes. Barcelona.

Real Escuela de Avicultura. p. 24.

Huchzermeyer, F. W. (1999). Patología de Avestruces y otras Ratites. Segunda

Edición. Ediciones Mundi Prensa, Barcelona España

Infante-Rodríguez, F.; Salinas-Chavira, J.; Montaña-Gómez, M. F.; Manríquez

-Nuñez, O. M.; González-Vizcarra, V. M.; Guevara-Florentino O. F. y

Ramírez De León J. A. (2016). Effect of diets with different energy

concentrations on growth performance, carcass characteristics and meat

chemical composition of broiler chickens in dry tropics. Springer Plus.

INRENA. (2007). Instituto Nacional de Recursos Naturales. Pautas para el

monitoreo del comportamiento reproductivo – alimenticio del Suri,

identificación de áreas de reproducción, crianza, alimentación y

diagnóstico de las amenazas a su conservación. Administración Técnica

Forestal y de Fauna Silvestre Puno. Puno. Perú.

Koepcke, H. y Koepcke, M. (1963). Las aves silvestres de importancia

económica del Perú. Ministerio de Agricultura, Lima - Perú.

Lamela, F. M. (2005). El Mercado de los Aceites Vegetales en la Comunidad de

Madrid. Situación y líneas de mejora, en Documentos Técnicos de Salud

Pública.

Leclercq, B. (1998). Specific Effects of Lysine on Broiler Production:

Comparison with Threonine and Valine. Poultry Science, v.77, p.118-123,

- Lleellish, M., Salinas, L., y Chipana, E. (2007). Situación del Suri *Pterocnemia pennata* en el Perú. INRENA. Intendencia Forestal y de Fauna Silvestre. Lima.
- Marinero, N. V., Navarro, J. y Martella, M. (2017). Does food abundance determine the diet of the Puna Rhea (*Rhea tarapacensis*) in the Austral Puna desert in Argentina- Emu - Austral Ornithology.
- Marks, L. y Pesti, J. (1984). Anatomy and physiology of digestive system. Poultry Science. Pag.49.
- Maynard, L. (1992). Nutricion Animal. Editorial McGraw – Hill. Página 627
- McDonald, P.; Ewards, R. A.; Greenhalgh, J. F. D.; Morgan, C. A.; Sinclair, L. A. y Wilkinson, R.G. (2011). Nutrición Animal. Séptima edición. Editorial Acribia S.A. Zaragoza (España).
- McDowell, L.R. (1985). Nutrition of grazing ruminants in warm climates. Academic Press. Orlando, FL.
- Mesiá, J. (2002). Alimentación de pollos en engorda. Revista Avestruz. B.M. editores. Mexico D.F.
- MINAGRI (2004). Decreto Supremo N°034-2004-AG. (22 de setiembre del 2004) Diario Oficial El Peruano. Aprueban categorización de especies amenazadas de fauna silvestre y prohíben su caza, captura, tenencia, transporte o exportación con fines comerciales. Lima. Perú.
- Ministerio de Agricultura. (2004). Autoridad Nacional del Agua. *Evaluación y Ordenamiento de los Recursos Hídricos en la cuenca del Río Tambo y Moquegua- Inventario de Fuentes de Agua Superficial*. Volumen I.

- Miranda, V. S. (2006). Guía Aplicación de arcilla medicinal. Editorial, ENNA S.A  
Lima -Perú.
- Montes de Oca, A. (1995). *Hábitos alimenticios del Suri (Pterocnemia pennata)*  
(tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Montesinos, D. (2011). Diversidad Florística de la cuenca alta del rio Tambo-  
Ichuña, Moquegua, Perú. *Revista Peruana de Biología*.
- Noble, J. C. (1991). On ratites and their interactions with plants. *Revista Chilena  
de Historia Natural* 64: 85-118.
- Oblitas E. (1998) .Plantas medicinales en Bolivia: farmacopea Callaway.   
2ª Edición. La Paz: Editorial los amigos del libro.
- Omalley, P. J. (1996). An estimate of nutritional requirements of emus.  
Proceedings international conference improving our understanding of  
ratites in a farming environment, Manchester, 92-108.
- Orlg, C. (1984). Distribución geográfica del *Pterocnemia pennata*. En: cría de  
avestruces, emúes y ñandúes. Real escuela de avicultura, 2da Edición.
- Paoletti, G. & Puig, S. (2007). Diet of the Lesser Rhea (*Pterocnemia pennata*)  
and availability of food in the Andean Precordillera (Mendoza,  
Argentina). *Emu* 107(1): 52–58.
- PEBLT, (2017). (Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca). *Conservación del  
Suri (Rhea pennata) avances y logros*. Puno, Perú: Editorial Altiplano E. I.  
R. L.
- PELT, (2008). Proyecto Especial Lago Titicaca. Avances en el Manejo Y  
Conservación del Suri Consultoría, “Sistematización de Información en

Manejo Y Conservación del Suri (*Rhea pennata*), Desarrollado en el Centro de Rescate Modulo Humajalso Tupala 2000-2006”. Puno – Peru.

Plenge, M. (1982). The distribution of the Lesser Rhea *Pterocnemia pennata* southern Peru and northern Chile. The British Ornithologist Union.

Preston, T.R. y Leng, R.A. (1989). Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. CONDRIT.

Puig, S., Cona, M. I., Videla, F. y Méndez, E. (2013). Diet selection by the lesser rhea (*Rhea pennata pennata*) in Payunia, Northern Patagonia (Mendoza, Argentina). *FCA UNCUYO*, 45(1), 211-224.

Puig, S., Videla, F., Monge, S. y Roig, V. (1996). Seasonal variations in guanaco diet (*Lama-Guanicoe Muller 1776*) and food availability in northern Patagonia, Argentina. *Journal of Arid Environments*.

Pulido, V. (1991) “El libro rojo de la fauna silvestre del Perú”, editor Pedro G. Aguilar, Lima. Perú.

Quecano, J. & Ruiz, A. (2005). *Evaluación de tres tipos de promotores de crecimiento y su efecto en los parámetros zootécnicos en cría de Avestruces* (tesis de grado). Universidad de la Salle, Bogotá, D.C.

Reissig, E., Olaechea, F. V. y Robles, C. A. (2001). *Capillaria sp* in farmed Lesser rhea (*Pterocnemia pennata*) First Report. In: Abstracts. Promoting Advancement, 499 Preserving Tradition. International Conference of the World Association for the 500 Advancement of Veterinary Parasitology.

- Rosenberg, K. V. y Cooper, R. J. (1990). Approaches to avian diet analysis. *Studies in Avian Biology*. 13, 80-90.
- Sá, L.M.; Gomes, P.C.; Cecon, P.R. (2007). Exigencia nutricional de treonina digestiva para gallinas ponedoras período de 34 a 50 semanas de edad. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.6, p. 1846-1853.
- Saito, I. (1966). Bulletin of the faculty of agricultura. Miyazahi University.
- Sarasqueta, D. (2003). Cría y reproducción de Choique en cautividad. 1er Congreso Latinoamericano sobre Conservación, Cría Comercial de Ñandúes. Congreso virtual noviembre 2003 – marzo 2004.
- Sauer, E. G. F. y Sauer. E. M. (1966). The behaviour and ecology of the South African ostrich.
- Scheideler, S. (1994). Feeding big birds. Chicago. Feed International.
- Schulenberg, T., Stotz, D., Lane, D., O'Neill, J. y Parker, T. (2010). *Aves de Perú*. Lima. Centro de Ornitología y Biodiversidad- CORBIDI.
- SENAMHI. (2015). Registro meteorológico precipitación pluvial, temperatura y coordenadas geográficas. Estación. Mazocruz.
- SERFOR. (2015). Plan nacional para la conservación del Suri (*Rhea pennata*).
- Shimada, M. A. (2003). *Nutrición Animal*. 1º Edición. Editorial Trillas. México D.F.
- Shimada, M. A. (2012). *Nutrición Animal*. 2º Edición. Editorial Trillas. México D.F.

- Simoy, M. V. (2012). *Un modelo individual de balance energético para el ñandú común (Rhea americana) y su implicancia en el reclutamiento poblacional* (Tesis doctoral). Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Sotta N. (2000). Plantas aromáticas y medicinales de la región Arequipa. 1° edición. Arequipa: Editorial Akuarella.
- Swart, D. (1998). Effect of dietary protein and energy concentrations on the growth performance and feather production of ostriches. Oudtshoorn. Journal of animal Science.
- Swart, D. y Kemm, E. H. (1986). The effect of diet protein and energy levels on the growth performance and feather production of slaughter ostriches.
- Swart, D., Mackie, R. I. y Hayes, J. P. (1993). Fermentative digestion in the ostrich (*Struthio camelus var. domesticus*). A large avian species that utilizes cellulose. *South African journal of animal science*, 20, 127-135.
- Toledo. V. M. R. (1999). Avestruz. Origen y Características. Revista Agropecuaria Brasileira.
- Van der Heide, D.; Huisman, E. A.; Kanis, E.; Osse, J. y Verstegen, M. (1998). Regulation of feed Intake. Proceedings of the 5th Zodiac Symposium, Wageningen, The Netherlands: Cab International;
- Villanueva, J. (2005). Distribución Actual del Suri *Pterocnemia tarapacensis* a nivel nacional. (Tesis grado de Magíster Scientiae). Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima.
- Warnick, R. E.; Anderson, J. O. (1968). Limiting essential amino acids in soybean meal for growing chickens and the effects of heat upon availability of the essential amino acids. *Poultry Science*, v.47, p.281-287.

Weberbauer, A. (1945). El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos. Lima.

Estación experimental Agrícola de la Molina, Dirección de Agricultura,  
Ministerio de Agricultura. 776p.

Withers, P. C. (1983). Energy, water and solute balance in the ostrich *Struthio camelus*. *Physiological Zoology*, 56, 568-579.

# ANEXOS

# ANEXOS A



Figura 1. Características del Suri (*Rhea pennata*) bebiendo agua.

Vista del consumo propio de agua de los Suris adultos en el potrero de pastoreo.



Figura 2. Alimentación de Suri (*Rhea pennata*).

Se observa el consumo de alimento durante el pastoreo en su potrero.

Tabla 11. Registro individual de Suri (*Rhea pennata*).

<b>CODIGO : 13 – 2013 amarillo</b>	
<b>SEXO:</b> hembra	
<b>EDAD:</b> 4 Años	
<b>ESPECIE:</b> Suri	
<b>Nombre Científico:</b> <i>Rhea pennata</i>	
<b>Lugar de Procedencia:</b> Módulo Humajalso Llusta - Mazocrus	<b>Fecha de eclosión:</b> 01/10/13
<b>Incubación Natural:</b> 44 días	<b>Talla (cm) al nacimiento:</b> 19
<b>Código de padre:</b> 07 - 2007	<b>Peso al nacimiento (g):</b> 300
<b>Peso Actual (marzo 2018):</b> 22.860 kg	<b>Estado sanitario:</b> sano
<b>Tratamiento: Dieta 1</b>	

<b>CODIGO : 52 – 2013 amarillo</b>	
<b>SEXO:</b> hembra	
<b>EDAD:</b> 4 Años	
<b>ESPECIE:</b> Suri	
<b>Nombre Científico:</b> <i>Rhea pennata</i>	
<b>Lugar de Procedencia</b> Módulo Humajalso Llusta - Mazocrus	<b>Fecha de eclosión</b> 25/10/13
<b>Incubación Natural:</b> 43 días	<b>Talla (cm) al nacimiento:</b> 21
<b>Código de padre:</b> 05 - 2008	<b>Peso al nacimiento (g):</b> 314
<b>Peso Actual (marzo 2018)</b> 23.400 kg	<b>Estado sanitario</b> Se estresa al estar en el box durante la alimentación.
<b>Tratamiento: Dieta 1</b>	

<b>CODIGO : 58 – 2013 amarillo</b>	
<b>SEXO:</b> hembra	
<b>EDAD:</b> 4 Años	
<b>ESPECIE:</b> Suri	
<b>Nombre Cientifico:</b> <i>Rhea pennata</i>	
<b>Lugar de Procedencia</b> Módulo Humajalso Llusta - Mazocruz	<b>Fecha de eclosión:</b> 07/11/13
	<b>Talla (cm) al nacimiento:</b> 21
<b>Incubación artificial:</b> 42 días	<b>Peso al nacimiento (g):</b> 306
<b>Código de madre:</b> 03 - 2008	<b>Estado sanitario</b>
<b>Peso Actual (marzo 2018)</b> 22.370 kg	Se estresa muy rápido por cualquier ruido o movimiento, dentro del box durante la alimentación.
<b>Tratamiento:</b> Dieta 1	

<b>CODIGO : 05 – 2013 amarillo</b>	
<b>SEXO:</b> hembra	
<b>EDAD:</b> 4 Años	
<b>ESPECIE:</b> Suri	
<b>Nombre Cientifico:</b> <i>Rhea pennata</i>	
<b>Lugar de Procedencia</b> Módulo Humajalso Llusta - Mazocruz	<b>Fecha de eclosión:</b> 05/10/13
	<b>Talla (cm) al nacimiento:</b> 21
<b>Incubación Natural:</b> 43 días	<b>Peso al nacimiento (g):</b> 300
<b>Código de padre:</b> 01 - 2006	<b>Estado sanitario</b>
<b>Peso Actual (marzo 2018)</b> 22.930 kg	Crecimiento de pico superior frecuentemente
<b>Tratamiento:</b> Dieta 2	

<b>CODIGO : 11 – 2013 amarillo</b>	
<b>SEXO:</b> hembra	
<b>EDAD:</b> 4 Años	
<b>ESPECIE:</b> Suri	
<b>Nombre Científico:</b> <i>Rhea pennata</i>	
<b>Lugar de Procedencia</b> Módulo Humajalso Llusta - Mazocrus	<b>Fecha de eclosión:</b> 01/10/13
	<b>Talla (cm) al nacimiento:</b> 21
<b>Incubación Natural:</b> 44 días	<b>Peso al nacimiento (g):</b> 305
<b>Código de padre:</b> 07 - 2007	<b>Estado sanitario</b>
<b>Peso Actual (marzo 2018)</b> 22.810 kg	Inflamación de rodilla durante una semana al finalizar el experimento
<b>Tratamiento:</b> Dieta 2	

<b>CODIGO : 78 – 2013 amarillo</b>	
<b>SEXO:</b> hembra	
<b>EDAD:</b> 4 Años	
<b>ESPECIE:</b> Suri	
<b>Nombre Científico:</b> <i>Rhea pennata</i>	
<b>Lugar de Procedencia</b> Módulo Humajalso Llusta - Mazocrus	<b>Fecha de eclosión</b> 21/10/13
<b>Incubación Natural:</b> 42 días	<b>Talla (cm) al nacimiento:</b> 21
<b>Código de padre:</b> 09 - 2008	<b>Peso al nacimiento (g):</b> 310.7
<b>Peso Actual (marzo 2018)</b> 22.530 kg	<b>Estado sanitario</b> El crecimiento de pico superior.
<b>Tratamiento:</b> Dieta 2	

<b>CODIGO : 09 – 2013 amarillo</b>	
<b>SEXO:</b> hembra	
<b>EDAD:</b> 4 Años	
<b>ESPECIE:</b> Suri	
<b>Nombre Científico:</b> <i>Rhea pennata</i>	
<b>Lugar de Procedencia</b> Módulo Humajalso Llusta - Mazocrus	<b>Fecha de eclosión</b> 11/10/13
<b>Incubación Natural:</b> 43 días	<b>Talla (cm) al nacimiento:</b> 19
<b>Código de padre:</b> 03 - 2010	<b>Peso al nacimiento (g):</b> 290
<b>Peso Actual (marzo 2018)</b> 23.940 kg	<b>Estado sanitario</b> Tiene la rodilla lesionada.
<b>Tratamiento:</b> Dieta 3	

<b>CODIGO : 31 – 2013 amarillo</b>	
<b>SEXO:</b> hembra	
<b>EDAD:</b> 4 Años	
<b>ESPECIE:</b> Suri	
<b>Nombre Científico:</b> <i>Rhea pennata</i>	
<b>Lugar de Procedencia</b> Módulo Humajalso Llusta - Mazocrus	<b>Fecha de eclosión</b> 17/10/13
<b>Incubación Natural:</b> 42 días	<b>Talla (cm) al nacimiento:</b> 20
<b>Código de padre:</b> 02 - 2008	<b>Peso al nacimiento (g):</b> 311
<b>Peso Actual (marzo 2018)</b> 22.930 kg	<b>Estado sanitario</b> sano
<b>Tratamiento:</b> Dieta 3	

<b>CODIGO : 44 – 2013 amarillo</b>	
<b>SEXO:</b> hembra	
<b>EDAD:</b> 4 Años	
<b>ESPECIE:</b> Suri	
<b>Nombre Cientifico:</b> <i>Rhea pennata</i>	
<b>Lugar de Procedencia</b> Módulo Humajalso Llusta - Mazocrus	<b>Fecha de eclosión</b> 22/10/13
<b>Incubación Natural:</b> 44 días	<b>Talla (cm) al nacimiento:</b> 20
<b>Código de padre:</b> 19 - 2010	<b>Peso al nacimiento (g):</b> 309
<b>Peso Actual (marzo 2018)</b> 23.380 kg	<b>Estado sanitario</b> sano
<b>Tratamiento:</b> Dieta 3	

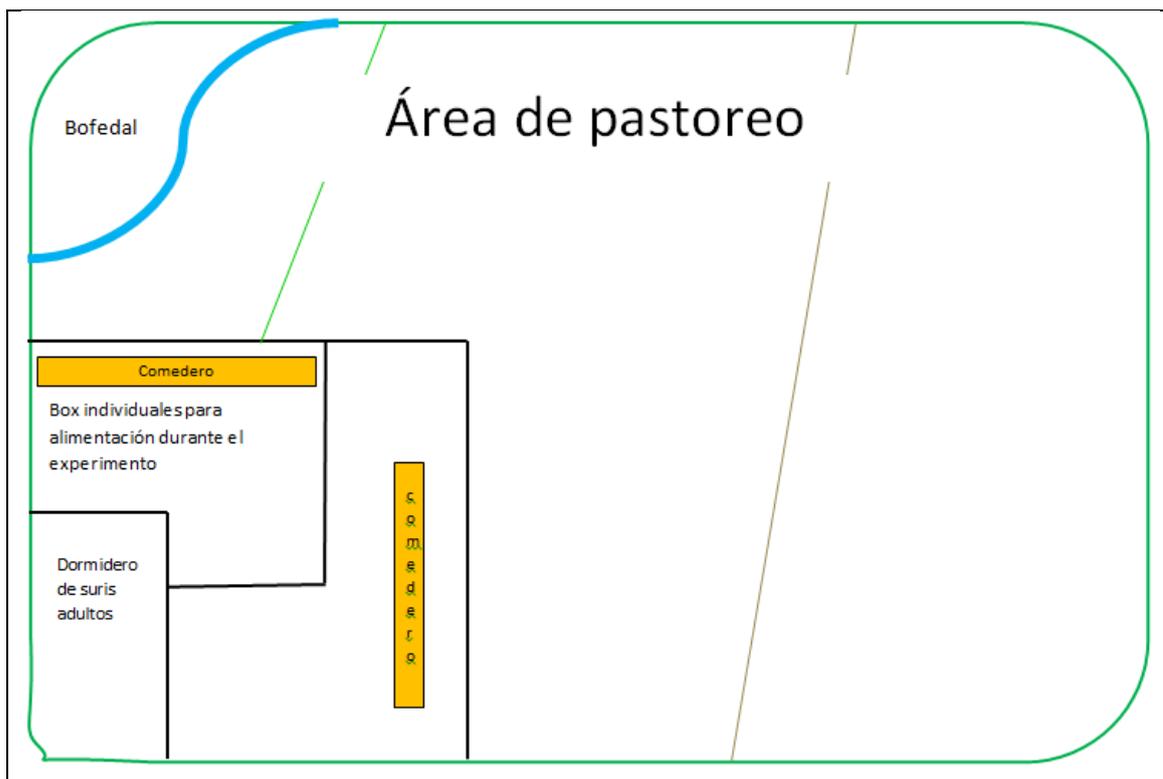


Figura 3. Área de crianza y pastoreo de Suris (*Rhea pennata*) adultos.

Dibujo del área de crianza, donde se observa el dormidero, comedero y pastoreo.



Figura 4. Construcción de boxes individuales para su alimentación con su comedero.

Imagen de cómo se construyó los boxes para la alimentación.

# ANEXO B

Tabla 12. Registro del control de la alimentación durante el experimento.

Fecha:

MAÑANA (7:30 am)

N°	Código del Suri	Dieta	Alimento, g		
			Ofrecido	Restante	Consumido
1	13 - 13				
2	52 - 13				
3	58 - 13				
4	05 - 13				
5	11 - 13				
6	78 - 13				
7	09 - 13				
8	31 - 13				
9	44 - 13				

TARDE (4:00 pm)

N°	Código del Suri	Dieta	Alimento, g		
			Ofrecido	Restante	Consumido
1	13 - 13				
2	52 - 13				
3	58 - 13				
4	05 - 13				
5	11 - 13				
6	78 - 13				
7	09 - 13				
8	31 - 13				
9	44 - 13				

Observaciones: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Tabla 13. Registro de control de peso semanal de las aves del experimento.

Hora:

N°	Código del Suri	Peso, Kg				
		P1	P2	P3	P4	P5
		Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:
1	13 - 13					
2	52 - 13					
3	58 - 13					
4	05 - 13					
5	11 - 13					
6	78 - 13					
7	09 - 13					
8	31 - 13					
9	44 - 13					



Figura 5. Alimento para los tres tratamientos (D1, D2 y D3).

Se observa las diferentes dietas para el consumo de las aves.



Figura 6. Pesado de alimento de diferentes dietas.

Se observa el pesado de dieta para ofrecerles y lo restante de la alimentación.



Figura 7. Alimentación de los Suris (*Rhea pennata*) hembras adultas en sus respectivos box individual.

# ANEXOS C

Tabla 14. Consumo de alimento suplementado por tratamiento

tratamiento	Días, (kg)			
	0-7	7-14	14-21	21-28
Dieta 1	1.97	2.00	1.89	1.78
Dieta 2	2.10	2.04	1.99	2.04
Dieta 3	2.08	2.03	1.91	2.07

Tabla 15. Resumen de los análisis de varianza de peso, ganancia de peso vivo y consumo de alimento de los Suris (*Rhea pennata*) hembras adultas.**Peso vivo día 0**

Cuadro de análisis de la varianza

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.54	2	0.27	1.82	0.2416
Tratamiento	0.54	2	0.27	1.82	0.2416
Error	0.89	6	0.15		
Total	1.42	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.76837

Error: 0.1479 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E. E.
D1	21.56 <sup>a</sup>	3	0.22
D2	21.90 <sup>a</sup>	3	0.22
D3	22.16 <sup>a</sup>	3	0.22

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p&gt;0.05)

**Peso vivo día 7**

Cuadro de análisis de la varianza

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.53	2	0.27	1.61	0.2760
Tratamiento	0.53	2	0.27	1.61	0.2760
Error	1.00	6	0.17		
Total	1.53	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.81488

Error: 0.1664 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E. E.
D1	22.08 <sup>a</sup>	3	0.24
D2	22.05 <sup>a</sup>	3	0.24
D3	22.58 <sup>a</sup>	3	0.24

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0.05)

### Peso vivo día 14

Cuadro de análisis de la varianza

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.62	2	0.31	1.52	0.2929
Tratamiento	0.62	2	0.31	1.52	0.2929
Error	1.23	6	0.21		
Total	1.86	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.90571

Error: 0.2055 gl: 6

Tratamiento	Medias	N	E. E.
D1	22.22 <sup>a</sup>	3	0.26
D2	22.13 <sup>a</sup>	3	0.26
D3	22.73 <sup>a</sup>	3	0.26

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0.05)

### Peso vivo día 21

Cuadro de análisis de la varianza

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.59	2	0.29	1.70	0.2608
Tratamiento	0.59	2	0.29	1.70	0.2608
Error	1.04	6	0.17		
Total	1.62	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.83032

Error: 0.1727 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E. E.
D1	22.37 <sup>a</sup>	3	0.24
D2	22.64 <sup>a</sup>	3	0.24
D3	22.99 <sup>a</sup>	3	0.24

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0.05$ )

### Peso vivo día 28

Cuadro de análisis de la varianza

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.74	2	0.37	1.97	0.2194
Tratamiento	0.74	2	0.37	1.97	0.2194
Error	1.13	6	0.19		
Total	1.87	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.86596

Error: 0.1879 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E. E.
D1	22.88 <sup>a</sup>	3	0.25
D2	22.76 <sup>a</sup>	3	0.25
D3	23.42 <sup>a</sup>	3	0.25

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0.05$ )

### Ganancia de Peso vivo día 0-28

Cuadro de análisis de la varianza

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.38	2	0.19	5.61	0.0423
Tratamiento	0.38	2	0.19	5.61	0.0423
Error	0.20	6	0.03		
Total	0.58	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.36652

Error: 0.0337 gl: 6

Tratamiento	Medias	N	E. E.
D1	1.32 <sup>a</sup>	3	0.11
D2	0.86 <sup>b</sup>	3	0.11
D3	1.26 <sup>a</sup>	3	0.11

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Ganancia media diaria de alimento 0-28

Cuadro de análisis de la varianza

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.00048	2	0.00024	5.79	0.0398
Tratamiento	0.00048	2	0.00024	5.79	0.0398
Error	0.00025	6	0.000042		
Total	0.00074	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.01293

Error: 0.00001 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E. E.
D1	0.05 <sup>a</sup>	3	0.0037
D2	0.03 <sup>b</sup>	3	0.0037
D3	0.05 <sup>a</sup>	3	0.0037

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Consumo total de alimento 0-28

Cuadro de análisis de la varianza

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.50	2	0.25	1.83	0.2399
Tratamiento	0.50	2	0.25	1.83	0.2399
Error	0.82	6	0.14		
Total	1.32	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.73945

Error: 0.1370 gl: 6

Tratamiento	Medias	N	E. E.
D1	7.64 <sup>a</sup>	3	0.21
D2	8.17 <sup>a</sup>	3	0.21
D3	8.09 <sup>a</sup>	3	0.21

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes (p>0.05)

### Consumo medio de alimento 0-28

Cuadro de análisis de la varianza

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.00067	2	0.00034	1.91	0.2283
Tratamiento	0.00067	2	0.00034	1.91	0.2283
Error	0.00011	6	0.00018		
Total	0.0017	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.02654

Error: 0.0002 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E. E.
D1	0.27 <sup>a</sup>	3	0.01
D2	0.29 <sup>a</sup>	3	0.01
D3	0.29 <sup>a</sup>	3	0.01

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0.05)