



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLÁN

VALOR NUTRITIVO DE LA DIETA DE OSO PANDA  
(*Ailuropoda melanoleuca*) DE LA DIRECCIÓN GENERAL  
DE ZOOLOGICOS Y VIDA SILVESTRE.

T É S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA:

LUZ LILIANA PINTLE ACEVES

ASESORA: DRA. DENEBA CAMACHO MORFÍN

CO-ASESORES: M. en C. MARIANO SÁNCHEZ TROCINO

Q. B. LILIAN MORFÍN LOYDEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: **VOTO APROBATORIO**

**DRA. SUEMI RODRÍGUEZ ROMO  
DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE**

ATN: L.A. ARACELI HERRERA HERNÁNDEZ  
Jefa del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán



Con base en el Art. 28 del Reglamento de Exámenes Profesionales nos permitimos comunicar a usted que revisamos **LA TESIS:**

VALOR NUTRITIVO DE LA DIETA DE OSO PANDA (Ailuropoda melanoleuca) DE LA DIRECCION GENERAL DE ZOOLOGICOS Y VIDA SILVESTRE.

Que presenta la pasante: Luz Liliana Pintle Aceves  
Con número de cuenta: 09925736-9 para obtener el Título de: Médica Veterinaria Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

**ATENTAMENTE**  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"  
Cuautitlán Izcallí, Méx. a 14 de Noviembre de 2011.

**PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO**

	<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>
<b>PRESIDENTE</b>	Dra. Deneb Camacho Morfín	
<b>VOCAL</b>	MC. Jesús Alberto Guevara González	
<b>SECRETARIO</b>	MVZ. Gerardo López Islas	
<b>1er SUPLENTE</b>	MC. Tiziano Santos Morín	
<b>2do SUPLENTE</b>	MVZ. Héctor Pérez Tapia	

## AGRADECIMIENTOS

*A mi buen padre Dios que me dio la vida y ha guiado mis pasos a terminar esta noble profesión con la que me puedo acercar a mis hermanos humanos a través de nuestros compañeros los animales.*

*A mis padres Ana Lilia y Mauro Ricardo que han estado conmigo desde que comencé mi formación académica por enseñarme a perseverar y alentarme a conseguir mis sueños, este logro también es de ustedes, los amo a los dos.*

*A toda mi familia en general, a mi Mamá Mía, a todos mis tíos y tías, a mis primos, primas, y también a mis sobrinos, porque me animaron a seguir adelante y siempre tuvieron un consejo que darme, o bien un aliento que me ayudó a llegar a la meta.*

*A mi asesora, Dra. Deneb, por su gran apoyo, su perseverancia, paciencia, dedicación y entusiasmo para realizar esta tesis.*

*A la Dirección General de Zoológicos y Vida Silvestre (DGZVS), a la Dirección Técnica y de Investigación (DTI), a la Coordinación de Vigilancia Nutricional, al Zoológico de Chapultepec, por el apoyo y las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.*

*A mi co-asesor, M. en C. Mariano Sánchez por su disposición y apoyo.*

*A mi co-asesora, Q.B. Lillian por sus enseñanzas y el apoyo que me brindó siempre.*

*A mis sinodales: Jesús Alberto Guevara González, Gerardo López Islas, Tiziano Santos Morín y Héctor Pérez Tapia, por el tiempo que se tomaron para mejorar el presente trabajo.*

*A todos los profesores y profesoras que tuve a lo largo de la carrera que gracias a sus enseñanzas logré llegar al final.*

*A Leonardo, por estar conmigo siempre apoyándome, dándome ánimos y consuelo cuando lo necesité, gracias flaquito por ser parte de mi vida.*

*A los compañeros del laboratorio: Miguel, Vilma, Esteban y Víctor por hacer un ambiente agradable durante el tiempo de trabajo en el laboratorio.*

*A todos mis amigos de la universidad, quienes en diversas formas me brindaron su apoyo y amistad a lo largo de la carrera, en especial a Adriana, Luis, Luisa, Loani, Brenda y Celina.*

*A mis queridos amigos del Club J, porque desde el día que nos conocimos hasta hoy me han dado su incomparable amistad, por su gran apoyo y sus sabios consejos, ¡gracias amigos por ser tan geniales!*

*Finalmente, pero no menos importante, a todas las mascotas fieles que he tenido, porque desde niña hicieron que naciera en mí la conciencia de respeto a la vida por más sencilla que parezca, a: Tomasita, Wendy, Charly, Pauli, Silver, Tina y Güero. También a todos esos animalitos sin nombre que con su cuerpo, vivo o inerte ayudaron a que yo aprendiera.*

*Un país o una civilización puede ser juzgada por la forma en que trata a sus animales. Cuanto más indefensa está una criatura, más derechos tiene a que el hombre la proteja de la crueldad del hombre.*

*Mahatma Gandhi*

*Cuando el hombre se apiade de todas las criaturas vivientes, entonces será noble.*

*Buda*

## ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	1
GLOSARIO DE ABREVIATURAS	3
RESÚMEN	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 Taxonomía del panda	5
1.1.1 Distribución geográfica de los pandas	6
1.1.2 Pandas en cautiverio	6
1.1.3 Características anatómicas del panda	7
1.1.4 Conducta alimenticia	8
1.2 Anatomía digestiva del panda	9
1.3 Fisiología digestiva del panda	10
1.4 Hábitos alimenticios del panda	11
1.4.1 Hábitos alimenticios en vida libre	11
1.4.2 Contenido nutricional del bambú	12
1.4.3 Hábitos alimenticios en cautiverio	13
1.4.4 Concepto de valor nutritivo	14
2. JUSTIFICACIÓN	15
3. OBJETIVOS	16
3.1 Objetivo general	16
3.2 Objetivos específicos	16
4. MATERIALES Y MÉTODOS	17
4.1 Ubicación	17
4.2 Animales	17

4.3 Alimentación	18
4.4 Determinaciones químicas	19
4.5 Energía	19
4.6 Consumo	20
4.7 Aportes	20
4.8 Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca.	20
4.9 Digestibilidad <i>in vivo</i> de la materia seca.	21
5. RESULTADOS	22
5.1 Alimentación	22
5.1.1 Ingredientes de la dieta y forma de preparación	22
5.1.2 Suministro del alimento	22
5.1.3 Procedencia del bambú	24
5.2 Composición química de los alimentos	25
5.3 Energía	28
5.4 Consumo	28
5.5 Aportes de cada fracción a partir del análisis químico de la dieta	29
5.6 Digestibilidad	32
5.6.1 Digestibilidad <i>in vitro</i>	32
5.6.2 Digestibilidad <i>in vivo</i>	32
6. DISCUSIÓN	34
7. CONCLUSIONES	37
8. BIBLIOGRAFÍA	38
ANEXO	41

## ÍNDICE DE CUADROS

Número de Cuadro	Título	Pág.
Cuadro 1.1	Composición química de hojas de bambú consumidas por pandas en vida libre.	13
Cuadro 1.2	Dieta del zoológico de Memphis, utilizada de agosto 2003 a febrero 2004 para panda gigante, un macho (466) y hembra (507).	14
Cuadro 4.1	Características de los ejemplares de oso panda ( <i>Ailuropoda melanoleuca</i> ) del Zoológico de Chapultepec.	17
Cuadro 4.2	Procedimiento experimental.	18
Cuadro 5.1	Alimentos ofrecidos a los pandas en el zoológico de Chapultepec, en base húmeda.	23
Cuadro 5.2	Cantidad total de materia seca ofrecida a los pandas del Zoológico de Chapultepec.	24
Cuadro 5.3	Procedencia del bambú utilizado en la alimentación de pandas en el Zoológico de Chapultepec.	24
Cuadro 5.4	Composición química de los bambúes utilizados en la alimentación de pandas en el Zoológico de Chapultepec (porcentajes en base seca).	26
Cuadro 5.5	Presencia de tóxicos en el bambú ofrecido a los pandas del Zoológico de Chapultepec.	27
Cuadro 5.6	Composición química de la papilla que se suministra a los pandas del Zoológico de Chapultepec, en base seca.	27
Cuadro 5.7	Energía que contiene cada alimento ofrecido a los pandas del Zoológico de Chapultepec.	28
Cuadro 5.8	Consumo total de los pandas del Zoológico de Chapultepec, en materia seca (kg/día).	28
Cuadro 5.9	Cantidad de alimento rechazado de la dieta de pandas del zoológico de Chapultepec (kg/día) en base seca.	29



---

Cuadro 5.10	Aporte de cada fracción analítica (kg/día) de los alimentos ofrecidos a las osas panda del Zoológico de Chapultepec.	30
Cuadro 5.11	Consumo de cada fracción analítica de la dieta de las osas panda en el Zoológico de Chapultepec.	31
Cuadro 5.12	Consumo de cada fracción analítica de la dieta de las osas panda en el Zoológico de Chapultepec (%).	31
Cuadro 5.13	Digestibilidad <i>in vitro</i> de los alimentos ofrecidos a los pandas del Zoológico de Chapultepec.	32
Cuadro 5.14	Digestibilidad <i>in vivo</i> de la dieta ofrecida a las osas panda del Zoológico de Chapultepec.	33

---

## GLOSARIO DE ABREVIATURAS

DGZVS	Dirección General de Zoológicos y Vida Silvestre
m s n m	Metros sobre el nivel del mar
PC	Proteína cruda
EE	Extracto etéreo
C	Cenizas
FDN	Fibra Detergente Neutro
FDA	Fibra Detergente Ácido
LAD	Lignina Ácido Detergente
Ca	Calcio
P	Fósforo
TND	Total de nutrientes digestibles
ELN	Extracto libre de nitrógeno
EM	Energía digestible
ED	Energía metabolizable
MSO	Materia seca ofrecida
MSR	Materia seca rechazada
DVMS	Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca
DVMO	Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia orgánica
DIVMS	Digestibilidad <i>in vivo</i> de la materia seca
DIVMO	Digestibilidad <i>in vivo</i> de la materia orgánica
DIVMS	Digestibilidad <i>in vivo</i> de la materia seca.
DIVPC	Digestibilidad <i>in vivo</i> de proteína cruda.
DIVEE	Digestibilidad <i>in vivo</i> de extracto etéreo.
DIVFDN	Digestibilidad <i>in vivo</i> de fibra detergente neutro.
DIVMO	Digestibilidad <i>in vivo</i> de materia orgánica.

## RESÚMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar el valor nutritivo de la dieta ofrecida al oso panda (*Ailuropoda melanoleuca*) del Zoológico de Chapultepec “Alfonso Luis Herrera”, perteneciente a la Dirección General de Zoológicos y Vida Silvestre (DGZVS), para esto, se recolectaron datos sobre la alimentación, con el siguiente resultado: se ofrece bambú como ingrediente principal y una papilla que varía según el panda al que se ofrezca. Se recolectaron datos sobre la cantidad de alimento ofrecido y rechazado con lo que se calculó el consumo de la MS con un resultado de 2.500kg de bambú y 0.600kg de papilla. También se tomaron muestras de los alimentos ofrecidos, rechazados y de heces, a estas muestras se les determinó en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán campo IV, la materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), cenizas (C), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), Lignina Acido Detergente (LAD), hemicelulosa (Hcel), calcio (Ca) y fósforo (P), con los siguientes resultados: Para el bambú MS 66%, PC 10%, EE 2.5%, C 8%, FDN 78%, FDA 50%, LAD 8% y Hcel 28%, Ca 1.1% y P 0.1. Para la papilla: MS 20%, PC 16%, EE 3%, C 3%, FDN 55%, FDA 14%, LAD 2% y Hcel 40%. En el caso del bambú se determinó también en forma cualitativa nitritos, nitratos y glucósidos cianogénicos encontrándose nitritos en todas las muestras, nitratos en el bambú de Chapultepec y de Coyotes y ninguno con glucósidos cianogénicos. Con la información obtenida se calcularon los aportes nutrimentales de la dieta completa en kg/día, con un resultado de: MS 7.8, MO 7.1, PC 0.72, EE 0.21, FDN 6, FDA 3.81, Hcel 2.25 y LAD 0.7. Por otro lado, se determinó en los alimentos la digestibilidad *in vitro* de la MS (DVMS) y la digestibilidad *in vivo* de la MS (DIVMS) para lo cual se utilizó como marcador interno LAD. Con un resultado de DVMS de 45% para el bambú y de 90% para la papilla y para la DIVMS de 31.84% para Xin-Xin y de 27.08% para Shuan-Shuan. Mediante el cálculo del TND Se estimó la Energía digestible (ED) dando 1.1 Mcal/kg para el bambú y 3.87 para la papilla y la Energía metabolizable (EM) de 0.9 y 3.17 Mcal/kg respectivamente. Se concluyó que para los pandas del Zoológico de Chapultepec, el consumo de bambú es menor que el reportado en vida silvestre y se complementa con una papilla cuyos aportes en conjunto están manteniendo la salud de los pandas.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Taxonomía del panda.

Los úrsidos son una pequeña familia de mamíferos de la orden carnívora que consta de ocho especies agrupadas en tres géneros. Históricamente está ligada hasta a seis géneros más y se agrupa en una súper familia *Arctoidea* junto con la *Canidae*, *Procyonidae* y *Mustelidae*. Los carnívoros de la familia úrsidos son plantígrados, con uñas no retráctiles, cuerpo macizo con molares obtusos, muela carnífera no diferenciada, cola muy corta ejemplo: Oso panda (*Ailuropoda melanoleuca*) de las montañas del Tibet (Gadea *et al.*, 1972).

El panda gigante, junto al panda rojo, se incluyó anteriormente en la familia de los prociónidos, la misma de los mapaches, sin embargo, pruebas genéticas recientes lo colocan en la familia de los osos (*ursidae*) siendo su pariente más cercano el oso de anteojos de América del sur (O'Brien *et al.*, 1985).

Los pandas gigantes son un tipo de animal con dentición adaptada a una dieta omnívora en la que la muela carnífera superior ha desarrollado un hipocono, característica anatómica que no presentan los demás osos. Todos los osos son Americanos excepto *Ailurus* y *Ailuropoda*, el panda rojo y el panda gigante respectivamente que son asiáticos, (Young, 1971).

Existen dos subespecies de panda gigante: la *Ailuropoda melanoleuca melanoleuca* a la que pertenecen la mayor parte de la población de pandas y que se encuentra en la República Popular de China en las regiones montañosas de Sichuan; la especie *Ailuropoda melanoleuca qinlingensis*, que vive en las montañas de Qinling en Shaanxi entre 300 – 1.300 msnm. Esta segunda sub especie se distinguen de la variedad de Sichuan por tener una coloración distinta (marrón claro y oscuro) y una cabeza más pequeña con molares más largos (Gadea *et al.*, 1972).

El panda es una especie cuyas características reproductivas, (la tasa baja de natalidad y la alta tasa de mortalidad infantil, junto con la destrucción de su ambiente natural, lo colocan bajo amenaza de la extinción (Ramsay, 2007).

### **1.1.1 Distribución geográfica de los pandas.**

El panda habita en Asia, en la República Popular de China, en las sierras de Minshan, Qinling, Aionglai, Liangshani, Daxiangling y Xiaoxiangling, montañas cubiertas por floresta húmeda de coníferas, hábitat ideal para la especie de bambú que comen los pandas. Estas regiones son consideradas como las que tienen los más ricos ecosistemas de clima templado del planeta. Las alturas en las que se ubican los territorios en los que habita el panda (*Ailuropoda melanoleuca melanoleuca*) va de los 1.200 a los 3.400 msnm (Lindburg, 2004).

En el 2000 se contaban 1,114 ejemplares, esparcidos por territorios que tiene una superficie total de 23.000 Km<sup>2</sup> y aproximadamente 150 en cautiverio. Estudios en el año 2006, basados en exámenes de ADN extraído de excrementos de panda, indican que podría haber 3000 animales en libertad y 239 pandas gigantes en cautiverio en China (Ramsay, 2007).

### **1.1.2 Pandas en cautiverio.**

En China como parte de un programa de conservación, existen siete criaderos, entre el Zoológico de Beijing, la Reserva Natural Nacional de Wolong en el centro de reproducción de Wolong y Chengdu y el zoológico de Taipéi y en total cuentan con 150 pandas. Fuera de China, en el resto del mundo hay pocos zoológicos que albergan al oso panda (*Ailuropoda melanoleuca*), en Japón hay tres zoológicos: “Mundo de aventuras de Wakayama” que tiene ocho ejemplares; el Zoológico Oji con un solo ejemplar y el Zoológico de Chiang Mai con tres ejemplares. En el continente europeo, en Alemania, el Zoológico de Berlín, cuenta con un ejemplar; en Viena, el zoológico Schönbrunn con tres ejemplares y en España, el Zoológico Acuario de Madrid con cuatro ejemplares. En Australia el Zoológico Adelaida tiene dos ejemplares. En el continente Americano, en Estados Unidos de Norte América, en el zoológico de Washington, con 2 ejemplares; el Zoológico de San Diego California, con 7 ejemplares; el Zoológico de Atlanta con cuatro ejemplares y el Zoológico de Memphis con dos ejemplares. México tiene el honor de ser el único país de América Latina que alberga osos panda, en el Distrito Federal, en el

Zoológico de Chapultepec, “Alfonso L. Herrera”, el cual pertenece a la Dirección General de Zoológicos y Vida silvestre” (DGZVS), es el hogar de tres ejemplares de oso panda.

### **1.1.3 Características anatómicas del panda.**

Los pandas son regordetes con miembros cortos, son de pelo color café, negro o blanco. Las mamas son pectorales (Gittleman, 1989).

Los huesos son grandes, su musculatura es robusta, ojos pequeños y orejas redondeadas. Todos los osos tienen movimiento libre de los labios y presentan una fórmula dental de I3/3, C1/1, P4/4 y M 3/3, sin embargo, la fórmula dental del oso panda es: I3/3, C1/1 P3-4/3-4 y M2/2; donde los premolares son pequeños y pueden estar ausentes (Ramsay, 2007).

Exteriormente, el panda es asemeja a un oso de coloración contrastante, en particular el panda de Sichuan presenta el pelaje negro y blanco. Las orejas, nariz, los pelos alrededor de los ojos, los hombros y los miembros son oscuros. La cara, vientre y el lomo son blancos. Las orejas son ovales y erectas. Los miembros anteriores del panda además de sus cinco dedos, presenta un “sexto dedo” a manera de un pulgar. Se trata de una modificación de un hueso sesamoideo de la muñeca que articula con el carpo radial y el metacarpo I, brindando un encuentro opuesto de los primeros dedos con este hueso ayudándolo así a arrancar mejor el bambú y a escalar (Ramsay, 2007). Sus ojos son pequeños y mientras las pupilas de los demás osos son redondas, las del panda son como la de los gatos, lo que les da el nombre en chino de oso-gato (Gould, 1980).

En el estado adulto alcanzan un peso entre 90 y 130kg y una altura de 1.90m si se incorporan sobre sus miembros posteriores. Tienden a ser solitarios salvo en la época de apareamiento. Marcan su territorio utilizando tanto glándulas anales, orina y marcas de garras. La época de reproducción comienza en marzo, en la cual los machos compiten por las hembras. La gestación es de alrededor de cuatro meses y medio, pariendo una o dos crías, estas crías permanecerán junto a su madre hasta los dos años de edad y su madurez sexual es de los cuatro años y medio hasta siete años y medio (Gould, 1980).

El panda gigante se diferencia de la mayoría de los carnívoros por haberse especializado en comer bambú, esta especialización podría haber ocurrido en el Pleistoceno inferior, asociado a los grandes recursos de bambú que aparecieron en el sur de China en ese tiempo. Se han hecho estudios anatómicos, morfológicos y funcionales sobre el panda gigante, centrándose en sus características diferentes con otros carnívoros como los aparatos de masticación y la variación morfológica de los cráneos de otros osos, el resultado indica una clara separación entre las mandíbulas lo cual es resultado de la preferencia alimentaria y la adaptación funcional al consumo de bambú (Zhang, 2006).

#### **1.1.4 Conducta Alimenticia.**

El panda de Sichuan vive en lugares ubicados por arriba de los 1800 m.s.n.m. su alimentación es básicamente herbívora. En un principio, se pensaba que sólo podría vivir de los tallos del bambú, pero luego se supo que también puede alimentarse de otras plantas como lirios gencianas, azafrán, roedores, aves y peces. Además también integran a su dieta bulbos de lirio, raíces, huevos, insectos y algunos mamíferos pequeños lo que lo convierte en omnívoro. Se alimenta durante el día, incluso por las noches a ratos también se alimenta. Otras actividades como desplazarse y acicalarse solo les lleva 4% del día (Gittleman, 1989).

La dieta diaria del panda consta en un 99% de bambú, y obtiene sus nutrientes de la fracción de hemicelulosa que si puede metabolizar ya que el panda es incapaz de digerir celulosa y Lignina Acido Detergente (Gittleman, 1989).

Esta baja digestibilidad implica que el panda debe mover mucho volumen de alimento a través de su tracto digestivo para obtener los nutrientes necesarios, ya que de hecho el tiempo de paso del bambú es de menos de 14 horas y si la dieta es a base de puros brotes es de sólo 5 horas, es por eso que el panda también selecciona las partes más nutritivas del bambú, como es el caso de las hojas del bambú que son ricas en proteínas, minerales y hemicelulosa con respecto de los tallos (Gittleman, 1989).

El panda gigante es el úrsido más herbívoro y su dieta merece especial atención, los tallos y brotes de bambú forman la mayor parte de su dieta y está adaptado a consumir

grandes cantidades de este alimento, aunque de manera general la planta de bambú sea una fuente pobre de proteína (Finley *et. al*, 2011).

La preferencia del panda sobre el bambú habiendo otros forrajes disponibles es sorprendente, ya que a diferencia de otros osos depende de una fuente de alimento de baja calidad por eso con una dieta que provee nutrientes apenas para subsistir, el panda debe mantener su tracto digestivo lleno todo el tiempo, consumiendo alimento frecuentemente durante el día y la noche de una manera abundante y constante. Ha elegido seguridad sobre incertidumbre. Este modo de vida da la impresión de un triunfo perdurable de la evolución pero a la vez es vulnerable al cambio ya que no puede adaptarse tan rápido. Por lo que ahora ha tenido que sobrevivir en vez de vivir (Gittleman 1989).

## **1.2 Anatomía digestiva del panda.**

El tracto gastrointestinal es simple, el segmento distal del intestino es diferenciado solo por un cambio en la mucosa, sin saculaciones y no tiene ciego (Gittleman, 1989).

El esófago de éstos mamíferos es largo, desprovisto de cilios, el estómago puede ser simple o en forma de saco, sus secreciones contienen cierta variedad de enzimas. Las hormonas (como secretina, pancreazimina, colecistoquinina y enterogastrona) influyen en las actividades del estómago, hígado y páncreas, las secreciones del hígado y páncreas se vacían dentro del intestino en el duodeno. El jugo intestinal combinado es alcalino (Milton *et al.*, 1982).

Hay características de especial interés en el sistema digestivo de alta especialización en el panda gigante. El aparato digestivo tiene algunas modificaciones para una dieta de bambú, incluyendo un revestimiento córneo del esófago para la protección contra astillas de bambú y una región muscular en la región pilórica del estómago para mezclar la ingesta antes de entrar en el intestino delgado (Chorn, 1978; Schaller *et al.*1985). Por eso es necesario que el panda gigante se alimente de 10 a 12 horas diariamente para obtener sus nutrimentos (Finley *et. al*, 2011).



### **1.3 Fisiología digestiva del panda.**

El panda gigante tiene una interesante dieta de bambú a diferencia de otras especies de la orden carnívora. El gen receptor del gusto T1R1 había sido identificado como un pseudogen durante el proyecto de secuencia genómica del panda y confirmado después usando una muestra de panda diferente. El tiempo estimado de mutación para este gen es de 4.2 millones de años. Dicha mutación coincide con el cambio de dieta del panda y su confirmación a estilo de una vida de herbívoro. Este gen es preservado en herbívoros como la vaca y el caballo (Jin *et al.*, 2011).

Las propiedades de un alimento determinan el sabor de éste y es la recompensa de preferir cierta comida y está relacionado a la energía y composición nutricional (Jin *et al.*, 2011).

Hay estudios que demuestran que la dopamina no es tan eficiente en el panda gigante y debido a que ésta es esencial para el comportamiento del aprendizaje estímulo-recompensa, dicha deficiencia en el metabolismo de la dopamina en el panda gigante puede tener algún efecto profundo en el comportamiento del consumo preferente del bambú, ya que es posible que algún ingrediente en el bambú sea capaz de ayudar a metabolizar las catecolaminas, en especial la dopamina, dicho ingrediente puede que sea capaz de estimular el circuito apetito-recompensa y tener cierto papel en el consumo del bambú (Jin, *et al.*, 2011).

Sin embargo, aun cuando los pandas gigantes mantienen un sistema digestivo típico de carnívoro, este es relativamente corto y sin algún compartimiento especial para conservar los alimentos o presencia de bacterias simbióticas para descomponer la celulosa en nutrientes útiles (Dierenfeld, 1997).

La incapacidad para digerir la celulosa y la aparente falta de bacterias simbióticas, necesariamente significa que el panda gigante depende en gran medida del contenido de células digestibles del bambú en un proceso donde este es masticado y pasa casi inalterado a través del tracto digestivo en un tiempo muy corto. El resultado, es que diariamente el

panda consume grandes cantidades de bambú para satisfacer sus necesidades energéticas (Dierenfeld *et al.*, 1982; Schaller *et al.*, 1985).

Estas limitaciones morfológicas, junto con la alta producción de heces conllevan a estimar una extracción de nutrientes ineficiente (Dierenfeld *et al.*, 1982; Schaller *et al.*, 1985; Mainka *et al.*, 1989).

#### **1.4 Hábitos alimenticios del panda.**

Para poder obtener sus requerimientos nutricionales para el mantenimiento, crecimiento y reproducción, el panda ha desarrollado adaptaciones alimentarias y estratégicas particulares que afectan su desplazamiento y otros aspectos de su existencia (Gittleman, 1989).

##### **1.4.1 Hábitos alimenticios en vida libre.**

En China hay tres sub especies diferentes de bambú (*Bambu fargesia scabrida*, *Bambu fargesia denudata* y *Bambu bashania fargesii*) en el ciclo anual de producción de bambú silvestre. Esto afecta a su vez los desplazamientos, hábitos alimenticios y la nutrición en sí de los pandas gigantes, por ejemplo, *Bambu fargesia scabrida* en promedio mide 1.8m de alto con algunos tallos de 3-4m de alto, es seco, los tallos raramente alcanzan 1cm de grosor en su base y los retoños aparecen a mediados de julio y alcanzan su madurez a fines de septiembre. Los pandas también consumen *Bambu fargesia denudata* en retoños después de que alcanzan los 40cm o más de largo, este es parecido a *Bambu fargesia scabrida* en el largo de sus tallos en el grosor; sin embargo, crece en elevaciones mayores y aparece a mediados de junio y durante julio. Del bambú los pandas muestran marcada preferencia por ciertas partes de la planta dependiendo de la estación. De octubre a marzo prefieren las hojas más que los tallos en relación 2:1, a mediados de abril decrece marcadamente el consumo de hojas y esto continúa hasta junio. En julio vuelve a incrementar el consumo de hojas (Schaller *et al.*, 1985). Los pandas en estado salvaje llegan a comer de 10 a 14 kg de bambú al día, (Gittleman, 1989).

#### 1.4.2 Contenido nutricional del bambú

Aproximadamente el 90% de la proteína, carbohidratos y otros componentes celulares del bambú pueden ser nutricionalmente aprovechables para los pandas. De los componentes de la pared celular, la celulosa y Lignina Acido Detergente no son digestibles para el panda, sin embargo sí pueden desdoblarse una fracción de hemicelulosa digiriéndola entre un 18 a 26% dependiendo de la temporada. Las hojas de *Bambu fargesia scabrida* maduro y rebrotes tienen más proteína y cenizas (minerales y sales) y hemicelulosa, contienen menos celulosa y Lignina Acido Detergente que la que contienen los tallos, las hojas de *Bambu fargesia denudata* y *Bambu bashania fargesii*, son químicamente similares a *Bambu fargesia scabrida* tiene en promedio menor calidad nutricional entre julio y septiembre en los nuevos brotes que en las hojas. El porcentaje total de células solubles en los brotes es similar a los tallos, Un tallo de *Bambu bashania fargesia* colectado en junio, tuvo 8.7% de proteína cruda y 5.5% de otros contenidos celulares, similares a los brotes de *Bambu fargesia scabrida*. En cuanto al porcentaje de proteína cruda en hojas de las tres especies se encontró un entre 12.6 y 16.1, para las cenizas se reporta entre 10.8 y 13.4 finalmente para la celulosa y Lignina Acido Detergente entre 27.3 y 34.5 (Schaller *et al.*, 1985).

Ramsay (2007) menciona que todas las especies de bambú de Tangjiahe presentan hojas verdes durante todo el año y que la composición química de las hojas y tallos del bambú se mantiene muy constante durante todas las temporadas y que el contenido de agua de *Bambu fargesia scabrida* en las hojas y tallos es de 40-60% y en los brotes de por lo menos un 75%.

En el cuadro 1.1 se muestran algunas fracciones de la composición química de las hojas de bambú consumido por los pandas en vida libre.

Cuadro 1.1 Composición química de hojas de bambú consumidas por pandas en vida libre.

Hojas de bambú	Muestras mensuales	Cenizas	Hemicelulosa	Celulosa y LAD <sup>1</sup>	Proteína Cruda
%					
<i>Fargesia scabrida</i>	11	13.4	29.2	34.4	12.6
<i>Fargesia denudata</i>	1	10.8	35.1	27.3	15.8
<i>Bashania fargesii</i>	3	12	29.1	34.5	16.1

<sup>1</sup> Lignina Ácido Detergente, (Ramsay, 2007).

En cuanto a las excretas de los pandas el contenido de agua es de cerca del 70% cuando los animales consumen hojas y tallos de bambú y de un 75-85% o más cuando es una dieta de solo brotes. Es así que los pandas eliminan más agua en sus excretas que la que obtienen en su comida, excepto por uno o dos meses al año que es cuando se alimentan principalmente de brotes, las excretas húmedas son esenciales para un suave y rápido tránsito del forraje duro a través del tracto digestivo, la oxidación del alimento forma agua metabólica, pero en adición los pandas pueden necesitar beber por lo menos una vez al día (Ruan, 1983).

El bambú contiene altos niveles de celulosa indigestible y Lignina Acido Detergente (35-65%) y hemicelulosa parcialmente digestible (20-35%) y bajos niveles de partes de contenido celular de fácil aprovechamiento, además el contenido nutricional permanece constante todo el año por lo que el bambú representa una fuente de alimento seguro. Análisis de dos especies de bambú de la región de Wolong dan resultados similares a los de la región de Tangjiahe, igual que un análisis de dos especies introducidas en Washington D. C. (Schaller *et al.*, 1985).

#### 1.4.2 Hábitos alimenticios en cautiverio.

En cautiverio la dieta del panda gigante (cuadro 1.2) consiste en grandes cantidades de bambú, complementada con otros ingredientes como productos comerciales de comida para perros y croquetas para primates (Ramsay, 2007).

Algunos zoológicos dan de alimento principalmente bambú, pero añaden una mezcla hecha de cereal o croqueta de perro, leche, huevos, miel y suplementos de vitaminas

y minerales y fruta como: manzanas y plátanos preferentemente, muy raramente algún panda come pedazos de carne molida. Los hábitos en cautiverio son variables, la mayoría de los pandas rechazan la carne, pero los zoológicos chinos sugieren que se les puede acostumbrar a nuevos alimentos como pollo y arroz en caldo (Schaller *et al.*, 1985).

Las dietas de los animales de zoológico pueden tener deficiencias y/o excesos nutricionales en proteína y carbohidratos estructurales y en donde la falta de proteína puede provocar la disminución de masa corporal, ocasionando caquexia crónica (Schaller *et al.*, 1985).

Cuadro 1.2 Dieta del zoológico de Memphis, utilizada de agosto 2003 a febrero 2004 para panda gigante un macho (466) y hembra (507) (Sims, 2007).

Animal	Peso inicial kg	Peso final kg	Bambú ofrecido <sup>a</sup>	Suplemento <sup>b</sup>
507	80.6	79.5	PLLAU,PLLGL	PF,LE,RA,SM
466	76.7	77.6	PLLAU,PLLGL,PLLAR,PLLRU	PF,BL,RA
507	82.4	82	PLLAU,PLLGL,PLLRU	PF,BL,RA SC
466/507	77.4/79	77.6/79.2	PLLGL	N/A <sup>c</sup>
507	85.4	85.4	PLLAU	PF,BL,RA

<sup>a</sup> PLLAU = *Phyllostachys aureosulcata*, PLLGL = *Phyllostachys glauca*, PLLAR = *Phyllostachys aurea*, PLLRU = *Phyllostachys rubromarginata*.

<sup>b</sup> PF= Eukanuba® Low-Residue™, Fórmula seca cachorro (The lamb Company, Dayton, Ohio, USA); LE= Marion Leaf Eater biscuit (Marion Zoological, Plymouth, Minnesota, USA); BL, Hojas de bambú rayado; RA = Manzanas rojas; SC = Terrón de azúcar; SM = Leche en polvo.

<sup>c</sup> Mínima cantidad de croquetas que se ofrece para perro.

#### 1.4.4 Concepto de valor nutritivo.

El valor nutricional de los alimentos para aportar los distintos nutrientes, puede determinarse mediante el análisis químico pero el valor real para los animales solo puede conocerse después de haber tenido en cuenta las pérdidas inevitables que se producen durante la digestión, absorción y metabolismo. La primera cantidad que hay que descartar de los alimentos corresponde a la fracción no absorbida y excretada en las heces (Mc. Donald, 2002).

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Las recomendaciones de los grupos especializados en nutrición indican que es recomendable conocer los aportes nutricionales, el consumo y la digestibilidad de las dietas de las diferentes especies. Debido a que parte fundamental de la conservación, el bienestar y la salud de la fauna silvestre en cautiverio se basa en la alimentación y el conocimiento de los nutrientes de las dietas y la capacidad de los animales para consumirlos, es importante que en cautiverio se conozcan los aportes nutricionales, el consumo y la digestibilidad de las diferentes especies (Clauss, 2008).

La correcta nutrición es de extrema importancia en el mantenimiento de animales en cautiverio, sin embargo los datos específicos de requerimientos nutricionales en animales silvestres no existen. Aún sin la formulación de una dieta para una especie bioquímicamente adecuada, las deficiencias pueden ocurrir si los requerimientos nutricionales son alterados por situaciones como la reproducción, cambios en el medio ambiente o por enfermedades. La sinergia o la inactivación de nutrientes por otros componentes de la dieta, la descomposición del alimento y las fallas en la digestión u absorción intestinal pueden también crear una “mala nutrición a pesar de una buena nutrición” (Lindburg, 2004). De ahí la importancia de evaluar la dieta de los osos panda en cautiverio.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL.**

Determinar el valor nutritivo de la dieta ofrecida a los osos pandas (*Ailuropoda melanoleuca*) del Zoológico de Chapultepec “Alfonso Luis Herrera”.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Recolectar datos sobre la alimentación de los osos panda en el Zoológico de Chapultepec.
- Determinar el consumo de la dieta ofrecida a los osos panda.
- Evaluar la composición química de los ingredientes de la dieta en cautiverio de los osos pandas.
- Determinar aportes nutricionales de la dieta de los osos pandas.
- Determinación de la digestibilidad *in vitro* del bambú y la papilla.
- Determinación de la digestibilidad *in vitro* de la dieta.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Ubicación.

El presente estudio se llevó a cabo en el zoológico de Chapultepec, “Alfonso Luis Herrera” perteneciente a la Dirección General de Zoológicos y Vida Silvestre (DGZVS) de la Secretaría del Medio ambiente del Gobierno del Distrito Federal. Con dirección en: Av. Chivatito s/n, 1ª Sección de Bosque de Chapultepec Col. San Miguel Chapultepec Delegación Miguel Hidalgo C.P. 11850 México, Distrito Federal.

### 4.2 Animales.

Se utilizaron tres ejemplares adultos clínicamente sanos de panda gigante (*Ailuropoda melanoleuca*), cuyas características se muestran en el cuadro 4.1; estos animales se encuentran alojados en el complejo de pandas, ubicado en el bioma bosque templado del mismo zoológico.

Los pandas se mantuvieron en su albergue, el cual consta de un cuarto de noche con paredes, techo y piso de cemento, dentro cuenta con un comedero de hierro y un bebedero de concreto en una de las esquinas; el exhibidor tiene vegetación natural, piso de tierra, charca artificial y vidrio plexiglás para evitar el contacto con el público.

Cuadro 4.1. Características de los ejemplares de oso panda (*Ailuropoda melanoleuca*) del Zoológico de Chapultepec.

Individuo	Nombre propio y significado	Sexo	Edad (años)
1	Xin-Xin (Estrellita)	Hembra	22
2	Shuan-Shuan (Esperanza)	Hembra	25
3	Xiu-Hua (Flor)	Hembra	27



### 4.3 Alimentación.

Se recolectó información durante un período de veinte días (del 23 de marzo al 10 de abril 2011) en cuanto al del tipo de ingredientes, presentación, forma de preparación y horario de suministro de la dieta que está establecida por la Coordinación de Vigilancia Nutricional de la Dirección Técnica y de Investigación de la DGZVS. También se cuantificó las cantidades de los alimentos ofrecidos y los alimentos rechazados; así como también se recolectaron aproximadamente 100 g diariamente de los conceptos anteriores y de heces por cada uno de los osos. Cabe señalar que se buscó que las muestras anteriores no estuvieran contaminadas por materia extraña.

El cuadro 4.2 muestra el programa que se siguió para la de recolección de las muestras.

Cuadro 4.2. Procedimiento experimental.

Día	Acción
1	Colectar muestras de alimento ofrecido.
2-19	Colectar muestras de alimento ofrecido, alimento rechazado y heces.
20	Colectar muestras de alimento rechazado y heces.

Las muestras se guardaron en bolsas de polietileno debidamente identificadas con la fecha de obtención y fueron almacenadas en congelación a  $-16^{\circ}$  C, hasta su procesamiento en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM.

Para la determinación de la materia seca las muestras de los veinte días de los alimentos (ofrecido y rechazado) y de heces, se descongelaron y se mezclaron, con el fin de tener una muestra compuesta de alimento ofrecido, rechazado y heces por panda. Las muestras fueron secadas en una estufa de aire forzado a  $60^{\circ}$ C, con el fin de determinar la materia seca. Las muestras secas se molieron en un molino de Wiley y se envasaron (Morfin, 2008).

#### 4.4 Determinaciones químicas

A las muestras de alimento ofrecido, rechazado y heces se les determinó proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), cenizas (C), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), Lignina Acido Detergente (LAD) (Morfin, 2008).

En el caso del bambú, además se determinó Calcio (Ca) y Fósforo (P) y un análisis cualitativo para tóxicos como nitratos, nitritos y glucósidos cianogénicos (Morfin, 2008).

#### 4.5 Energía.

El cálculo de energía de la dieta total se obtuvo calculando los aportes de EE, PC, FDN y ELN de cada uno de los componentes de la ración los cuales se sumaron y se obtuvieron en gramos la cantidad suministrada, los resultados fueron convertidos a porcentaje y se procedió a hacer el cálculo para TND (total de nutrientes digestibles) que es un método matemático para el cálculo aproximado de la energía (Shimada, 2007). Para calcular el TND se utilizó la siguiente fórmula (Morfin, 2008):

$$\%TND = (\%EE \times 2.25 + \%PC + \%FDN + \%ELN) \times \% \textit{digestibilidad}$$

Con el dato obtenido del TND se procedió a estimar la ED (energía digestible) (Morfin, 2008):

$$ED(Kcal/100g) = \%TND \times 4.4$$

Del valor de ED se estimó la EM (energía metabolizable) con la siguiente fórmula (Shimada, 2007; Morfin 2008):

$$EM(Kcal/100g) = ED \times 0.82$$

#### **4.6 Consumo.**

Para cuantificar el consumo se observó durante una semana previa al período de recolección de muestras, que no hubiera cambios en la dieta suministrada a cada panda, dicho periodo se tomó como tiempo de acostumbramiento a la dieta. Posterior a esa semana y durante un periodo de 20 días se cuantificó diariamente la cantidad de alimento ofrecido y 24 horas después se pesó la cantidad de alimento rechazado.

El consumo se calculó con la información de la materia seca ofrecida (MSO) y la materia seca rechazada (MSR), según la siguiente fórmula (Mc Donald, 2002).

$$\text{Consumo de la materia seca} = \text{Kg de MSO} - \text{Kg de MSR}$$

#### **4.7 Aportes.**

Con los resultados obtenidos de los análisis químicos del alimento ofrecido, alimento rechazado y tomando en cuenta las cantidades que entonces consumieron los animales, se determinaron los aportes de cada fracción analizada en la dieta, se sumaron y los datos obtenidos de cada fracción se convirtieron a porcentaje utilizando el peso total de la dieta aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Aporte} = \frac{(\text{Peso promedio del alimento ofrecido} \times \% \text{ de la fracción})}{100}$$

El porcentaje de la fracción se refiere a: EE, C, PC, FDN, ELN, FDA ó LAD

#### **4.8 Digestibilidad *in vitro* de la materia seca**

Para determinar la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) se utilizó la técnica Tilley & Terry, usando líquido ruminal de bovino (Morfin, 2008). Dicha técnica se eligió debido a que el bambú es un forraje.

#### 4.9 Digestibilidad *in vivo* de la materia seca.

Para determinar la digestibilidad *in vivo* se utilizó un marcador interno (Lignina Acido Detergente), el cual se determinó en el alimento ofrecido y en las heces.

El cálculo se realizó mediante la siguiente fórmula (Sims *et. al.*, 2007).

$$\% \text{Digestibilidad} = 100 - \frac{\% \text{LAD consumida}}{\% \text{LAD en heces}} \times \frac{\% \text{nutrientes en heces}}{\% \text{nutriente consumido}}$$

## **5. RESULTADOS**

### **5.1 Alimentación.**

#### **5.1.1 Ingredientes de la dieta y forma de preparación.**

El cuadro 5.1 muestra los ingredientes en base húmeda que conformaron la dietas de las pandas en el Zoológico de Chapultepec, destaca que el bambú es el ingrediente base de la dieta ya que se ofrece en mayor cantidad. Por otro lado, el resto de los ingredientes se mezclaban y a dicha mezcla se le nombra “papilla”, la cual como se puede observar en el cuadro, tiene diferente composición, dependiendo a cual panda vaya dirigida. Cabe señalar que a cada panda se le hacía su papilla en un recipiente propio.

Por otro lado, se puede notar en el cuadro 5.2 que a Xin-Xin se le proporciona más cantidad de alimento total, en proporción a Shuan-Shuan; además, a esta última osa se le suministró mayor cantidad de papilla con relación al bambú.

#### **5.1.2 Suministro del alimento.**

La ración total de papilla y de bambú se les ofrecía dividida en dos raciones al día, la primera a las 10:00 am y la segunda a las 13:00 pm.

El bambú se suministraba en un fajo sin amarrar dentro del área del exhibidor a unos tres metros de la salida del cuarto de noche, por otra parte el agua siempre se encontró *ad libitum*. La papilla se les suministraba en un plato individual dentro del cuarto de noche.

Cuadro 5.1 Alimentos ofrecidos a los pandas en el Zoológico de Chapultepec, en base húmeda.

Materias primas	Descripción	Alimento ofrecido Kg		
		Xin-Xin	Shuan-Shuan	Xiu-Hua
Bambú (Kg)	Cortado, tallo y hojas	13.4 ± 1.4	8.8 ± 2.5	10.07 ± 0.5
Papilla compuesta de:				
Camote	Cocido y picado	-	-	0.200
Hill's Meal Lamb and Rice Recipe (Alimento seco para perros) <sup>1</sup>	Croqueta	-	0.150	0.300
Dátil seco	Pieza	-	Una pieza	-
Manzana roja	Picada	0.800	2.000	0.800
Zanahoria	Picada	0.300	1.000	0.300
Arroz entero blanco	Cocido	0.200	0.400	0.300
Mazuri Leaf Eater Diet (Alimento para primates folívoros) <sup>2</sup>	Croqueta	0.600	-	0.600
Nopales	Cocido y picado		0.125	-
Total ofrecido		15.300± 1.4	12.475± 2.5	12.57± 0.5

<sup>1</sup>Hill's Lamb Meal and Rice Recipe. Análisis garantizado: Humedad 10%; PC 19.5%; EE 13%; FC 3%, Calcio 0.7%; P 0.5-0.9%; Vitamina. E 400 UI/Kg; Ácido Ascórbico 75 mg/kg; Total de Ácidos grasos Omega 6 y 3 3.3%.

<sup>2</sup>PMI Feeds, Inc. Mazuri Leaf Eater Primate Diet 5M02. Análisis garantizado: PC 23%; EE 5%MS; FC 14%MS; Cenizas 8% MS, Minerales adicionados 3% todos en MS

Cuadro 5.2 Cantidad total de materia seca ofrecida a los pandas del Zoológico de Chapultepec.

Descripción	Cantidad ofrecida kg en base seca		
	Xin-Xin	Shuan-Shuan	Xiu-Hua
Bambú	8.8± 1.2	6.2±1.1	6.9± 0.6
Papilla	0.5	0.6	0,59
Total	9.3±1.2	6.8± 1.1	7.5±0.6

### 5.1.3 Procedencia del bambú

El cuadro 5.3 muestra las distintas procedencias del bambú ofrecido a pandas del Zoológico de Chapultepec, destaca que el bambú que se ofrece aunque es *Bambusa oldhamii* no proviene del mismo lugar, lo cual implicaría que las características nutricionales de cada bambú podrían ser distintas. El tipo de bambú que se les suministraba cada día dependía de la disponibilidad del mismo.

Cuadro 5.3 Procedencia del bambú utilizado en la alimentación de pandas en el Zoológico de Chapultepec.

Tipo de Bambú	Procedencia
Bambú 1	Zoológico de Chapultepec. Dentro de las mismas instalaciones, hacia la parte norte de este.
Bambú 2	Hueytamalco, Puebla.
Bambú 3	Zoológico Los Coyotes. Calzada De la Virgen esquina con Escuela Naval Militar. Col. Ex Hacienda Coapa Delegación Coyoacán 04909 México, D.F.

## **5.2 Composición química de los alimentos**

En el cuadro 5.4 se aprecia que la composición química de los bambúes presenta diferencias. Destaca el bambú de Puebla por tener el porcentaje de proteína más bajo, así como el mayor contenido de Lignina Acido Detergente.

En cuanto a la presencia de nitratos, nitritos y glucósidos cianogénicos en el bambú, destaca que en las tres procedencias bambú se encontraron nitritos. Además, no se encontró glucósidos cianogénicos y el bambú de Puebla no presentó nitratos (cuadro 5.5).



Cuadro 5.4 Composición química de los bambúes utilizados en la alimentación de pandas en el Zoológico de Chapultepec (porcentajes en base seca).

Procedencia del bambú	MS <sup>1</sup>	C <sup>2</sup>	PC <sup>3</sup>	EE <sup>4</sup>	FDN <sup>5</sup>	FDA <sup>6</sup>	Hcel <sup>7</sup>	LAD <sup>8</sup>	Ca <sup>9</sup>	P <sup>10</sup>
	%									
Chapultepec	71.23	9.36	11.33	1.95	77.51	48.3	29.21	7.55	1.29	0.11
Puebla	65.82	9.79	6.54	3.09	80.07	53.39	26.68	10.8	1.08	0.05
Coyotes	62.9	7.23	13.66	1.92	81.43	49.33	32.1	9.73	1.17	0.12

<sup>1</sup> Materia Seca, <sup>2</sup> Cenizas, <sup>3</sup> Proteína Cruda, <sup>4</sup> Extracto Etéreo, <sup>5</sup> Fibra Detergente Neutro, <sup>6</sup> Fibra Detergente Ácido, <sup>7</sup> Hemicelulosa, <sup>8</sup> Lignina Ácido Detergente, <sup>9</sup> Calcio. <sup>10</sup> Fósforo.

Cuadro 5.5 Presencia de tóxicos en el bambú ofrecido a los pandas del Zoológico de Chapultepec.

Concepto	Bambúes		
	Puebla	Chapultepec	Coyotes
Nitratos	-	+	+
Nitritos	+	+	+
Glucósidos cianogénicos	-	-	-

En el cuadro 5.6 se muestra la composición química de las papillas, destaca que a Xiu-Hua se le ofrece la que tiene más alto contenido de proteína y que la de Xin-Xin es la que tiene mayor contenido de Lignina Acido Detergente.

Cuadro 5.6 Composición química de las papillas que se suministran a los pandas del Zoológico de Chapultepec, en base seca.

Panda	MS <sup>1</sup>	HT <sup>2</sup>	C <sup>3</sup>	PC <sup>4</sup>	EE <sup>5</sup>	FDN <sup>6</sup>	FDA <sup>7</sup>	Hcel <sup>8</sup>	LAD <sup>9</sup>
%									
Xin-Xin	25.46	6	4.81	17.92	3.44	58.53	14.78	43.75	2.65
Shuan-Shuan	15.4	5.77	1.52	15.32	2.55	51.77	13.2	38.57	1.6
Xiu-Hua	23.45	4.74	4.33	18.48	3.51	56.77	14.8	41.97	1.95

<sup>1</sup> Materia Seca, <sup>2</sup> Humedad Total, <sup>3</sup> Cenizas, <sup>4</sup> Proteína Cruda, <sup>5</sup> Extracto Etéreo, <sup>6</sup> Fibra Detergente Neutro, <sup>7</sup> Fibra Detergente Ácido, <sup>8</sup> Hemicelulosa, <sup>9</sup> Lignina Ácido Detergente.

### 5.3 Energía

El cuadro 5.7 muestra los contenidos de energía de los alimentos que se le suministran a las osas panda del Zoológico de Chapultepec, resalta el bajo contenido de energía del bambú.

Cuadro 5.7 Energía que contiene cada alimento ofrecido a los pandas del Zoológico de Chapultepec.

		TND	ED	EM
		%	Mcal/kg	Mcal/kg
Bambúes	Chapultepec	35.75	1.57	1.29
	Puebla	16.79	0.74	0.61
	Coyotes	24.02	1.06	0.87
Papillas	Xin-Xin	83.57	3.68	3.02
	Shuan-Shuan	92.79	4.08	3.35
	Xiu-Hua	87.45	3.85	3.16

<sup>1</sup>Total de Nutrientes Digestibles = Proteína bruta digestible + Extracto libre de nitrógeno digestible + Fibra bruta digestible + 2.25 (Extracto etéreo digestible)

<sup>2</sup>Energía Digestible. ED = TND x 4.4

<sup>3</sup>Energía Metabolizable. EM = ED x 0.82

### 5.4 Consumo

En el cuadro 5.8 se destaca que las osas que consumen más bambú son Xin-Xin y Xiu-Hua en relación con Shuan-Shuan.

Cuadro 5.8 Consumo total de los pandas del Zoológico de Chapultepec, en materia seca (kg/día).

Consumo diario por panda			
	Xin-Xin	Shuan-Shuan	Xiu-Hua
kg/día			
Consumo de bambú	3,984 ± 0.55	1.5 ± 0.52	3.328 ± 0.7
Consumo de papilla	0.5	0.6	0.59

El cuadro 5.9 muestra las cantidades de alimento rechazado, resalta que todas las osas panda consumen la totalidad de la papilla; además de que Shuan-Shuan rechaza más bambú en relación con el resto de las osas

Cuadro 5.9 Cantidad de alimento rechazado de la dieta de pandas del zoológico de Chapultepec (kg/día) en base seca.

Descripción	Cantidad rechazada kg en base seca		
	Xin-Xin	Shuan-Shuan	Xiu-Hua
Bambú	4.8 ± 0.83	5.3 ± 1.8	4.54 ± 0.75
Papilla	0	0	0
Total	4.8 ± 0.68	5.3 ± 1.7	4.54 ± 0.75

### 5.5 Aportes de cada fracción a partir del análisis químico de la dieta

El cuadro 5.10 muestra lo que aporta la dieta que se ofrece a cada panda, destaca que la dieta de Xin-Xin es la que mayor cantidad de materia seca, proteína, extracto etéreo y fibra tiene, en contraste con Shuan-Shuan, cuya dieta es más baja en dichos conceptos; lo cual se puede atribuir que es Xin-Xin es a la que se le ofrece mayor cantidad de alimento, en general, y en particular de bambú. Por otro lado, en el cuadro 5.11 se puede notar que Xin-Xin sigue con la tendencia anterior.

Cuadro 5.10 Aporte de cada fracción analítica (kg/día) de los alimentos ofrecidos a las osas panda del Zoológico de Chapultepec.

Panda		MS <sup>1</sup>	MO <sup>2</sup>	PC <sup>3</sup>	EE <sup>4</sup>	FND <sup>5</sup>	FAD <sup>6</sup>	Hcel <sup>7</sup>	LAD <sup>8</sup>
		kg/día							
Xin-Xin	Bambú	8.8	7.9	0.77	0.23	6.9	4.45	2.45	0.8
	Papilla	0.5	0.5	0.08	0.02	0.3	0.07	0.23	0.01
	Total	9.3	8.4	0.85	0.25	7.2	4.52	2.68	0.81
Shuan-Shuan	Bambú	6.2	5.6	0.5	0.17	4.9	3.2	1.7	0.6
	Papilla	0.6	0.6	0.1	0.01	0.3	0.08	0.22	0.01
	Total	6.8	6.2	0.6	0.18	5.2	3.28	1.92	0.61
Xiu-Hua	Bambú	6.9	6.3	0.6	0.18	5.5	3.54	1.96	0.66
	Papilla	0.6	0.6	0.11	0.02	0.3	0.09	0.21	0.01
	Total	7.5	6.9	0.72	0.2	5.8	3.63	2.17	0.7

<sup>1</sup> Materia Seca, <sup>2</sup> Materia Orgánica, <sup>3</sup> Proteína Cruda, <sup>4</sup> Extracto Etéreo <sup>5</sup> Fibra Detergente Neutra, <sup>6</sup> Fibra Detergente Acido, <sup>7</sup> Hemicelulosa, <sup>8</sup> Lignina Ácido Detergente.

Cuadro 5.11 Consumo de cada fracción analítica de la dieta de las osas panda en el Zoológico de Chapultepec (kg/día).

	MS <sup>1</sup>	MO <sup>2</sup>	PC <sup>3</sup>	EE <sup>4</sup>	FND <sup>5</sup>	FAD <sup>6</sup>	LAD <sup>7</sup>
Panda	(kg/día)						
Xin-Xin	4.47 ± 0.54	4.02 ± 0.49	0.90 ± 0.42	0.04 ± 0.02	3.05 ± 0.42	1.90 ± 0.9	0.2 ± 0.05
Shuan-Shuan	4.06 ± 0.52	3.77 ± 0.47	0.33 ± 0.04	0.05 ± 0.022	2.82 ± 0.426	1.67 ± 0.3	0.38 ± 0.05
Xiu-Hua	3.91 ± 0.7	4.20 ± 1.8	0.50 ± 0.3	0.09 ± 0.06	3.35 ± 1.56	1.99 ± 0.9	0.45 ± 0.9

<sup>1</sup> Materia Seca, <sup>2</sup> Materia Orgánica, <sup>3</sup> Proteína Cruda, <sup>4</sup> Extracto Etéreo, <sup>5</sup> Fibra Detergente Neutra, <sup>6</sup> Fibra Detergente Acido, <sup>7</sup> Lignina Ácido Detergente.

Cuadro 5.12 Consumo de cada fracción analítica de la dieta de las osas panda en el Zoológico de Chapultepec en porcentaje.

	MO <sup>1</sup>	PC <sup>2</sup>	EE <sup>3</sup>	FND <sup>4</sup>	FAD <sup>5</sup>	LAD <sup>6</sup>
Panda	%	%	%	%	%	%
Xin-Xin	89.93	20.13	0.89	68.23	42.51	4.47
Shuan-Shuan	92.86	8.13	1.23	69.46	41.13	9.36
Xiu-Hua	81.84	12.79	2.30	85.68	50.90	11.51

<sup>1</sup> Materia Orgánica, <sup>2</sup> Proteína Cruda, <sup>3</sup> Extracto Etéreo, <sup>4</sup> Fibra Detergente Neutra, <sup>5</sup> Fibra Detergente Acido, <sup>6</sup> Lignina Ácido Detergente.

## 5.6 Digestibilidad.

### 5.6.1 Digestibilidad *in vitro*.

En el cuadro 5.13 destaca la alta digestibilidad de las papillas con respecto al bambú. No hay dato del bambú de Coyotes debido a que se terminó la muestra para dicha determinación.

Cuadro 5.13 Digestibilidad *in vitro* de los alimentos ofrecidos a los pandas del Zoológico de Chapultepec.

Concepto	DVMS <sup>a</sup>	DVMO <sup>b</sup>
	%	
Bambú Chapultepec	50.7	32.8
Bambú Puebla	38.2	29.3
Papilla Xin-Xin	90.8	84.2
Papilla Shuan-Shuan	94.7	78.5
Papilla Xiu-Hua	89.9	74.1

<sup>a</sup> DVMS = Digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

<sup>b</sup> DVMO = Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica.

### 5.6.2 Digestibilidad *in vivo*

Los resultados de la digestibilidad *in vivo* de los alimentos ofrecidos se muestran en el cuadro 5.14

Cabe mencionar que las osas excretaron dos tipos de heces: blandas y duras, cuyas características químicas se muestran en el apéndice 1, es importante señalar que las osas excretaron heces duras y que la aparición de heces blandas no es un evento diario, aunque Xiu-Hua fue la que excretó heces blandas aproximadamente el 80% de los días en el período de estudio

Se señala que para el cálculo de la digestibilidad *in vivo* se tomaron únicamente los datos de Lignina Acido Detergente de las heces duras, debido a que:

- En este experimento las osas defecaron más veces heces duras que heces blandas, estas últimas fueron defecadas ocasionalmente.
- Si los cálculos se realizan con un promedio de heces duras y heces blandas la digestibilidad no es consistente.
- El contenido de Lignina Acido Detergente de las heces blandas es muy bajo.
- Se desconoce si las heces blandas son el resultado de algún ingrediente en particular.
- El mayor consumo es de bambú el cual tiene baja digestibilidad en forma individual (Cuadro 5.12)

Cuadro 5.14 Digestibilidad *in vivo* de la dieta ofrecida a las osas panda del Zoológico de Chapultepec.

Concepto	DIVMS <sup>1</sup>	DIVMO <sup>2</sup>	DIVPC <sup>3</sup>	DIVEE <sup>3</sup>	DIVFND <sup>5</sup>
Panda			%		
Xin-Xin	31.84	32.51	23.71	57.95	34.06
Shuan-Shuan	27.08	26.04	34.36	87.13	24.55

<sup>1</sup>DIVMS = Digestibilidad *in vivo* de la materia seca.

<sup>2</sup>DIVMO = Digestibilidad *in vivo* de materia orgánica.

<sup>3</sup>DIVPC = Digestibilidad *in vivo* de proteína cruda.

<sup>4</sup>DIVEE = Digestibilidad *in vivo* de extracto etéreo.

<sup>5</sup>DIVFDN = Digestibilidad *in vivo* de fibra detergente neutro.



## 6. DISCUSIÓN

La parte fundamental de la conservación, el bienestar y la salud de la fauna silvestre, es la alimentación: el conocimiento de los nutrientes de las dietas y la capacidad de los animales para consumirlos y aprovecharlos (Clauss, 2008).

En el zoológico de Chapultepec a los osos panda se les ofrece más del 90% de bambú, lo cual está de acuerdo con las dietas que se reportan para pandas en vida libre (Schaller *et al.*, 1985) y coincide con la proporción de bambú en la dieta que se proporciona en el Zoológico de Memphis, E.U. a los pandas en cautiverio (Finley *et al.*, 2011).

Un animal en vida libre tiene posibilidades de seleccionar su dieta (Morales, 2012) sin embargo, un animal en cautiverio al no tener esa posibilidad, a la dieta se le debe adicionar otros alimentos con el fin de complementarla. En el Zoológico de Chapultepec por ejemplo, se le suministra diferentes alimentos como frutas y vegetales y croquetas para folívoros todo ello con el fin de complementar su dieta.

En vida libre, el panda consume otros alimentos en baja proporción como huevos, pequeños animales (Edwards *et al.*, 2006), insectos (Taylor, 1987), raíces y tubérculos (Edwards *et al.*, 2006), entre otros. La dieta actual del Zoológico de Chapultepec coincide con la dieta suministrada en el Zoológico de Memphis en cuanto a que además del bambú se ofrecen otros tipos de alimentos (Finley *et al.*, 2011; Edwards *et al.*, 2006).

La cantidad en kilogramos de bambú ofrecida en el zoológico de Chapultepec, no coincide con lo encontrado por Finley *et al.* (2011) en el Zoológico de Memphis, ya que en este último se ofrecen cantidades mayores de bambú, por panda por día. Así mismo Finley, *et al.*, (2011) concluyeron que no hubo selección del bambú. Sin embargo la cantidad de bambú ofrecida a los pandas en este trabajo, es parecida a la cantidad que comería un panda en vida silvestre (Ramsay, 2007).

Por otro lado el bambú que se suministra en el Zoológico de Chapultepec proviene de tres localidades, donde hay variabilidad de suelo, clima, temperatura, altitud, estado de madurez de la planta, entre otros. (Larbi *et al.*, 2010). Esto explica las diferencias en la

composición química encontrada en las tres variedades de bambú que se ofrece a las osas panda del Zoológico de Chapultepec.

En cuanto a la composición química, en general, los bambúes de este trabajo difieren de los que trabajaron Schaller *et al.* (1985). Esta diferencia entre los bambúes se puede explicar porque son diferentes especies de bambú las que trabajaron dichos autores, además de las distintas condiciones geográficas y ecológicas con respecto a las cultivadas en México. Cabe mencionar que *Bambu fargesia scabrida*, *Bambu fargesia denudata* y *Bashania fargesii*, crecen en la República Popular de China a 1800 msnm y el bambú utilizado en este experimento es cultivado a 890 msnm en Hueytamalco, Puebla; y en la ciudad de México a 1200 msnm (Schaller *et al.*, 1985).

La composición química del bambú suministrado a los pandas del Zoológico de Chapultepec, resulta de mayor porcentaje para las fracciones de MS y C, similar para las fracciones de PC, FDN, FDA y Hemicelulosa esto comparado con los datos que reporta Nickley, 2001, para la especie de *Bambusa oldhamii*, y ligeramente bajo para la fracción de Lignina Acido Detergente. También es similar a lo que se ha encontrado en otros estudios de bambú (Schaller *et al.*, 1985), donde resulta bajo en proteína, pero parecido en energía y calcio a los forrajes de avena (*Avena sativa*), sorgo (*Sorghum sp.*) y salvado de maíz (*Zea mays*) (Shimada, 2007).

En el caso particular de la proteína, se encuentra baja en toda la dieta, de acuerdo a la recomendación para animales geriátricos en general (Servín, 2010).

En cuanto a los aportes nutrimentales de la dieta completa si se compara la dieta individual de cada osa con respecto a las recomendaciones nutrimentales reportados por David (2006), se encontró que la dieta de Xin-Xin cubre la demanda de PC, a diferencia de las otras dos osas en las cuales esta fracción es deficiente. En el caso de Xin-Xin la alta cantidad de proteína se puede atribuir a que consume, además de la papilla, una mayor cantidad de bambú en comparación con las otras osas. Para la fracción de EE, todas las dietas están bajas y para la fracción de FND y FAD en ambas fracciones las dietas de las tres osas son suficientes.

La energía encontrada en el bambú de este estudio mostró una baja densidad energética en comparación con lo encontrado por Nicley (2001), para esta misma especie de bambú, esto se debe a que se calculó mediante TND, en un futuro se sugiere realizar esta determinación mediante la técnica de bomba calorimétrica. Sin embargo esta baja densidad energética del bambú está siendo complementada con la papilla que se ofrece a las osas panda en el Zoológico de Chapultepec, la cual también aumenta los aportes de PC y EE.

En cuanto a los resultados de la digestibilidad *in vivo* es similares a los descritos por Sims (2007), en las fracciones de MS, PC, FDN y MO; no obstante, este autor no describe la dieta analizada. En comparación con los resultados del estudio de Edwards, *et al.*, (2006); la digestibilidad *in vivo* de la MS fue menor y la de FND mayor que la de una dieta con una inclusión que va del 54 al 75% de bambú; esta diferencia se puede deber a que en este estudio el porcentaje de inclusión fue de más del 95% para las tres osas lo que incrementa el aporte de FDN pero a su vez disminuye el aprovechamiento de la MS.

En cuanto a nitratos, nitritos y glucósidos cianogénicos no se encontraron reportes de tóxicos y anti nutricionales en bambú, la presencia de nitritos en los bambúes ofrecidos a los pandas en este trabajo, puede explicar el por qué su bajo consumo de parte de las osas debido a que este compuesto afecta la palatabilidad de los alimentos. Habría que agregar que los nitritos son tóxicos para cualquier especie animal y la intoxicación crónica por nitritos puede provocar que la hemoglobina se transforme a metahemoglobina provocando en casos agudos una hipoxia celular y reducción de la fertilidad debido a que dichos compuestos ocasionan en los mamíferos una baja concentración de progesterona (Reyes, 1988). Sin embargo, es necesario en un futuro conocer la concentración de nitritos que presenta el bambú, mediante técnicas cuantitativas, con el fin de saber si esta es una limitante para los pandas.

## 7. CONCLUSIONES

A cada uno de los pandas se le proporciona diferente dieta y la diferencia está en los ingredientes que integran la papilla.

El Zoológico de Chapultepec, ofrece una dieta a base de bambú de diferentes procedencias y diferente composición química, además es complementada con una papilla.

El consumo de los pandas del zoológico de Chapultepec, está por debajo del consumo de un panda en vida silvestre.

El aporte de energía y la digestibilidad *in vivo* de MS del bambú por sí solo es baja, sin embargo es compensada con la papilla, esto es lo que ha mantenido a los pandas del Zoológico de Chapultepec en condiciones aceptables.

Todos los bambúes que se ofrecen a los pandas del Zoológico de Chapultepec presentaron nitritos lo cual amerita hacer más estudios de sus efectos.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Chorn, J., Hoffman, R. S. *Ailuropoda melanoleuca Mammalian Species. Annals of anatomy-Anatomischer Anzeiger*. Vol. 183. Marzo, 1978. pág 181-184.
- Clauss, M., Dierenfeld, E. S. 2008. *The Nutrition of Browsers*. En Fowler, M.E. & Miller, R.E. Zoo and wild animal medicine: current therapy. Vol.6. Philadelphia: Saunders.
- Dierenfeld, E., Hintz, H., Robertson, J., Van Soest, P., y Oftedal, O. 1982. *Utilization of Bamboo by the Giant Panda. Journal Nutrition*. Vol. 112, pág. 636-641.
- Dierenfeld, E. S. 1997. *Chemical Composition of Bamboo in Relation to Giant Panda Nutrition*. En: Chapman, G.P. The bamboos. Linnean Society Symposium Series. London, UK: Academic Press.
- Edwards, M. S., Guiquan, Z., Rongping, W y Xuanzhen, L. 2006. *Nutrition and Dietary Husbandry*. En David, W., Anju, Z., Hemin, Z., Donald, L., y Susie. 2006. Giant pandas. Biology, Veterinary, Medicine and Management., Cambridge University Press. New York.
- Finley, G., Sikes, R., Parsons, L., Rude, J., Bissell. A. y Ouellette, R. *Energy Digestibility of Giant Pandas on Bamboo-Only and on Supplemented Diets*. International Association for bear research and Management, 2010, pág, 38-45
- Gadea, E., García, F., D'Ancona, H. 1972. *Tratado de Zoología*. Barcelona: Labor.
- Gittleman, J. 1989. *Carnivore Behavior Ecology and Evolution*. Cornell University Press, Ithaca: New York.
- Gould, S.J. 1980. *The Panda's Thumb. (El pulgar del panda). Reflexiones sobre historia natural y evolución*. Norton: Nueva York
- Jin, K., Chenyi, X., Xiaoli, W., Qian, J., Yong, Z., Yang, Z y Takahiro, Y. 2011. *Why Does the Giant Panda Eat Bamboo? A Comparative Analysis of Appetite-Reward-Related Genes Among Mammals*. Vincent Laudet, Ecole Normale Supérieure de Lyon, France.

- Larbi, A., Khatib-alkin, A., Jammal, B. y Hassan, S. 2011. *Seed and Forage Yield, and Forage Quality Determinants of Nine Legume Shrubs in a Non-tropical Dry Land Environment*. Animal Feed Science and Technology. Vol. 163. 2011. 214-221.
- Lindburg, D. G y Baragona, K. 2004. *Giant Pandas: Biology and Conservation*. California: University of California Press.
- Mainka, S.A, Zhao. G y Mao, M. *Utilization of a Bamboo, Sugar cane, and Gruel Diet by two Juvenile Giant Pandas (Ailuropoda melanoleuca)*. Jurnal of Zoo and Wildlife Medicine 20(1): 39 – 44 1989.
- Mc. Donald, P., Edwards, R.A., Green, H., Morgan, C. 2002. *Nutrición Animal* 6a Ed. España: Acribia Zaragoza.
- Milton, H., Alberdi, M., y Cecilia L. 1982. *Anatomía y embriología de los vertebrados*. México: Limusa.
- Morales, V. 2012 *Nutrición y alimentación del quetzal (Pharomachrus mocinno mocinno) en el zoológico regional Miguel Álvarez del Toro "ZOOMAT", Chiapas, México*. Terceras jornadas de nutrición Salomón Molerés "Nutrición de animales de compañía, animales de trabajo y fauna silvestre" 7 y 8 de mayo 2012 FMVZ-UNAM (en papel)
- Morfin, L. 2008, *Bromatología Manual de Laboratorio*. México: UNAM.
- Nickley, J. 2001. *Giant Pandas Bamboo Intake and Fecal Analysis*. En: David, E., Anju, Z., Hemin, Z., Donald, L. y Susie, E. 2006. *Giant pandas. Biology, Veterinary Medicine and Management*. New York. Cambridge University Press.
- O'Brien, S., Nash, W., Wildt, D. y Benveniste, R. 1985. *A Molecular Solution to the Riddle of the Giant Panda's Phylogeny*. Norton, New York: Penguin
- Ramsay. E. C. 2007. *Ursidae and Hyaenidae*; En Fowler, M.E. & Miller, R.E. *Zoo and Wild Animal Medicine: Current Therapy*. Vol.6. Philadelphia: Saunders.
- Reyes, R. *Intoxicaciones en animales por nitratos y nitritos*. Serie: ICA Informa. (Abr-Mayo 1988). v. 22(2) p. 32-35. Colombia.

- Ruan, S., Yong Y. 1983. *Observations on Feeding and Search for Food of Giant Panda in the Wild*. Vincent Laudet, Ecole Normale Supérieure de Lyon, France.
- Schaller, G.B., Jinchu, H., Wenshi, P., Jing, Z. 1985. *The giant pandas of Wolong*. Chicago: University of Chicago Press.
- Servín, Erika. 2010. *Manual de medicina preventiva, manejo zootécnico y patologías más comunes del panda gigante (Ailuropoda melanoleuca) en adultos geriátricos*. Gobierno de la ciudad de México, ICyTDF, CECHIMEX, DGZVS. México
- Shimada, A. 2007. *Nutrición animal*. 1aEdición. México: Trillas.
- Sims, J. A. *Determination of bamboo-diet digestibility and fecal output by giant pandas*. International Association for bear research and Management, 2007, Ursus Vol. 18, pág. 38-45
- Taylor, H., y Zisheng, Q., 1987. *Culm dynamics and dry matter production of bamboos in the Wolong and Tangjiahe giant panda reserves, Sichuan, China*. Journal of Applied Ecology (1987), 24, 419-433.
- Young, J. 1971. *La vida de los vertebrados*. Barcelona, España: Colegio de Londres
- Zhang, S. *Mandible of the giant panda (Ailuropoda melanoleuca) compared with other Chinese carnivores: functional adaptation*. Biological Journal of the Linnean Society, 2007, pág. 449-456

## ANEXO 1

### Composición química del bambú rechazado por panda

	M S <sup>1</sup>	Cenizas <sup>2</sup>	P. C. <sup>3</sup>	E. E. <sup>4</sup>	FND <sup>5</sup>	FAD <sup>6</sup>	LAD <sup>7</sup>
	%						
Xin-Xin	78.25	8.53	5.03	5.09	86.49	56.62	15.45
Shuan-Shuan	84.19	11.07	7.81	5.03	82.31	53.69	9.42
Xiu-Hua	71.58	8.69	7.16	4.34	81.64	52.66	8.39

<sup>1</sup>Materia Seca, <sup>2</sup>Cenizas, <sup>3</sup>Proteína Cruda, <sup>4</sup>Extracto Etéreo, <sup>5</sup>Fibra Detergente Neutro, <sup>6</sup>Fibra Detergente Ácido, <sup>7</sup>Lignina Ácido Detergente

### Composición química de las heces de los pandas

		M S <sup>1</sup>	Cenizas <sup>2</sup>	P. C. <sup>3</sup>	E. E. <sup>4</sup>	FND <sup>5</sup>	FAD <sup>6</sup>	LAD <sup>7</sup>
		%		%				
Xin-Xin	Heces Duras	18.865	8.535	6.835	4.73	82.42	60.33	13.21
	Heces blandas	17.34	12.17	14.05	6.88	58.415	35.04	3.35
Shuan-Shuan	Heces Duras	35.77	12.525	11.82	8.41	69.65	45.18	12.19
	Heces blandas	14.585	11.405	21.77	6.42	47.385	31.28	6.12
Xiu-Hua	Heces Duras	24.945	9.275	8.58	4.38	81.265	52.96	8.37
	Heces blandas	10.935	10.93	16.01	7.015	45.325	32.65	7.1

<sup>1</sup>Materia Seca, <sup>2</sup>Cenizas, <sup>3</sup>Proteína Cruda, <sup>4</sup>Extracto Etéreo, <sup>5</sup>Fibra Detergente Neutro, <sup>6</sup>Fibra Detergente Ácido, <sup>7</sup>Lignina Ácido Detergente.