



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**

**“VALOR NUTRITIVO DE LA DIETA DE  
JIRAFAS (*Giraffa camelopardalis*)  
DEL ZOOLOGICO DE CHAPULTEPEC”**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

PRESENTA:

**PAULINA ORTIZ VÁZQUEZ**

ASESORES:

**DRA. DENEBA CAMACHO MORFÍN**

**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**

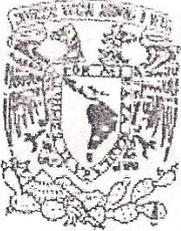


**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**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 CUAUTITLAN  
 UNIDAD DE ADMINISTRACION ESCOLAR  
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

UNAM  
 FACULTAD DE ESTUDIOS  
 SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE  
 EXAMENES PROFESIONALES

DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO  
 DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLAN  
 PRESENTE

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

Con base en el Art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la Tesis:

Valor nutritivo de la dieta de jirafas (Giraffa camelopardalis)  
del zoológico de Chapultepec

Que presenta la pasante Paulina Ortiz Vázquez

Con número de cuenta: 300844287 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 ESPIRITU"

Cuautitlan Izcalli, Mex. a 4 de agosto de 2010

PRESIDENTE	<u>Dra. Deneb Camacho Morfín</u>	
VOCAL	<u>MVZ. Rodolfo Córdoba Ponce</u>	
SECRETARIO	<u>MVZ. Gerardo López Islas</u>	
1er SUPLENTE	<u>MC. Tiziano Santos Morin</u>	
2º SUPLENTE	<u>Dra. María de los Angeles Ortiz Rubio</u>	

### Agradecimientos

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, en especial al personal del bioma Árido y Sabana por el apoyo y las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.



*Dame Señor:*

*Un corazón vigilante,  
que ningún pensamiento vano me aleje de*

*Ti*

*Un corazón noble,  
que ningún afecto indigno rebaje,*

*Un corazón recto,  
que ninguna maldad desvíe*

*Un corazón fuerte,  
que ninguna pasión esclavice,*

*Un corazón generoso*

*Para servir*

## *Dedicatorias*

### *A mis papás*

*por todo el apoyo que me han dado,  
por los consejos, por las buenas aventuras,  
por dejarme ser quien soy,  
por alentarme siempre,  
por perdonar mis errores,  
por hacerme fuerte,  
por hacer siempre sacar lo mejor de mi,  
por ayudarme cuando más los he necesitado,  
por enseñarme que una enfermedad,  
no es impedimento de nada,  
mucho menos para cumplir nuestros sueños,  
por todo su cariño y amor,  
pero más que nada  
por darme el dichoso regalo de la vida.*

*Papá te amo y adoro*

*Mamá te amo y adoro*

*Los amo con todas las fuerzas que tengo*

## *A mis hermanos:*

*Pepe y Oscar*

*por siempre estar conmigo, por dejarme aprender de ustedes, lo bueno, lo malo, lo que me podían enseñar sin que se dieran cuenta, su misma vida, la cual han compartido conmigo desde que nací y de la cual he aprendido mucho, y de todo, lo que más valoro es su cariño y su amor, ese que me dan cada día que nos vemos y también los días que no nos vemos. Pocas veces lo decimos pero muchas veces lo sentimos, a los dos los amo y los quiero mucho*

*Gaby*

*¿Sabes? Lo más acertado que puedo decirte es que eres mi hermana favorita. Lo que siempre te voy a agradecer es que me defendías, me dejabas estar contigo, desde que era niña. Siempre supiste que podía hacer las cosas y así alguien creyera que no, tú sabías como era que lo haría y me dejabas demostrarlo, de esto me acuerdo en un simple juego. Un día me dijiste que podía ser más, ese día me diste más ánimo que cualquier otro. Siempre te he querido y mucho, pero el día que ya no te tuve aquí, en la misma casa, fue el día que me di cuenta cuanto era que te adoraba y que eras mi mejor hermana. Te quiero Gaby y mucho, te amo.*

*Raúl, Liz:*

*Gracias por los consejos, son totalmente valiosos teniendo el punto de vista de una mujer y de un hombre, Raúl eres mi cuñado favorito y Liz eres mi cuñada favorita. Lo que más les agradezco es que sean parte de la familia pero más que nada que hagan felices a mis hermanos Gaby y Oscar.*

*Rodrigo, Gabriel, July,*

*son otro regalo más que Dios y la vida nos ha traído,  
mis niños adorados,  
los quiero.*

*A mi Nena preciosa*

*por dejarme cada día que estás conmigo, una huella de alegría,  
gracias por ser siempre confidente y nunca revelar lo que te cuento,  
te quiero mucho mi Chiquita preciosa.*

## *Agradecimientos*

*A la Dra. Deneb Camacho Morfín  
por aventurarse conmigo,  
a algo nuevo y creer que esta investigación,  
la podríamos conseguir,  
gracias por su amistad y apoyo.*

*Gracias a mi asesor  
M. en C. Mariano Sánchez Trocino,  
por haber creído en esta investigación,  
por darme la oportunidad de aprender,  
de conocer, de vivir algo que siempre quise  
y espero no termine aquí,  
el gran privilegio de trabajar en fauna silvestre.  
Gracias por ser amigo*

*A la Química  
Lilian Morfín Loyden  
por ayudarme en las pruebas químicas  
y enseñarme que el trabajo en laboratorio  
es realmente interesante.*

*A Lord Robert Stephenson  
Smyth Baden-Powell of Gilwell,  
por enseñarme que la vida,  
es eso vivir para ser feliz y  
hacer felices a los demás*

*A mis amigos,  
Ernesto, Angélica, Beto,  
Miguel, Vitor, Chente,  
Felipe, Chucho,  
gracias por escucharme y apoyarme*

*Un muy especial agradecimiento al  
Dr. Francisco Morales,  
muchas gracias, por darme clases  
y poder seguir adelante con mi carrera.*

*Muchas gracias a todos los trabajadores del Zoológico de Chapultepec:  
Don Agust, Don Fort, Toño, Enrique, Charlie, Guili, Armando,  
Don Beto, Alejandro, Don Mario, Don Max, El pato, Biologo  
Vicente, Hector, Don Mario, Don Miguel y a todos con quienes pude  
convivir su amistad y su apoyo es algo que nunca olvidare. Si de alguno olvide  
su nombre, discúlpenn pero son tantos que se olvidan los nombres pero no los  
rostros.*

*Al personal medico del Zoológico de Chapultepec  
por abrirme las puertas en especial a los Doctores: Gerardo, Edgar,  
Graciela, Kochilt, Saúl, Adriana, Joch, Everardo, Tajana, Renata,  
Quique.*

ÍNDICE	
GLOSARIO DE ABREVIATURAS	1
RESUMEN	2
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Generalidades de la especie	3
1.1.1 taxonomía y distribución	3
1.1.2 Características generales	5
1.2 Fisiología	5
1.3 Tracto gastrointestinal	6
1.4 Condición corporal	10
1.5 Hábitos alimenticios	12
1.5.1 Dieta en vida libre	12
1.5.2 Dieta en cautiverio	13
1.6 Requerimientos y recomendaciones alimenticias	14
1.7 Valor nutritivo	15
1.7.1 Consumo	17
1.7.2 Digestibilidad	18
1.7.3 Composición química	22
1.8 Características del granado	24
2. JUSTIFICACIÓN	25
3. OBJETIVOS	26
4. MATERIAL Y MÉTODOS	27
4.1 Animales y alojamiento	27
4.2 Duración del estudio	28
4.3 Alimentación	28
4.4 Toma de muestras	28
4.5 Análisis de laboratorio	30
4.6 Determinación de consumo de materia seca	30
4.7 Aportes	31
4.7 Determinación de digestibilidad aparente	31
4.8 Energía	32
4.9 Determinación de condición corporal	33
5. RESULTADOS	34
6. DISCUSIÓN	38

7. CONCLUSIÓN	40
8. BIBLIOGRAFÍA	41
9. APÉNDICE 1	46
10. APÉNDICE 2	48

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1.1	Longitudes de diferentes segmentos del intestino de jirafas ( <i>Giraffa camelopardalis</i> )	9
1.2	Descripción de la escala de condición corporal de jirafas	11
1.3	Requerimientos nutricionales para jirafas	15
4.1	Ejemplares de Jirafas ( <i>Giraffa camelopardalis</i> ) utilizados en este estudio	27
4.2	Dieta ofrecida a los ejemplares de jirafas en el zoológico de Chapultepec con ramas enteras de granado ( <i>Punica granatum</i> )	29
4.3	Dieta ofrecida a los ejemplares de jirafas en el zoológico de Chapultepec sin ramas enteras de granado ( <i>Punica granatum</i> )	30
5.1	Cantidad de ingredientes ofrecidos de la dieta de jirafas	34
5.2	Composición química en base seca de cada uno de los ingredientes de la dieta de jirafas del zoológico de Chapultepec	35
5.3	Aportes por día de cada uno de los ingredientes en la dieta de Jirafas del zoológico de Chapultepec.	36
5.4	Consumo, digestibilidad y energía de la dieta de jirafas	37
5.5	Escala de condición corporal de las jirafas del Zoológico de Chapultepec	37
9.1	Aportes de los días que se les ofrece ramas a las jirafas del zoológico de Chapultepec	46
9.2	Consumo digestibilidad y energía de la dieta de jirafas con ramas	46
9.3	Aportes de los días que no se les ofrece ramas a las jirafas del zoológico de Chapultepec	47
9.4	Consumo digestibilidad y energía de la dieta de jirafas sin ramas	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1.1	Distribución actual de <i>Giraffa camelopardalis</i>	4

## GLOSARIO DE ABREVIATURAS

BH	Base Húmeda
C	Cenizas
DGZVS.	Dirección General De Zoológicos Y Vida Silvestre
ED.	Energía Digestible
EE.	Extracto Etéreo
ELN.	Extracto Libre De Nitrógeno
EM.	Energía Metabolizable
FDA.	Fibra Detergente Ácido
FDN.	Fibra Detergente Neutro
g.	Gramos
HT.	Humedad Total
Kg.	Kilogramos
m	Metros
mm.	Milímetros
Mcal.	Megacalorias
Mj.	Megajoules
MS.	Materia Seca
m.s.n.m	Metros Sobre El Nivel Del Mar
MV.	Materia Verde
PC.	Proteína Cruda
TND.	Total De Nutrientes Digestibles

## RESUMEN

El estudio se realizó en las instalaciones del Zoológico de Chapultepec ubicado en el bosque de Chapultepec, con el fin de evaluar el valor nutritivo de la dieta ofrecida a cinco ejemplares de jirafa (*Giraffa camelopardalis*) albergados en este zoológico, para lo cual se evaluó la composición química, consumo, y digestibilidad así como se realizó una etapa de observaciones y posteriormente toma de muestras de heces y de cada uno de los ingredientes que conforman la dieta. En el transcurso de la toma de muestras se llevó a cabo el pesaje de los ingredientes ofrecidos de la dieta al igual que el rechazo de los mismos para determinar el consumo total. La fase experimental se desarrolló en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo IV de la UNAM, donde se realizaron análisis químico proximales a cada uno de los ingredientes de la dieta con el fin de conocer la composición química, y posteriormente, los aportes diarios y el análisis de lignina, la cual fue utilizada como marcador para obtener la digestibilidad de la dieta. Se obtuvieron los siguientes resultados: Consumo total de 47.67 Kg. en materia seca, el cual se considera bajo para el número de ejemplares por lo cual esta cantidad debería ser aumentada. En cuanto a los aportes por día se encontró: 4.57% de extracto etéreo, 8.53% de cenizas, 13.17% de proteína cruda, 34.55% de fibra detergente neutro, 39.15% de extracto libre de nitrógeno, 21.76 de fibra detergente ácido y finalmente 3.54% de lignina, esta composición está considerada dentro de los parámetros que sugieren algunos autores; pero a pesar de que la composición es correcta si el consumo es bajo se considera un desbalance nutricional. Se encontró un valor de 64.03% de digestibilidad de la materia seca, el cual también indica que la mayoría del alimento ofrecido se digiere además de que este parámetro está dentro del que fue encontrado por otros autores en diferentes estudios. Se obtuvo un total de nutrientes digestibles de 62.20 g TND/100g de alimento, energía digestible de 2.73 Mcal/Kg. y energía metabolizable de 2.24 Mcal/Kg estos datos indican que los ejemplares están exentos de diferentes problemas de salud que se encuentran ligados con la nutrición. Sirva el presente estudio para adecuar la dieta de los ejemplares del Zoológico de Chapultepec.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 GENERALIDADES DE LA ESPECIE

### 1.1.1 Taxonomía Y Distribución

Las jirafas están clasificadas dentro del orden *Artiodactyla*, en la familia *Giraffidae*. La cual contiene dos especies (Jolly, 2003)

1. Jirafa (*Giraffa camelopardalis*)
2. Okapi (*Okapia johnstoni*)

En este estudio solo se hablará de la jirafa (*Giraffa camelopardalis*) la cual tiene nueve subespecies actualmente reconocidas:

1. *G. c. reticulata*,
2. *G. c. camelopardalis*
3. *G. c. rothschildi*
4. *G. c. tippelskirchi*
5. *G. c. angolensis*
6. *G. c. giraffa* ó *capenisi*
7. *G. c. antiquirum*
8. *G. c. peralta*
9. *G. c. thornicrofti*

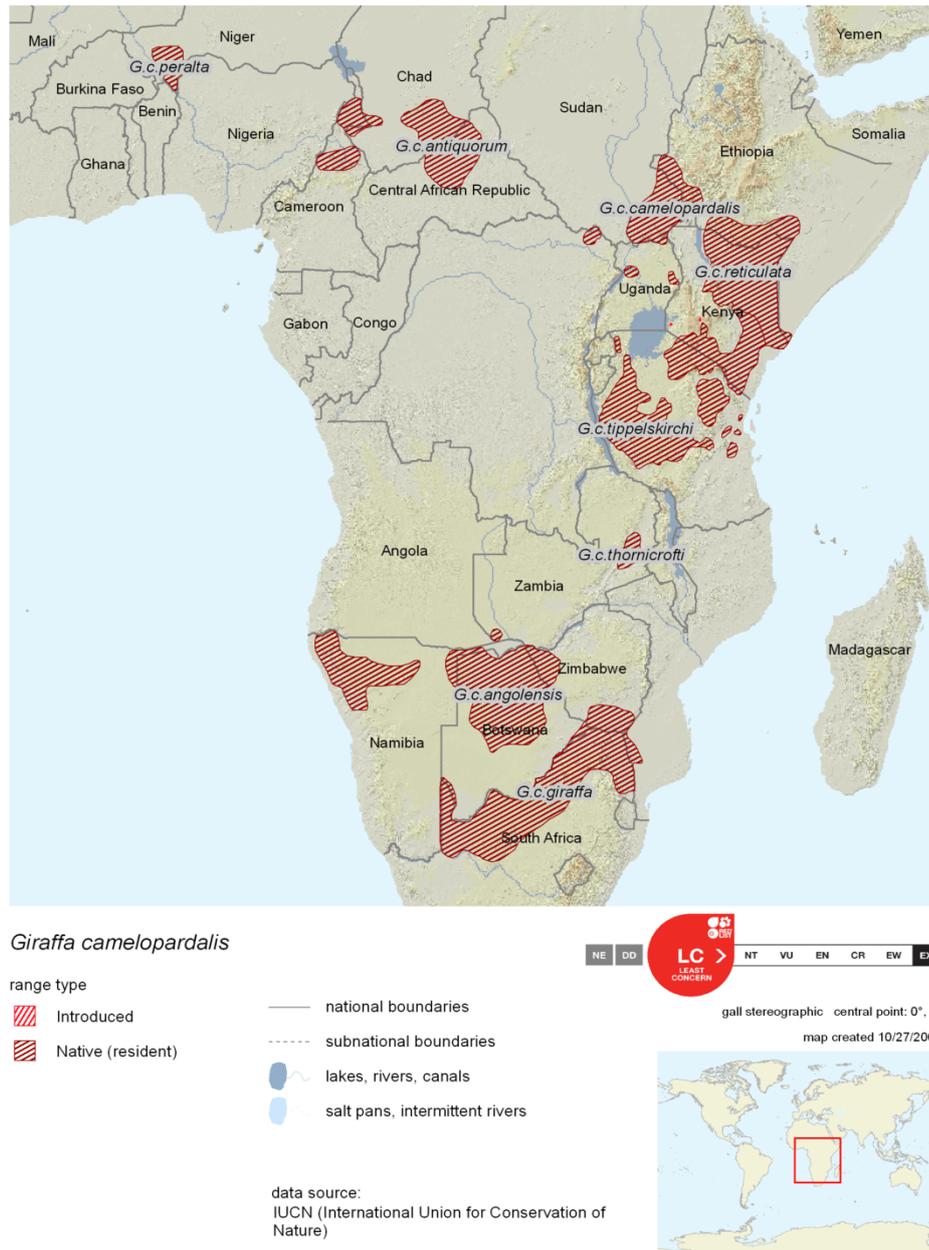
Estás pueden ser diferenciadas por el patrón de sus manchas o por el lugar en donde habitan en África (Kingdom, 2006).

Están catalogadas como especies de preocupación menor por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los recursos naturales (UICN) (Fennessy *et al.* 2008).

Su hábitat se localiza en sabanas, pastizales o bosques abiertos, pero prefieren las zonas enriquecidas con el crecimiento de acacia (*Acacia spp.*) la cual, constituye en su mayoría su dieta en vida libre. Habitaban las áreas semiáridas y secas de la sabana del África subsahariana donde se producen los árboles (se han observado principalmente *Acacia spp*, pero su distribución se ha contraído con las expansiones de las poblaciones humanas, sobre todo en el África occidental (Kingdom, 2006)

Su distribución es en Botswana, Camerún, República Centroafricana, Chad, Congo, República democrática de Etiopía, Kenia, Mozambique, Namibia, Niger, Somalia, Sudáfrica, Sudan, Tanzania, República de Uganda, Zambia y Zimbabwe. Las jirafas se encuentran tanto en vida libre como en cautiverio como son en zoológicos y algunos circos (Fennessy *et al*, 2008; Jolly, 2003)

Figura 1. Distribución Actual de *Giraffa camelopardalis* en vida libre.



Tomado de: <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/9194/0/rangemap>

### **1.1.2 Características Generales**

La jirafa es el mayor de los rumiantes y el más alto de los mamíferos. Tiene un cuello muy largo que sólo está constituido por 7 vértebras, el mismo número que otros mamíferos al igual que el ser humano. Las vértebras de las jirafas son extremadamente largas y están unidas por articulaciones muy flexibles (Estes, 1993).

Los machos llegan a pesar entre 1100-1932 Kg. Y tiene una altura a la cruz de 2.7 a 3.3 m y hasta la parte superior de los cuernos 6.3 m de altura. El peso de las hembras oscila entre los 700 a 1182 Kg. Y pueden tener una altura de entre 4 a 5 m. (Fowler, 1993)

Ambos sexos poseen dos cuernos principales de hueso sólido cubierto por piel, pero en las hembras estos cuernos son delgados y con pelo insertado; los de los machos son gruesos y calvos en la parte superior y llegan a medir hasta 13.5 cm. Los machos durante su desarrollo forman depósitos de calcio en su cráneo formando bultos, las jirafas pueden tener hasta tres de estos bultos, dos en la parte posterior del cráneo y uno en la región de la frente, de manera que puede parecer que tienen cinco cuernos. (Fowler, 1993; Fowler *et al.*, 2003)

## **1.2 FISIOLÓGÍA**

El sistema vascular, cardiovascular y respiratorio de las jirafas, han sido investigados en detalle, uno de ellos es la presión arterial por la altura que tiene esta especie (Pellew. 1984).

Para compensar el aumento repentino de la presión arterial cuando la cabeza se baja, el sistema circulatorio de la jirafa tiene un mecanismo para evitar que la sangre fluya demasiado rápido del corazón al cerebro el cual consiste en sus vasos sanguíneos muy elásticos y válvulas en las venas yugulares que impiden que haya un reflujo de la sangre del cerebro cuando la jirafa baja la cabeza, la presencia de estas válvulas en los vasos permite cambios repentinos en la presión arterial (Pellew, 1984).

La frecuencia cardiaca en reposo de una jirafa adulta es de 60 latidos por minuto. La presión arterial de una jirafa dependiendo de su estado de reposo o estrés es de 180/120 - 140/90 mm Hg de presión sistólica/diastólica (Dagg y Foster, 1982).

Su frecuencia respiratoria es de 12-20 respiraciones por minuto, esta es una tasa de respiración lenta, pero sirve para reducir el número de veces por minuto el espacio muerto. En reposo la tasa alveolar es de alrededor de 4 litros de aire. Mantienen una temperatura corporal de 38-38.5° C y poseen 30 cromosomas diploides (Dagg y Foster 1982)

Las jirafas hembras alcanzan su madurez sexual a los 3 o 4 años de edad, sin embargo, los machos no suelen reproducirse en vida libre si no hasta los 6 o 7 años de edad. La duración del ciclo estral es de 15 días y el celo dura alrededor de un día. El periodo de gestación es de aproximadamente 455 días y poseen una placenta difusa y pueden volver a concebir después de 16 meses y reproducirse hasta los 20 años de edad. Las crías al nacer pesan 50-70 Kg y miden alrededor de 2 metros, la lactación tiene una duración de 6-12 meses, las crías son nutricionalmente independientes a los 16 meses. El tiempo de vida de una jirafa oscila entre los 25 a 30 años (Jolly, 2003; Lueders *et al* 2009; Fowler, 1993; Hradecky, 1983; Bercovitch *et al*, 2006)

Las jirafas son animales no territoriales y sociables que viven en manadas abiertas, de entre 15 y 20 individuos a pesar de ello no existe jerarquía ni coordinación en las actividades de la manada (Jolly, 2003).

### **1.3 TRACTO GASTROINTESTINAL**

Las jirafas son ramoneadores que seleccionan las ramas y capullos altos en proteína. Hoffman (1986) las considera también como selectores de concentrado, a diferencia de los herbívoros de pastoreo (comen pasto) que consumen relativamente alimentos uniformes

Las jirafas así como las vacas, ovejas, cabras y ciervos, se clasifican como animales rumiantes. Los rumiantes y pseudorumiantes están estrechamente ligados, son ungulados (artiodáctilos), mastican ó rumian (rumiantes) y tienen estómagos con tres ó

cuatro compartimientos pseudorumiante y rumiante verdaderos respectivamente (Schlegel, 2005).

Los pseudorumiante incluyen a las familias *Tragulidae* y *Camelidae* (camellos, llamas, alpacas etc), Los verdaderos rumiante constan de las familias: *Cervidae*, *Giraffidae* y *Bovidae*, *Antilocapridae* (Schlegel, 2005).

Los animales rumiante no poseen dientes incisivos o caninos en la mandíbula superior. Una jirafa adulto posee 32 dientes, con la siguiente fórmula dental: I 0/3 C 0/1 P 3/3 M 3/3 (Skinner y Smithers, 1990, Fowler, 1993).

Normalmente mastican su alimento la primera vez que lo mantienen en la boca, pero después es remasticado por el proceso al cual se le denomina rumia. Los rumiante tienen aprovechamiento de una gran variedad de alimentos de alto contenido de fibra, pastos y árboles, raíces y tubérculos, alimentos altos en proteína que provienen del ramoneo. (Kearney, 2005; Jolly, 2001)

El ramoneo de las jirafas es un arte considerable, toman las hojas en la boca doblando la lengua larga, que les rodea y se lo llevan con los dientes de la mandíbula inferior. La lengua de la jirafa mide de 45 a 50 cm, está cubierta de papilas para ayudar a tomar las hojas o ramas espinosas y posee un mayor poder mecánico que cualquier otro animal ungulado. El extremo libre de la lengua, está pigmentada de negro y se ha sugerido que la pigmentación es para protegerlo del sol. (Jolly, 2001)

Al ser animales rumiante pueden comer rápidamente en lugares abiertos sin protección y la rumia del material vegetal hacerla más tarde. Este proceso a través de la masticación de los alimentos, permite que los microorganismos en el rumen tengan la oportunidad de romper más los alimentos. Las jirafas rumian de pie, caminando o sentadas, en la garganta se observa como el alimento es llevado a la boca y lo vuelve a masticar (Fowler, 1993).

Los animales rumiante son considerados únicos por sus cuatro compartimientos estomacales (rumen, retículo, omaso, abomaso), pero la especialización ha ocurrido en todo el tracto gastrointestinal. Los primeros tres compartimientos son para almacenar y

retrasar el paso de los alimentos ingeridos. Esto permite tener tiempo para la rumia, que disminuye el tamaño de las partículas y mejora la digestión de fibra (también llamado fermentación) (Schlegel, 2005)

El retículo es a menudo llamado el "panal de abeja" debido a su patrón de la mucosa (Schlegel, 2005)

El rumen es el mayor sitio de fermentación de fibra, su superficie está cubierta de papilas y micropapilas, que aumentan la superficie de absorción. La distribución de las papilas, tamaño y número varían en función de los hábitos alimenticios y alimentos disponibles. Dentro del rumen existen microorganismos como, bacterias, protozoarios, y levaduras, con los cuales se genera el proceso donde la fibra es digerida y fermentada, y se aumenta rendimiento de proteína, ácidos grasos de cadena corta y vitaminas (Schlegel, 2005)

El omaso controla el paso de los alimentos digeridos o no digeridos en el abomaso. Los rumiantes con una limitada capacidad de fermentación de fibra tiene la capacidad para permitir que las partículas más grandes y fibrosas que no pueden ser desglosadas en el rumen pasen al abomaso. (Schlegel, 2005)

De los cuatro compartimientos, el abomaso es el verdadero estomago y se alinea con la mucosa glandular que segrega ácido clorhídrico y pepsina al igual que en otros mamíferos. (Hofmann, 1988)

Cuadro. 1.1 Longitudes de diferentes segmentos del intestino de Jirafas (*Giraffa camelopardalis*).

Órgano	Juvenil	Adulto
Masa corporal Kg.	754	800
Duodeno (cm.)	100	--
Jejuno (cm.)	2630	--
Ileon (cm.)	52	--
Intestino Delgado ID(cm.)	2782	4740
Ciego (cm.)	44	96
Asa proximal (cm.)	120	277
Asa espiral (cm.)	1018	--
Colon transverso y descendente (cm.)	1200	--
Recto (cm.)	50	--
Intestino grueso IG (cm.)	2432	2383
Longitud total del intestino (cm.)	5214	7123
Radio ID-IG	1.1	2.0

Modificado de Pérez *et al.* (2009)

## 1.4 Condición Corporal

La condición corporal y el peso son datos por medio de los cuales se puede estimar el estado físico y el correcto aprovechamiento de la dieta, siendo la primera técnica no invasiva y de fácil acceso tanto para especies en cautiverio como en vida libre. (Wemmer *et al.* 2006, Clauss *et al.* 2003).

El método para detectar la condición corporal en las jirafas puede ser el único medio factible para evaluar objetivamente estos animales, si las limitaciones físicas prohíben la extracción de sangre de rutina y pesos corporales. Este método utiliza la escala de condición corporal de 1-8, con 4-6 siendo el rango óptimo (ver cuadro 1.2) mientras que las puntuaciones más altas indican un animal que sufre de sobrepeso y cuentas más bajas indican un animal que esté bajo de peso (Kearney, 2001)

De acuerdo con los métodos actualmente utilizados para evaluar el ganado, caballos y otros animales domésticos, se evalúa en primer lugar los cuartos traseros, tomando nota de la importancia de las vértebras sacras y los huesos de la cadera (ilíaco). La prominencia de la espina dorsal se observa como un indicador de la grasa dorsal. El cuello y el pecho se pueden utilizar como indicadores secundarios de la condición, con los animales musculosos se puede mostrar espesor en el cuello, especialmente en la base, y un pecho plano (Kearney, 2001).

Debido a las diferencias en el sexo y la conformación, se puede producir alguna variación entre los animales individuales. Los machos adultos tienden a tener más grueso el cuello. La gestación en las hembras amplía el abdomen, que puede ocultar la importancia de la columna vertebral y los huesos de la cadera por un tiempo. El examen de los cuartos traseros proporcionará una buena indicación de la condición corporal durante este período (Kearney, 2001).

Cuadro. 1.2 Descripción de la escala de condición corporal de jirafas

Escala	Descripción	Notas
1	Emaciación. El desgaste muscular se ha producido.	
2	Vértebras cervicales claramente visibles. Columna vertebral y huesos de la cadera sobresalientes. Cavidades craneales visibles. Cresta del fleon visible. Piernas delgadas. Caderas y hombros que parecen hundidos.	Mala condición. Es motivo de preocupación
3	Huesos de las caderas prominentes. Vértebras sacras prominentes. Las dos primeras vértebras cervicales visibles. Pecho hundido.	Ocasionalmente se ve en adultos jóvenes en crecimiento
4	El maslo de la cola es notable y punta del isquion visible. Esquema de la columna es visible. Hueco en el centro del pecho	Musculoso, pero con poca grasa. Comúnmente en el crecimiento de una jirafa de mas de 1.5 años
5	La línea de la espalda sin contorno visible o abolladuras a lo largo de la columna vertebral. Punto del isquion apenas visible. Ligero hueco en el pecho.	Buena condición
6	Huesos de la cadera no visibles, pero fáciles de palpar. El pecho liso. Engrosamiento visible en la parte inferior del cuello.	Buena condición. Ideal para los terneros de menos de 1.5 años
7	Leve pliegue a lo largo de la columna vertebral. Huesos de la cadera difícil de palpar. el pecho liso y grueso cuello.	Sobrepeso
8	Pliegue definido a lo largo de la columna vertebral. El maslo de la cola ya no esta claramente visible. Grasa palpable a lo largo del maslo de la cola. Cuello ancho	Obeso

Modificado de: Kearny C.C 2001

## 1.5 HÁBITOS ALIMENTICIOS

### 1.5.1 Dieta en vida libre

Las jirafas libres escogen su dieta de entre un surtido de alimentos que pueden ser muy diferentes en contenidos de nutrientes. Se alimentan principalmente de follaje caducifolio de hoja ancha en la temporada de lluvias y en las especies de hoja perenne en otras épocas (en algunos casos mayor al 93%). La ingesta de pasto no existe o es insignificante, el pasto es aparentemente consumido cuando esta mezclado con otros alimentos (Kearney, 2005)

Las especies de plantas consumidas por las jirafas libres, varían ampliamente con la estación y la localización geográfica. Las jirafas en el Parque Nacional de Tsavo, congregadas a lo largo del río se alimentan de hojas perennes durante la época de sequía, pero diferentes a los forrajes cuando incrementa las precipitaciones promoviendo la regeneración y crecimiento de las plantas (Kearney, 2005)

Las jirafas pueden consumir hasta 100 especies diferentes de plantas dependiendo de la época del año, pero la *Acacia spp* es la mas comúnmente reportada en su dieta. Los árboles de *Balanites*, *Commiphora*, *Detarium*, *Boscia*, *Combretum*, *Ziziphus* y *Grewia* son algunas de otras especies que también son consumidas por las jirafas (Kearney, 2005; Clauss *et al* 2007; Jolly, 2001)

Algunos reportes sugieren que la dieta natural de las jirafas es primariamente hojas y tallos, éstas no son las únicas partes de la planta consumidas por las jirafas. Frutos, flores, corteza, espinas y también vainas, y en algunos casos estas partes de las plantas son seleccionadas por que las hojas permanecen intactas. No solo las especies sino las porciones de la planta varían en las temporadas (Kearney, 2005)

Los factores más evidentes que influyen en las preferencias de la jirafa son la presencia de sustancias aromáticas, la abundancia y tamaño de las hojas, la forma de espinas, y la accesibilidad física de un árbol y su forma de crecimiento (Kingdon, 1984).

Los machos adultos consumen alrededor de 19 kg de materia seca o 66 kg de peso fresco, de follaje diario. Las hembras consumen 16 kg de materia seca y 58 kg de peso fresco.

La jirafa puede beber a intervalos de tres días o menos, cuando el agua está disponible, pero algunas de sus necesidades de humedad se satisfacen por el consumo de hojas verdes y el rocío (Lee, 1991).

La alimentación es la actividad en la que más tiempo dedican las jirafas ocupando el 53% de horas luz al día. Durante observaciones en Nairobi aproximadamente 75% de las jirafas son visibles cuando se alimentan por la mañana, 50% al mediodía y 90% en la tarde (Kearney, 2005)

### **1.5.2 Dieta en cautiverio**

Las formulas dietéticas para las jirafas varían entre los parques zoológicos, en la mayoría de los casos las jirafas son alimentadas con alimentos pelletizados, heno de alfalfa, ramoneo y pequeñas cantidades de frutas y hortalizas. Las raciones de pellets están hechas de una variedad de cereales y granos, con vitaminas y minerales añadidos. (Fowler, 1986, Jolly, 2001)

Jirafas de algunos parques zoológicos son mal alimentadas con forrajes que contienen menos del 10-12 % de proteína. A pesar de que no hay estudios específicos sobre los requerimientos nutricionales de esta especie, con el paso de los años se ha detectado que las jirafas en vida libre consumen forraje con cantidades superiores al 20 % de proteína (Schlegel, 2005)

Las jirafas por ser ramoneadoras requieren un nivel alto de contenido proteínico, ofreciendo raciones con niveles de proteína de 15- 25%. El heno de alfalfa es el forraje más utilizado ya que tiene niveles de proteína de 15-20%.

El volumen de comida que se ofrece debe ser 1.5 a 2.0 % del peso vivo de las jirafas. Se puede suministrar ramoneo con algunas de las siguientes especies de árboles: *Acacia*, *Eucalyptus*, *Salix*, *Ulmus*, *Coprosma*, *Ficus*, *Prunus higuera*, *ciruelos*, *Myoporum*, *Casuarina*. Aunque el ramoneo es la dieta preferida esto no es posible en los climas templados la mayoría del año, también no todo el ramoneo es de alta proteína, incluso algunas especies de *Acacia* son deficientes y probablemente serían rechazadas por las jirafas. (Fowler, 1986; Dierenfeld y Clauss, 2007)

Las hembras gestantes, lactantes y animales en crecimiento requieren una dieta que contengan al menos 18% de proteínas (Lee, 1991)

Las manzanas, peras, melón, zanahoria, lechuga, col, son adecuados para la alimentación sobre todo si se suministran como premios en una sesión de entrenamiento o para administrar algún medicamento. Estas frutas y/o verduras no deben cortarse en trozos muy pequeños por que se puede ocasionar un riesgo de ahogamiento. Estos premios deben ser considerados como parte de la dieta ya que su composición química puede enriquecerla (Dierenfeld y Clauss, 2007)

La alimentación en cautividad debe suplementarse con sales ó minerales. La vitamina E, deben incluirse en la dieta, esto se agrega a menudo en la ración de pellets que se ofrece (Jolly, 2001)

## **1.6 REQUERIMIENTOS Y RECOMENDACIONES ALIMENTICIAS**

La nutrición es uno de los puntos clave para mantener la salud de los animales mantenidos en cautiverio, así mismo varias enfermedades que afectan a las jirafas están relacionadas con desbalances nutricionales, por lo cual, en el año 2005 con la participación de 14 especialistas de diferentes partes del mundo interesados en la nutrición de las jirafas, se creó un grupo de trabajo que desarrolló lineamientos para llevar a cabo una buena nutrición de esta especie en cautiverio. Dicho grupo creó un documento denominado: “Procedimientos del taller de nutrición de jirafas”.

Actualmente no existe mucha información específica sobre el tracto digestivo de las jirafas, ni sobre su fisiología específica, además de que no hay puntos comparativos entre las edades de los ejemplares ni su etapa reproductiva, por lo cual se utiliza como modelo a seguir el de rumiantes domésticos y por consiguiente la alimentación de esta especie está basada en los estudios realizados en estos animales. Por lo tanto el grupo de trabajo creó las siguientes recomendaciones que se presentan en el cuadro 1.3.

Cuadro 1.3 Requerimientos nutricionales para jirafas.

Nutriente	Concentración en la dieta <sup>1</sup>
Proteína Cruda	10-14 %
Almidón	< 10 %, mas bajo es mejor
Grasa	2-5 %
Fibra detergente acido	20-25% (mínimo)
Vitamina A	3900 UI/Kg
Vitamina D	750 UI/Kg
Vitamina E	60 UI/Kg
Calcio	0.65 - 1.0%
Fósforo	0.35 - 0.5% (0.5% máximo)
Magnesio	0.3% mínimo
Cobre	10 - 15 ppm
Otras concentraciones de minerales se siguen conforme los lineamientos en rumiantes domésticos	
Sujeto a elección el libre acceso a bloques de sal	

<sup>1</sup> Todos los nutrientes en base en materia seca

## 1.7 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, sólo 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 descontar a los alimentos corresponde a la fracción no absorbible y excretada en las heces. (McDonald *et al*, 2002)

Como los forrajes se producen principalmente para la alimentación del ganado es importante conocer los factores que son pertinentes para determinar su valor nutritivo. (Hughes, 1976)

Se requiere más alimento para satisfacer las necesidades energéticas de los animales, que para todos los demás fines juntos. Si esta necesidad queda satisfecha es muy probable que todos los demás requisitos esenciales queden cubiertos; por lo tanto,

la energía es una medida altamente significativa del valor nutritivo de los alimentos (Hughes, 1976; McDonald *et al*, 2002)

Desde el punto de vista de las aplicaciones prácticas, el valor de un forraje depende, principalmente, de su contenido de proteínas y de hidratos de carbono estructurales y no estructurales, así como del grado en que estén disponibles como principios nutritivos digeribles (Hughes, 1976; McDonald *et al*, 2002)

Para expresar el valor nutritivo de los forrajes se emplean términos muy diferentes. Entre ellos el PNDT (Principios Nutritivos Digeribles Totales) también conocido como TND, la energía digerible, la proteína digerible, la energía metabolizable, la energía neta y la eficiencia en la utilización de los alimentos (Hughes, 1976; McDonald *et al*, 2002)

Los principios nutritivos digeribles totales son el equivalente fisiológico de la energía digerible y también son una diferencia entre los alimentos y las heces (Hughes, 1976; McDonald *et al*, 2002)

En la determinación de los principios nutritivos digeribles totales los alimentos y las heces se descomponen por medio de un análisis químico empírico en sus partes componentes, se determina la digeribilidad de cada compuesto y de acuerdo con sus coeficientes relativos de digeribilidad, se reúnen las partes para integrar el valor nutritivo digerible total expresado en peso (Hughes, 1976; McDonald *et al*, 2002)

La evaluación de los principios nutritivos digeribles totales, para determinar el valor nutritivo de los forrajes se está sustituyendo por su contrapartida más sencilla y exacta de determinar, la energía digerible (Hughes, 1976; McDonald *et al*, 2002)

Para determinar de un modo completo el valor nutritivo de un forraje dado, hay que conocer:

1. Su contenido de principios nutritivos aprovechables
2. Cantidad que se consuma por día

### **1.7.1 Consumo**

El valor nutritivo de un alimento depende no sólo de su contenido de principios nutritivos aprovechables, sino también de la cantidad consumida por día.

El consumo se puede definir como: la cantidad de alimento que ingiere un animal por unidad de tiempo (generalmente 24 horas), cuando tiene libre acceso a dicho alimento. (McDonald *et al*, 2002; Shimada, 2007)

Tres factores principales tienen un efecto sobre el consumo de un alimento en un animal:

1. Dieta
2. Personal encargado (cuidador o veterinario)
3. Preferencias de los animales

Dieta:

La cantidad y calidad de los alimentos consumidos por los animales silvestres en cautividad esta influida por la cantidad y calidad de los alimentos ofrecidos, incluyendo el agua. Es lógico suponer que si se ofrece mas alimento del que un animal puede consumir en un día después sólo favorece a los alimentos que le gustan al animal, lo cual provoca, una nutrición incompleta (Crissey, 2005)

La cantidad de alimento ofrecido a los animales se ve afectado por el costo, la disponibilidad, la calidad, ya sea de desechos relacionados con la preparación o la cantidad rechazada por el animal (Crissey, 2005)

Personal encargado:

Las percepciones del personal se ven afectadas por la experiencia del mismo, la dedicación y el conocimiento y a menudo los seres humanos que proporcionan la dieta a un animal en cautiverio tienen un efecto en la dieta. El hecho de que los animales parezcan ansiosos por los alimentos o algunos elementos particulares en la dieta, puede hacer que se proporcione más de este alimento, que sea nutricionalmente adecuado o no (Crissey, 2005)

Preferencias de los animales:

El alimento que se consume está influido por la preferencia de los animales, el cual se ve afectado por el comportamiento de los mismos, la experiencia previa y la competencia entre los animales. El mostrar una preferencia por un solo alimento de entre varios que se ofrecen puede ocasionar un aporte nutricional incompleto (Crissey, 2005)

Un forraje altamente digestible, sólo será satisfactorio si se consume en cantidades adecuadas para dar lugar a una producción satisfactoria. Sin embargo las ganancias de peso no son una parte primordial en los animales de zoológico pues estos no son utilizados como animales aprovechables como los animales domésticos, aun así el consumo adecuado de los alimentos es importante en los animales de zoológico para mantener una buena condición corporal de los mismos y con esto mantener una buena salud en ellos (Hughes, 1976)

La tasa de consumo diaria para una jirafa adulto, macho o hembra se estima en 19 Kg de materia seca al día y 16.6 Kg por día respectivamente, si se asume que una jirafa tiene un promedio de peso vivo de 1200 Kg y 800 Kg esta tasa de consumo diaria representa 1.6% y 2.1% respectivamente de su peso vivo (Pellew, 1984)

### **1.7.2 Digestibilidad**

El conocimiento del valor nutritivo de los alimentos es fundamental para la nutrición animal, no siendo suficiente con los análisis químicos, hay que considerar los efectos de los procesos de digestión, absorción y metabolismo animal ya que la composición química de los alimentos es solamente indicativa de su contenido de nutrimentos, mas no de su aprovechamiento por el animal. Las pruebas de digestibilidad permiten estimar la proporción de nutrientes presentes en una ración que pueden ser absorbidos por el aparato digestivo quedando disponibles para el animal (Bondi, 1989; Church, Pond, 1994; Lachmann, Araujo, 2000; Taylor, 2004)

El proceso fisiológico básico de la digestión es comparable entre los animales en cautiverio y los de vida libre, razón por la cual, los estudios generados en zoológicos son fundamentales para establecer programas de manejo y conservación tanto *in situ*, como *ex situ* de especies en peligro de extinción. (Robbins, 1993)

La digestibilidad se define como el porcentaje de un nutrimento dado que se digiere en su paso por el tubo gastrointestinal (Shimada, 2005) A continuación se presentan metodologías alternas en la estimación del aprovechamiento de nutrientes, para así poder explicar el uso de la digestibilidad aparente como el método de elección para la determinación de la misma en esta especie.

Digestibilidad *in vitro* e *in situ* de materia seca, materia orgánica y proteína.

Es un sistema que se utiliza frecuentemente con fluido ruminal, es uno de los métodos más viejos y comunes en el uso para la estimación de la digestibilidad. El método más empleado es el de Tilley y Terry (1963), aunque ha sufrido muchas modificaciones (Minson y McLeod, 1972; Van Soest y Robertson, 1985). La digestibilidad *in vitro* de dos pasos es altamente correlacionada con los valores *in vivo*. El amortiguador empleado está basado en el análisis de saliva de borregos y es esencialmente un sistema alto en bicarbonatos. El principal problema con el amortiguador Mc Dougal's es el alto contenido de dióxido de carbono que tiene como inconveniente la inestabilidad cuando se almacena como un reactivo en solución y el problema de acidificación al final del primer estado, previo a la adición de pepsina, además de que forma mucha espuma. El inóculo de fluido ruminal es un reactivo esencial. Es necesario controlar la dieta del animal donador, el tiempo de muestreo, consumo reciente de agua, etc. Otro método es la desaparición *in situ* que consiste en la posibilidad de incubar alimentos directamente en el animal vivo para obtener una estimación de la tasa de desaparición de los nutrimentos, por Quin *et. al.*, en 1938 (Van Soest *et. al.*, 1991; UAQ. 2007). A partir de entonces, se han realizado modificaciones que permiten estimar con bastante exactitud, la desaparición de nutrimentos incubados en las bolsas después de su permanencia en el rumen por diferentes periodos. Comprobándose que ésta técnica, provee de una fácil y rápida estimación de la tasa de desaparición de los nutrimentos en el rumen. Además de determinar la desaparición de la materia seca, también se puede determinar la FDN, FDA, celulosa, nitrógeno, etc., realizando las determinaciones pertinentes a los alimentos y residuos de los distintos tiempos de incubación. (Shimada, 2005. UAQ, 2007; Van Soest, 1991)

Digestibilidad Metabólica.

La estimación de la fracción endógena de los diferentes nutrientes permite la diferenciación de la porción indigerible real de estos nutrientes y consecuentemente estimar la “digestibilidad verdadera”, por lo cual se lleva a cabo la recolección de la orina para la determinación de nitrógeno (N<sub>2</sub>) y energía, siguiendo la fórmula:

$$CDV = \frac{C-E}{C} \times 100$$

Donde:

CDV= Coeficiente de digestibilidad verdadera (%).

C = Cantidad de materia seca o del nutriente “X” consumido (proteína y energía)

E = Cantidad de materia seca o del nutriente “X” excretado = g excretado en las heces – g excretados en la orina.

Digestibilidad Aparente.

Este método considera a los nutrientes encontrados en las heces como las únicas pérdidas que ocurren durante la digestión, y que todos son de origen alimenticio, razón por la que la metodología utilizada únicamente sirve para determinar la digestibilidad aparente de un alimento, además de que parte de las sustancias que aparecen en las heces no son de origen alimentario (enzimas, secreciones glandulares, bacterias, células de descamación, etc.) (Garnsworthy, 2005).

Existen varios métodos para obtener los datos que permiten el cálculo del coeficiente de digestibilidad aparente, la diferencia básica entre estos métodos estriba en la manera de manejar las heces, ya que puede ser la colección total y la colección parcial.

En la colección total o método directo se recolecta la totalidad de las heces producidas por los animales. Esto se puede realizar mediante separadores adaptados a las jaulas metabólicas o bien usando bolsas sujetas al animal. Las heces se recolectan y se pesan diariamente, tomando una muestra del total. (Garnsworthy, 2005; Naylor y Ralston, 1991; McDonald 1995).

La colección parcial o método indirecto se basa en la utilización de marcadores, lo cual elimina la necesidad de hacer la colección total de las heces.

La digestibilidad se puede determinar como aparente, debido a que el uso de su fórmula se realiza cuando no se determinan las pérdidas metabólicas. (Jachman y Bell, 1985) Las principales ventajas que tiene el uso de marcadores dentro de los estudios de digestibilidad son dos: la primera, es la posibilidad de reemplazar el método de recolección total de heces, especialmente en estudios con especies de gran tamaño, siendo de gran interés la cual disminuye la carga de trabajo y el costo; la segunda es el poder realizar pequeños muestreos al azar, las muestras representativas provienen de un promedio de 24 horas. (Theodorou *et al*, 2000; Lloyd *et al*, 1982)

En determinadas circunstancias, la carencia del equipo adecuado o las características especiales del experimento, hacen imposible la determinación directa de la ingestión de los alimentos o la excreción de heces o ambas. Sin embargo es posible determinar la digestibilidad si el alimento contiene alguna sustancia totalmente indigestible. Determinando los contenidos de dicho indicador en los alimentos y en pequeñas muestras de las heces de cada animal, la relación existente entre esas concentraciones proporciona una estimación de digestibilidad. El indicador puede ser algún componente natural de la dieta o alguna sustancia que se mezcla con el mismo. En la actualidad se emplean como indicadores las fracciones de los alimentos llamadas fibra detergente ácido indigestible (lignina) y las cenizas ácido insolubles (compuesta fundamentalmente por sílice), así como algunos n-alcanos de cadena larga que se encuentran de forma natural. El indicador más empleado para mezclar con alimentos es el óxido de cromo, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. (Garnsworthy y Wiseman. 2005; AOAC Official Methods of Anylisis. 1990)

Muchos de los análisis se conducen con el propósito de evaluar la disponibilidad de los nutrientes; de hecho, midiendo aquellos que no son disponibles, por lo cual la materia orgánica, podría ser generalmente disponible a la digestión, excepto por la existencia de factores inhibitorios y limitantes. La lignina afecta principalmente la máxima extensión de la digestión al poner un límite, mientras que otros aspectos de la digestión se ven afectados por la pérdida de sustancias potencialmente disponibles, debido a la competencia entre el pasaje y la baja velocidad de digestión. Además de la lignina, la quitina similarmente establece una barrera la cual de igual manera afecta a la digestión. Los taninos son fácilmente confundidos con la lignina y ciertamente son inhibidores y tienen una influencia sobre la velocidad de

pasaje y absorción. Desde que se conoce que la lignina protege de la digestión a una fracción definitiva de la matriz de la pared celular de las plantas, este residuo indigestible es obligadamente de interés como indicador de la digestibilidad, así como también es usado como marcador. La metodología más vieja y estándar para la estimación de la lignina, es la separación del material insoluble de la pared celular en ácido sulfúrico al 72 % (24 N), que ha sido un reactivo general, para la disolución e hidrólisis de la celulosa. (Van Soest *et al*, 1991; Lloyd *et al*, 1982; AOAC Official Methods of Anylisis. 1990)

En la actualidad son limitados los datos acerca de la digestibilidad de la materia seca de los rumiantes en cautiverio. (Clauss *et al*, 2003) El método estándar para determinar la digestibilidad de materia seca es la recolección total de heces, pero es un sistema que requiere de una labor intensiva, un mayor consumo de tiempo y dinero. (Clauss *et al* 2003; Pendlebury *et al*, 2005) Por lo cual, se ha desarrollado un método con el uso de marcadores, que a la vez es no invasivo e ideal para las condiciones en las que se encuentran los animales alojados en los zoológicos.

### **1.7.3 Composición química**

La composición de los alimentos debe ser la base sobre la cual se decidan los ingredientes que deben de usarse y sus combinaciones. La información composicional puede obtenerse en dos formas a partir de valores tabulados o por el análisis químico proximal ó bromatológico. (Shimada, 2007)

El análisis químico bromatológico es un factor esencial para valorar el poder nutritivo de un alimento, así como su poder productivo, pues se determinan mediante los principios inmediatos que lo constituyen (Flores, 1990)

Si tratáramos de determinar todos y cada uno de los elementos constitutivos de un alimento sería una larga y compleja tarea, por lo tanto los procedimientos empleados comúnmente en los análisis bromatológicos consisten en determinar grupos de sustancias que se asemejan en cualidades o composición, llamados principios inmediatos nombrándose así por ser los primeros en identificarse en los procesos de desintegración analítica en el laboratorio (Flores, 1990)

Todos los alimentos están constituidos por dos componentes fundamentales que son el agua y la materia seca (Flores, 1990)

La materia seca esta a su vez compuesta de una porción susceptible de quemarse por que esta constituida por sustancia orgánica que contienen C, y por sustancias que no se pueden quemar y que quedan como un residuo en forma de cenizas. Las cenizas no contienen C, están formadas por diversas especies de sustancias minerales que en la muestra original están bajo la forma de sales. La porción incombustible se determina quemando la porción combustible mediante una temperatura elevada (Flores, 1990)

La porción combustible esta a su vez constituida por compuestos orgánicos que podemos distribuir en dos grupos

1. Compuestos orgánicos nitrogenados
2. Compuestos orgánicos no nitrogenados

El primer grupo se denomina proteína cruda pues corresponde en su mayor parte a compuestos nitrogenados de naturaleza proteica, también se incluyen compuestos nitrogenados de naturaleza no proteica como las aminos, amidas, urea (Flores, 1990)

Los compuestos orgánicos no nitrogenados se subdividen en dos subgrupos: al primero se le denomina grasa cruda y al segundo hidratos de carbono (Flores, 1990)

El primero se llama grasa cruda por que está formando principalmente por lípidos pero además por otras sustancias que no lo son, pero que tienen con ellos el carácter físico común de ser solubles en solventes de grasas. En las sustancias no lipídicas tenemos a los carotenos, los pigmentos carotenoides las vitaminas de estructura terpenica e isoprenica, la clorofila o protidos como la hemoglobina (Flores, 1990)

El ultimo grupo es el de hidratos de carbono, este nombre se divide en otros dos: fibra bruta y extracto libre de nitrógeno. Químicamente la fibra cruda corresponde a la lignina y a celulosa, es decir a los glúcidos insolubles en el agua que resisten a la acción hidrolítica de los ácidos y álcalis (Flores, 1990)

El ELN (Extracto Libre de Nitrógeno) en realidad no se determina por análisis en el laboratorio sino se calcula por diferencia entre 100 partes de la muestra analizada y la suma de las proporciones centesimales de los otros principios inmediatos y corresponde, tratándose de las plantas, a azúcares simples y coloidales que son hidrosolubles y se desintegran (Flores, 1990)

## **1.8 CARACTERÍSTICAS DEL GRANADO**

El granado pertenece a la Familia de las *Puniáceas* es también conocido como Balaustra, Milgrano o Mangraner.

Procede del Oriente Medio y se considera como uno de los frutales cultivados desde tiempo más remotos. El granado es un pequeño árbol frutal caducifolio que también puede ser considerado como arbusto, que puede medir de 3 hasta 6 metros de altura, con el tronco retorcido. Es de madera dura y corteza escamosa de color grisáceo. También existen algunas variedades enanas. (Justafresca, 1986; Sánchez, 2001; Jackson *et al*, 2003)

Posee hojas son de color verde brillante, tienen forma lanceolada a abovada. Generalmente miden 2-8 x 0.8-2 cm. Sus flores son de color rojo anaranjado de hasta 3 cm. de diámetro (Sánchez, 2001)

Da origen a un fruto, la granada, la cual es una baya globosa denominada balausta, de color rojo brillante, verde amarillento, o blanquizco, que mide de 5-8 cm de diámetro y contiene numerosas semillas embebidas de una pulpa jugosa (Sánchez, 2001)

El granado vegeta en los climas más diversos, pero donde realmente produce bien es en los subtropicales y tropicales, no madurando bien en los templados, dando peor calidad también en los subtropicales húmedos y obteniéndose los mejores frutos en aquellas zonas donde las altas temperaturas estivales coinciden con la maduración del fruto. Requiere de tierras ligeras para su crecimiento que sean permeables de buen fondo y de naturaleza fresca, siendo indiferente la alcalinidad del suelo (Baudillo, 1986; Melgarejo, 1991)

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Especialistas en nutrición de jirafas en cautiverio (Giraffe Nutrition Workshop, 2005) indican que es recomendable conocer los aportes nutricionales, el consumo y la digestibilidad de las dietas de esta especie, ya que parte fundamental de la preservación, el bienestar y la salud de la fauna silvestre se basa en la alimentación y el conocimiento de los nutrientes de las dietas y la capacidad de los animales para consumirlos y aprovecharlos por animales en cautiverio.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL:**

Determinar el valor nutritivo de la dieta de las jirafas (*Giraffa camelopardalis*) del Zoológico de Chapultepec “Alfonso L. Herrera”.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- a) Evaluar la composición química de la dieta de las jirafas
- b) Determinar el consumo de la dieta ofrecida a las jirafas (*Giraffa camelopardalis*)
- c) Determinar la digestibilidad de la dieta proporcionada

## 4. MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Zoológico de Chapultepec “Alfonso L. Herrera”, perteneciente a la Dirección General de Zoológicos y Vida Silvestre (DGZVS), Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal. El cual está localizado a 19° 24' N latitud, 99° 11' O longitud y a 2250 m.s.n.m. El tipo de clima predominante es templado sub-húmedo con lluvias en verano, la temperatura media es de 15.4 °C, y la precipitación promedio anual es de 7692 mm. los análisis se realizaron en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4, ubicada en el Km. 2.5 de la carretera Cuautitlán - Teoloyucan, Cuautitlán Izcalli. Localizada a 2450 m.s.n.m., a 19° 43' de latitud norte y a 99° 14' de longitud poniente.

### 4.1 Animales y alojamiento

Se utilizaron cinco ejemplares aparentemente sanos de jirafa (*Giraffa camelopardalis*): un macho adulto, dos hembras adultas y dos juveniles (un macho y una hembra); los cuales están albergados en el Bioma Árido y Sabana (Pastizales) del mismo zoológico.

Cuadro 4.1 Ejemplares de Jirafas (*Giraffa camelopardalis*) utilizados en este estudio

Individuo	Nombre propio	Sexo	Fecha nacimiento
1	Boosom	Macho	24-03-1997
2	Keyla	Hembra	12-09-2001
3	Sheyla	Hembra	28-06-2008
4	Julio	Macho	05-06-2008
5	Fortunata	Hembra	12-04-1990

Todos los animales se mantuvieron en su albergue, el cual consta de un cuarto de noche con paredes, techo, y piso de cemento, y por un exhibidor con vegetación natural, piso de tierra, charca artificial y fosas artificiales para evitar el contacto con el público.

Se cuenta con tres comederos elevados hechos por canastas de hierro colocadas en el centro del exhibidor afianzadas a piedras artificiales, dos de estos comederos se utilizan para colocar la alfalfa achicalada y el restante para zanahoria y alimentos

balanceados. Se cuenta con un bebedero colocado al centro del exhibidor. El cuarto de noche cuenta con un comedero de hierro y un bebedero de concreto en la parte externa.

Las jirafas comparten este exhibidor con dos ejemplares de Antílope Ñú (*Connochaetes taurinus*); seis Orix cimitarra (*Orix dammah*), dos gallinas de guinea (*Numida meleagris*) y dos Grullas coronada (*Balearica pavonina*); sin embargo, dada la altura de los comederos y bebederos de las jirafas, éstos ejemplares no tienen acceso a la dieta de las jirafas.

#### **4.2 Duración del Estudio.**

El estudio se realizó en dos etapas: la primera de observación focal de los ejemplares para determinar el lugar en que serían tomadas las muestras; además, de la realización de muestreos y pesajes experimentales de los ingredientes de la dieta y las heces.

La segunda etapa tuvo una duración de 13 días (marzo 2010) y consistió en la recolección de muestras tanto de los ingredientes de la dieta como de heces

#### **4.3 Alimentación.**

Se utilizó la dieta establecida por la Coordinación de Vigilancia Nutricional de la Dirección Técnica y de Investigación de la DGZVS, los ingredientes que se utilizaron el período de estudio y sus las cantidades se muestran en los cuadros 4.2 y 4.3.

#### **4.4 Toma de Muestras.**

Diariamente durante los trece días del experimento, entre las 8:00 y las 10:00 h, se tomó una muestra de 500 g de cada ingrediente de la dieta; además, al siguiente día se tomó una muestra de 500 g de las heces del grupo de jirafas, se buscó que las muestras de heces no estuvieran contaminadas por tierra y fueran representativas del grupo de animales, para lo cual se tomaron muestras de diferentes sitios del albergue. Todas las muestras se guardaron en bolsas de polietileno debidamente identificadas con la fecha de obtención y el sitio de recolección, y fueron almacenadas en congelación a -16° C hasta su procesamiento en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Cuadro 4.2 Dieta ofrecida a los ejemplares de jirafas en el zoológico de Chapultepec con ramas enteras de granado (*Punica granatum*)

Ingrediente	Descripción	Cantidad	Nivel de Inclusión (BH)
Alfalfa	Achicalada	5 pacas (12 Kg c/u, 60 Kg total)	58%
Zanahoria	Cruda	20 Kg.	19.3%
Avena	Hojuela	5 Kg.	4.8%
Alimento balanceado para ganado doméstico <sup>1</sup>	Pellet	5 Kg.	4.8%
Alimento balanceado especializado para jirafas <sup>2</sup>	Pellet	10 Kg	9.7%
Ramas de Granado ( <i>Punica granatum</i> ) <sup>3</sup>	Enteras, recién cortadas	1-5 Kg.	1-4.8%
Total		103.5kg	100%

<sup>1</sup> Purina Agribands Sostén Bovino: Humedad 12%, Proteína cruda 15%, Fibra cruda 3%, Extracto etéreo 1.5% Ca 2%, P 0.5%.

<sup>2</sup> Mazuri Wild Herbivore Diet 5ZF1: Humedad 12%, Proteína cruda 11%, Fibra cruda 30%, Extracto etéreo 5%

<sup>3</sup> Las ramas de granado se suministran tres veces por semana (lunes, miércoles y viernes), la longitud de las ramas oscila entre 15 y 35 cm de longitud y un diámetro entre 0.3-1.5 cm

Cuadro 4.3 Dieta ofrecida a los ejemplares de jirafas en el zoológico de Chapultepec sin ramas enteras de granado (*Punica granatum*)

Ingrediente	Descripción	Cantidad	Nivel de Inclusión (BH)
Alfalfa	Achicalada	5 pacas (12 Kg c/u, 60 Kg total)	60%
Zanahoria	Cruda	20 Kg.	20%
Avena	Hojuela	5 Kg.	5%
Alimento balanceado para ganado doméstico <sup>1</sup>	Pellet	5 Kg.	5%
Alimento balanceado especializado para jirafas <sup>2</sup>	Pellet	10 Kg	10%
<b>Total</b>		<b>100 Kg</b>	<b>100%</b>

<sup>1</sup> Purina Agribands Sostén Bovino: Humedad 12%, Proteína cruda 15%, Fibra cruda 3%, Extracto etéreo 1.5% Ca 2%, P 0.5%.

<sup>2</sup> Mazuri Wild Herbivore Diet 5ZF1: Humedad 12%, Proteína cruda 11%, Fibra cruda 30%, Extracto etéreo 5%

#### 4.5 Análisis de laboratorio.

Las muestras de los trece días, tanto de alimento y de heces, se descongelaron, y cada muestra fue mezclada, con el fin de tener una submuestra homogénea del período de recolección. Las muestras fueron secadas en una estufa de aire forzado a 60 °C y se molieron con un molino de Wiley.

A cada muestra se le determinó la humedad total (por diferencia con la materia seca), la proteína cruda (PC), el extracto etéreo (EE), las cenizas (C), la fibra detergente neutro (FDN), la fibra detergente ácido (FDA) y la lignina (Morfin, 2007).

#### 4.6 Determinación de Consumo de Materia Seca.

El cálculo del consumo de materia seca se realizó pesando diariamente las cantidades de cada ingrediente ofrecido y al día siguiente el que fue rechazado por todo el grupo de jirafas, Este pesaje se llevó a cabo durante el mismo período que duró la recolección de heces. Se calculó el consumo de la materia seca con los resultados del consumo y de materia seca.

#### **4.7 Aportes**

El aporte entendido como la cantidad de una fracción del análisis químico proximal que contiene un ingrediente o una dieta.

Con los resultados obtenidos de los análisis químicos y las cantidades consumidas de cada ingrediente, se determinaron los aportes de cada fracción del análisis químico. El resultado de cada fracción se sumó y el dato obtenido de cada fracción se trasladó a porcentaje utilizando el peso total de la dieta y se compararon con respecto a las recomendaciones de nutrientes requeridos para las jirafas en cautiverio (Schmidt y Schlegel, 2005).

Para calcular los aportes se utilizó la fórmula siguiente:

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

El % de la fracción se refiere al porcentaje de: EE, Cen, PC, FDN, ELN, FDA ó Lignina

#### **4.8 Determinación de Digestibilidad Aparente**

El cálculo de digestibilidad aparente se realizó por medio de un marcador interno (lignina) Obtenido por el método Detergente ácido del cual posteriormente se calculó el porcentaje de lignina presente en cada ingrediente de la dieta los cuales se sumaron. También se obtuvo el porcentaje de lignina en heces y se utilizó la siguiente fórmula: (Morfín, 2007)

$$\% \text{ de indigestibilidad} = \frac{\% \text{ de lignina en el alimento} \times 100}{\% \text{ de lignina en las heces}}$$

$$\% \text{ de digestibilidad} = 100 - \% \text{ de indigestibilidad}$$

También fueron calculados los aportes por fracción digestible del análisis químico utilizando la siguiente fórmula

$$\text{Fracción digestible} = 100 - (\text{lignina en heces} \times \text{fracción del AQP}) \times 100$$

#### **4.8 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 trasladados 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 (Morfín 2007):

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

La digestibilidad que se utilizó en la fórmula fue la obtenida en este trabajo.

Con el dato obtenido del TND se procedió a hacer el cálculo de ED (energía digestible) (Morfín, 2007):

$$\text{ED (Kcal/100g)} = \% \text{ de TND} \times 4.4$$

Del valor de ED se llevó a cabo el cálculo para obtener la EM (energía metabolizable) con la siguiente fórmula la cual es utilizada para rumiantes domésticos (Shimada, 2007; Morfín 2007):

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

Las formulas anteriores mencionadas para el cálculo de energía son utilizadas para la determinación de energía en ganado doméstico. Ya que el ganado doméstico es el modelo a seguir para al implementación de dietas en herbívoros silvestres se utilizaron estas formulas.

#### **4.9 Determinación de condición corporal**

La condición corporal de los ejemplares utilizados se determinó mediante observación de cada uno de ellos, tomando en cuenta las escalas realizadas por Kearney (2001) y las cuales se muestran en el cuadro 1.2

## 5. RESULTADOS

El cuadro 5.1 contiene los datos referentes a las cantidades de alimento ofrecido en base húmeda y en base seca, en este cuadro se puede observar que se ofrece una dieta con alto porcentaje de materia seca y alta en fibra. La alta humedad de la dieta en su mayor parte se debe a la zanahoria; además, el forraje ocupa una alta proporción de la dieta, las ramas de granado son ofrecidas en mínima cantidad.

Cuadro 5.1 Cantidad de ingredientes ofrecidos de la dieta de jirafas del Zoológico de Chapultepec

Ingrediente	MH <sup>1</sup> Kg	MS <sup>2</sup> Kg	MS/ jirafa <sup>3</sup> Kg
Alfalfa achicalada	33.58	31.18	6.23
Avena en hojuela	5.17	4.68	0.94
Ramas enteras de granado	1.31 ± 0.28	0.60 ± 0.13	0.12 ± 0.03
Alimento especializado para jirafas	4.97	4.50	0.9
Alimento balanceado para ganado doméstico	4.84	4.45	0.89
Zanahoria	19.31	2.26	0.45
<b>TOTAL</b>	<b>69.18</b>	<b>47.67</b>	<b>9.53</b>

<sup>1</sup> Materia húmeda, <sup>2</sup> Materia seca, <sup>3</sup> Materia seca consumida por animal

El cuadro 5.2 se refiere a la composición química de cada uno de los ingredientes que conforman la dieta de las jirafas resguardadas en el Zoológico de Chapultepec. En este cuadro se puede observar que las fracciones de fibra detergente neutro son altas en todos los ingredientes, el extracto etéreo es relativamente bajo ya que en algunos de los ingredientes se expresa desde un 6 a 11 % de grasa.

El cuadro 5.3, está conformado por los aportes de cada uno de los conceptos que se mencionan por día de cada ingrediente de la dieta, resalta que la dieta es baja en extracto etéreo. Destaca que las ramas de granado son medianamente altas en proteína y altas en fibra, nutrientes que son indispensables para el balanceo de las dietas de las

jirafas.

Cuadro 5.2 Composición química en base seca de cada uno de los ingredientes de la dieta de jirafas del zoológico de Chapultepec

Ingrediente	H.T <sup>1</sup>	E.E <sup>2</sup>	C <sup>3</sup>	PC <sup>4</sup>	FDN <sup>5</sup>	ELN <sup>6</sup>	FDA <sup>7</sup>	Lignina
	%							
Alfalfa achicalada	7.94	3.01	10.01	13.78	31.07	37.35	23.92	3.87
Avena en hojuela	9.44	11.73	1.38	11.73	32.62	59.00	1.63	1.81
Ramas enteras de granado	4.25	2.26	4.70	8.60	43.99	40.15	30.51	5.11
Alimento especializado para jirafas	9.43	7.38	6.62	11.31	52.47	27.95	37.21	2.78
Alimento balanceado para ganado doméstico	6.21	6.94	9.98	14.75	48.40	51.42	16.60	4.62
Zanahoria	94.95	1.75	4.96	9.48	21.24	20.77	10.68	1.47

<sup>1</sup> Humedad Total, <sup>2</sup> Extracto Etéreo, <sup>3</sup> Cenizas, <sup>4</sup> Proteína Cruda, <sup>5</sup> Fibra Detergente Neutro, <sup>6</sup> Extracto Libre De Nitrógeno, <sup>7</sup> Fibra Detergente Ácido.

Cuadro 5.3 Aportes por día de fracción de cada uno de los ingredientes en la dieta de las jirafas del Zoológico de Chapultepec.

Ingrediente	E.E <sup>1</sup>	Cen <sup>2</sup>	PC <sup>3</sup>	FDN <sup>4</sup>	ELN <sup>5</sup>	FDA <sup>6</sup>	Lignina
Kg MS/día							
Alfalfa achicalada	0.94	3.12	4.30	9.68	11.64	7.46	1.21
Avena en hojuela	0.55	0.06	0.55	1.53	2.76	0.08	0.08
Ramas enteras de granado	0.01	0.03	0.05	0.26	0.24	0.18	0.03
Alimento especializado para jirafas	0.33	0.30	0.51	2.36	1.26	1.68	0.13
Alimento balanceado para ganado doméstico	0.31	0.44	0.66	2.15	2.29	0.74	0.21
Zanahoria	0.04	0.11	0.21	0.48	0.47	0.24	0.03
Consumo total Kg	2.18	4.07	6.28	16.47	18.66	10.37	1.69
<b>Total %</b>	<b>4.57</b>	<b>8.53</b>	<b>13.17</b>	<b>34.55</b>	<b>39.15</b>	<b>21.76</b>	<b>3.54</b>

<sup>1</sup> Extracto Etéreo, <sup>2</sup> Cenizas, <sup>3</sup> Proteína cruda, <sup>4</sup> Fibra detergente neutro, <sup>5</sup> Extracto libre de nitrógeno, <sup>6</sup> Fibra detergente ácido.

El cuadro 5.4 está compuesto por el consumo total de la dieta, teniendo como resultado un consumo total de 47.36 Kg de alimento en base seca. Cabe destacar que no hay rechazo de ningún ingrediente de la dieta ofrecida. Las ramas de granado son regurlamente aceptadas por las jirafas, pero si estas presentan un diámetro del tallo primario mayor a 1.5 cm. en ocasiones son rechazadas. La digestibilidad de la materia seca obtenido por medio de un marcador interno (lignina) da como resultado 64.03 %. También incluye los resultados de fracciones digestibles de la dieta.

Con estos datos podemos asumir que está especie no digiere 17 Kg. del alimento ofrecido en base seca. También contiene el total de nutrientes digestibles, la energía digestible y metabolizable, donde se observa que la dieta es alta en energía.

Cuadro 5.4 Consumo, digestibilidad y energía de la dieta de jirafas

Consumo total <sup>1</sup>	Kg MS	47.36 ± 6.09
Consumo total/jirafa	Kg MS	9.47 ± 1.1
Digestibilidad de la materia seca	%	64.03
Digestibilidad de E.E	%	86.93
Digestibilidad de Cen	%	25.97
Digestibilidad de PC	%	28.48
Digestibilidad de FDN	%	35.04
Digestibilidad de ELN	%	42.88
Digestibilidad de FDA	%	35.88
TND <sup>2</sup>	g TND/100 g alimento	62.20
ED <sup>3</sup>	Mcal/Kg	2.73
	MJ/Kg	11.41
EM <sup>4</sup>	Mcal/Kg	2.24
	MJ/Kg	9.36

<sup>1</sup> Resultado por 5 jirafas, <sup>2</sup> Total de nutrientes digestibles, <sup>3</sup> Energía digestible. <sup>4</sup> Energía metabolizable

El cuadro 5.5 contiene los datos de la escala de condición corporal en que se encuentra cada uno de los ejemplares conforme las observaciones realizadas a cada uno de ellos.

Cuadro 5.5 Escala de condición corporal de las jirafas del Zoológico de Chapultepec.

Individuo	Nombre propio	Condición corporal
1	Boosom	4
2	Keyla	5
3	Sheyla	5
4	Julio	5
5	Fortunata	5

## 6. DISCUSIÓN

Las dietas de los animales de zoológico pueden tener deficiencias y/o excesos nutricionales en proteína y exceso en carbohidratos (Kearney, 2005). En el caso del déficit de proteína puede provocar la disminución de masa corporal, ocasionando caquexia crónica; por otro lado, el exceso de proteína aumenta la masa corporal pero este puede ser aprovechable por la especie. Por otra parte, el incremento de carbohidratos presentes en los alimentos incrementa la producción de ácido láctico provocando acidosis ruminal, lo cual puede resultar en la muerte del animal, estas alteraciones nutricionales pueden provocar el síndrome de mortalidad hiperaguda en las jirafas (Schlegel, 2005; Mc Donald *et al.*, 2006)

El síndrome de mortalidad hiperaguda de las jirafas se ha asociado con déficit de PC (Ball, 2005) aunque se ha propuesto que este síndrome sea ocasionado por déficit de energía. Los rangos establecidos para PC son de 10-14% (Schmidt, Schlegel, 2005) en el caso de la dieta de jirafas del zoológico de Chapultepec este parámetro está dentro del establecido, por lo cual se puede considerar que los animales estarían exentos de este síndrome.

La dieta analizada se encuentra dentro de los porcentajes establecidos por Schmidt y Schlegel (2005) que son del 10-14% de PC.

Las dietas menores a 20% de FDA propician un ambiente adecuado para la presencia de acidosis ruminal y/o timpanismo pero si es mayor al 40% afecta el consumo y la digestibilidad de los alimentos (Ball, 2005). En el caso de la dieta analizada es poco mayor a esa cifra (21.76%) lo cual indica una menor probabilidad de acidosis ruminal ó de timpanismo por lo tanto no afectaría ni el consumo ni la digestibilidad.

En promedio las jirafas consumen entre 1.6-2.1% de MS de su peso vivo en un día, tomando también en cuenta que su condición corporal sea adecuada en la escala 1 a 8 la ideal es 5 (Jolly, 2001; Schmidt y Schlegel, 2005; Kearney, 2005), si las dietas se ajustan a los requerimientos recomendados, se esperaría que los animales consumieran esta cantidad. En el caso de la dieta ofrecida a las jirafas del zoológico de Chapultepec,

se ofrece en promedio 9 Kg, lo cual equivale a 1.3% de su PV y su condición corporal se encuentra en escala 4 y 5, por lo cual la cantidad ofrecida se encuentra debajo de las recomendaciones.

La digestibilidad es un parámetro importante, con el que podemos determinar que cantidad de la dieta es aprovechada. Clauss M. *et. al*, 2007 establece un rango de 52-85.2% de digestibilidad aparente de la materia seca para jirafas, a su vez Kearney (2005) reporta un promedio de 55.2%. La digestibilidad de las jirafas de este estudio se encuentra dentro de los intervalos que consignan dichos autores.

El ramoneo en estas especies promueve una mayor digestibilidad por el aporte de fibra que cada especie vegetal ofrecida contenga, además de propiciar la actividad diaria de los animales en cautiverio (Schmidt y Schlegel, 2005). En el caso de la dieta del Zoológico de Chapultepec se ofrecen ramas de granado cada tercer día; sin embargo, no se encontraron diferencias relevantes de digestibilidad entre los días que se ofrecen ramas y los que no, teniendo resultados de 63.98% y 64.3% de digestibilidad de la materia seca respectivamente. Aunque es importante considerar que no existen cambios debido a la cantidad de ramas que se proporciona es baja (0.600 Kg. en promedio) para todos los ejemplares.

## 7. CONCLUSIÓN

La dieta ofrecida a las jirafas del zoológico de Chapultepec se encuentra dentro de los parámetros recomendados en cuanto a su composición química, con lo cual se esperaría que los animales albergados en este zoológico no tuvieran problemas metabólicos tales como: acidosis ruminal, timpanismo, síndrome de mortalidad hiperaguda, alteraciones en consumo y/o digestibilidad

El consumo de las jirafas esta debajo del recomendado, tomando en cuenta que algunas de las jirafas son mayores y su consumo es mayor la cantidad ofrecida es baja. Considerando la condición corporal de los animales la cantidad ofrecida aún es baja. Aunado a esto, al existir jirafas en etapa reproductiva los requerimientos pueden aumentar, por lo cual se considera que se necesita aumentar la cantidad de la dieta y revisar las etapas reproductivas de los animales para aumentar o disminuir la cantidad de la misma.

La digestibilidad aparente de la dieta ofrecida también se encuentra dentro de los rangos recomendados,

Se puede sugerir que para cubrir las cantidades de alimento se considere algún forraje el cual podría ser arbóreo, ya que en algunos otros zoológicos se ha implementado este tipo de dieta tanto para cubrir las necesidades de forraje y aumentar su actividad. En el zoológico de Chapultepec se ofrece forraje arbóreo pero es en mínima cantidad.

Se debe continuar con la evaluación de la dieta de jirafas en distintas épocas, y con diferentes ingredientes ya que al existir tan poca información, cualquiera que se genere sobre nutrición de esta especie es de suma importancia.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Ball R. L. 2005. *Clinical Problems of Captive Giraffe with a Possible Nutritional Basis*.  
En The giraffe nutrition workshop proceedings, Lincoln Park Zoo
- Badeer, H.S. 1986. *Does gravitational pressure of blood hinder flow to the brain of the giraffe? Comparative Biochemistry and Physiology Comparative Physiology*. 83(2):207-211.
- Badeer, H.S. 1988. *Haemodynamics of the jugular vein in the giraffe*. Nature 332.
- Baudillo J. 1986. *Árboles frutales "cultivo y explotación comercial"* 8° Edición. Editorial Aedos-Barcelona.
- Bercovitch F.B; Bashaw M.J; Del Castillo S.M. 2006. *Sociosexual behavior, male mating tactics, and the reproductive cycle of giraffe Giraffa camelopardalis*, Hormones and Behavior 50, 314–321
- Bondi, A. A. 1989. *Nutrición Animal*. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España.
- Church, D. C. y Pond W.G. 1994. *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. Editorial Limusa, S. A. de C. V. Grupo Noriega Editores. México.
- Ciofolo I. 1995. *West Africa's last giraffes: the conflict between development and conservation*. Journal of tropical ecology. Vol. 11, No. 4, pp. 577-588.
- Clauss M; Franz-Odenaal; T.A; Brasch J; Castell J.C; Kaiser T. 2007. *Tooth wear in captive giraffes (Giraffa camelopardalis): mesowear analysis classifies freeranging specimens as browsers but captive ones as grazers*, Journal Of Zoo And Wildlife Medicine 38 (3) 433-445.
- Clauss M; Frey R; Keifer B; Lechner-Doll M; Loehlein W; Polster C; Rössner G.E; Streich W.J. 2003. *The maximum attainable body size of herbivorous mammals: morphophysiological constraints on foregut, and adaptations on hindgut fermenters*. Oecologia 136.
- Clauss M, Loehlein W, Kienzle E, Weisner H. 2003. *Studies on feed digestibility in captive Asian elephants (Elephas maximus)*. J Anim Physiol Anim Nutr. 87:160- 173.
- Crissey S. 2005. *The complexity of formulating diets for zoo animals: a matrix* Int. Zoo Yb. 39: 36–43. Zoo animal nutrition The Zoological Society of London
- Dagg, A.I; Foster, J.B. 1982. *The Giraffe, its biology, behaviour, and ecology*. Science, New Series, Vol. 194, No. 4268 (Nov. 26, 1976), p. 933

- Estes. R. D. 1993. *The safari companion: a guide to watching African animals*. Chelsea Green Publishing.
- Estes, R.D. 1991. *The Behavior Guide to African Mammals*. The University of California Press, Los Angeles.
- Fennessy, J; Brown, D. 2008. *Giraffa camelopardalis*. En: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.
- Flores M. J. A. 1990. *Bromatología animal* 3° edición editorial limusa, México D.F.
- Fowler M. E. 1986. *Zoo and wild animal medicine current therapy*. Philadelphia. Saunders Elsevier
- Fowler M.E; Miller R.E. 2003. *Zoo and wild animal medicine current therapy* 5ta Edición. St. Louis Missouri, Saunders Elsevier.
- Fowler M.E; Miller R. E. 2007. *Zoo and wild animal current therapy*. 6° Edición. Philadelphia. Saunders Elsevier.
- Garnsworthy PC, Wiseman J. 2005. *Recent advances in animal nutrition*. Reino Unido: Nottingham University Press.
- Hassanin A; Ropiquet A; Gourmand A.L; Chardonnet B; Rigoulet J. 2007. *Mitochondrial DNA variability in Giraffa camelopardalis: consequences for taxonomy, phylogeography and conservation of giraffes in West and central Africa*. C. R. Biologies 330, 265–274
- Hargens, A.R. 1987 *Gravational cardiovascular adaption in the giraffe*. Physiologist 30 (1) suppl.:S15-S18.
- Hargens, A.R. 1987. *Gravational haemodynamics and oedema prevention in the giraffe*. Nature, 329:59-60.
- Hicks, J.W; Badeer, H.S. 1989 *Siphon mechanism in collapsible tubes: application to circulation of the giraffe head*. American Journal of Physiology. 256 (2) Pp. 567-571.
- Hofmann, R.R. 1988. *Anatomy of the gastro-intestinal tract*. In: Church, D.C. (ed.). *The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Hugh-Jones P; Barter C.E; Hime J.M; Rusbridge M.M. 1978. *Dead space and tidal volume of the giraffe compared with some other mammals*. Respiratory. Physiology 35(1):53-58.

- Hughes H.D, Heath M.E, Metcalfe D.S. 1976. *Forrajes: la ciencia de la agricultura basada en la producción de Pastos*. 2º edición. Compañía editorial continental S.A Barcelona
- Hradecky P. 1983. *placental morphology in african antilopes and giraffes*, Theriogenology, 20, No 6,
- Jachman, H; Bell, R H V. 1985. *Utilization by elephants of the Brachystegia woodlands of the Kasungu National Park, Malawi*. Afr J. Ecol 23:245-252.
- Jackson D.I; Looney N.E, 2003. *Producción de frutas de climas templados y subtropicales* Editorial Acribia Zaragoza España.
- Jolly L. 2001 *Giraffe Husbandry manual*.
- Kearney C.C, Ball R.L. 2001. *Body scoring system for captive giraffe (Giraffa camelopardalis)* En 2001 Proceedings AAZV, AAWV, ARAV, NAZWV JOINT Conference
- Kearney C. C, 2005. *Effects of dietary physical form and carbohydrate profile on captive giraffe*. Tesis de maestria en ciencias en la Universidad de Florida
- Kearney C. C. 2005. *Review of Free-Ranging Giraffe Diets*. En The giraffe nutrition workshop proceedings, Lincoln Park Zoo
- Kearney C. C. 2005. *Dietary Physical Form*. En The giraffe nutrition workshop proceedings, Lincoln Park Zoo
- Kingdon J. 2006. *Guía de bolsillo de los mamíferos de África*. Barcelona. Omega.
- Kimani, J.K; Opole, I.O. 1991 *The structural organization and adrenergic innervation of the carotid arterial system of the giraffe*. Anatomical Record. **230** (3) Pp. 369-377.
- Kingdon, J. 1984. *East African Mammals, An atlas of evolution in Africa – Large Mammals*. University of Chicago Press
- Lachmann M, Araujo O. *La estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes*. Universidad del Zulia. Facultad de Ciencias Veterinarias. Departamento de Producción e Industria Animal. Facultad de Agronomía. Departamento de Zootecnia.
- Langman, V.A; Maloiy G. M. O; Schmidt-Nielsen K; Schroter R.C. 1979. *Nasal heat exchange in the giraffe and other large mammals*. Respiratory . Physiology. 37(3):325-333.

- Langman V.A; Bamford O.S; Maloiy G.M.O. 1982. *Respiration and metabolism in the giraffe*. Respiration Physiology. 50(2):141-152. Elsevier Biomedical Press
- Lee, A.R. 1991. *Management Guidelines for the Welfare of Zoo Animals - Giraffe. The Federation of Zoological Gardens of Great Britain and Ireland*, London.
- Lloyd LE, McDonald BE, Crampton EW. 1982. *Fundamentos de Nutrición*, Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- Lueders I; Niemuller C; Pootoolal J; Rich P; Gray C; Streich W.J; Hildebrandt T.B. 2009. *Sonomorphology of the reproductive tract in male and pregnant and non-pregnant female Rothschild's giraffes (Giraffa camelopardalis rothschildi)*. Journal of Theriogenology 72 22–31
- McDonald P, Edwards R.A, Greenhalgh JFD, Morgan C.A. 2002. *Nutrición animal* 6<sup>o</sup> ed. Editorial Acribia Zaragoza España.
- Melgarejo M.P, Martínez R.V. 1991. *El granado*. Ediciones Mundi Prensa Bilbao.
- Morfin L.L. 2007 *Manual de laboratorio de bromatología*. Facultad de estudios superiores Cuautitlán
- Pellew R.A. 1984. *Food consumption and energy budgets of the giraffe*,. Journal of applied Ecology Vol.21 No.1 April 1984 pp 141-159, Publisher by British ecological society.
- Pérez. W; Lima. M; Clauss. M. 2009. *Gross Anatomy of the Intestine in the Giraffe (Giraffa camelopardalis)* Anat. Histol. Embryol. 38, 432–435
- Potter J.S y Clauss M. 2005. *Mortality of captive giraffe (giraffe camelopardalis) associated with serous fat atrophy: A review of five cases at auckland zoo*. Journal of Zoo and Wildlife Medicine
- Robbins C T. 1993. *Wildlife feeding and nutrition*. 2a Edición. San Diego, Ca: Academic Press, Inc.
- Sánchez de Lorenzo Cáceres, 2001. *Árboles ornamentales*. Editorial mundi prensa España.
- Schlegel M. L. *Ruminant Nutrition Review*. 2005. En The giraffe nutrition workshop proceedings, Lincoln Park Zoo
- Schmidt D. A y Schlegel M. L. *New Feeding Recommendations for Giraffe*. En The giraffe nutrition workshop proceedings, Lincoln Park Zoo
- Shimada M.A. *Nutrición animal*. Editorial Trillas. 2007

- Skinner J.D, Smithers R.H.N. 1990. *The mammals of the southern African subregion*, 2nd edn. University of Pretoria, Pretoria, South Africa
- Taylor R.E, Field T.G. 2004. *Scientific farm animal production an introduction to animal science*, 8° edición. Pearson prentice hall New Jersey
- Theodorou MK, France J. 2000. *Feeding systems and feed evaluation models*. USA: CABI Publishing.

## 9. APÉNDICE 1

Cuadro 9.1 Aportes de los días que se les ofrece ramas a las jirafas del zoológico de Chapultepec

INGREDIENTE	E.E	C	PC	FDN	ELN	FDA	Lignina
Kg/MS							
Alfalfa achicalada	0.94	3.12	4.30	9.70	11.66	7.47	1.21
Avena en hojuela	0.55	0.06	0.55	1.52	2.75	0.08	0.08
Ramas enteras de granado	0.01	0.03	0.05	0.26	0.24	0.18	0.03
Alimento especializado para jirafas	0.34	0.30	0.52	2.40	1.28	1.70	0.13
Alimento balanceado para ganado doméstico	0.33	0.47	0.70	2.28	2.43	0.78	0.22
Zanahoria	0.04	0.11	0.21	0.48	0.84	0.24	0.03
Total g	2.20	4.10	6.33	16.64	19.20	10.45	1.70
<b>Total %</b>	<b>4.59</b>	<b>8.54</b>	<b>13.18</b>	<b>34.66</b>	<b>39.98</b>	<b>21.76</b>	<b>3.54</b>

Cuadro 9.2 Consumo digestibilidad y energía de la dieta de jirafas con ramas

Consumo total Kg.	Kg.	48.03
% Digestibilidad de la materia seca	%	63.98 %
TND <sup>1</sup>	g TND/100 g alimento	62.98
ED <sup>2</sup>	Mcal/Kg	2.76
	MJ/Kg	11.53
EM <sup>3</sup>	Mcal/Kg	2.26
	MJ/Kg	9.44

<sup>1</sup> Resultado por 5 jirafas, <sup>2</sup> Total de nutrientes digestibles, <sup>3</sup> Energía digestible. <sup>4</sup> Energía metabolizable

Cuadro 9.3 Aportes de los días que no se les ofrece ramas a las jirafas del zoológico de Chapultepec

INGREDIENTE	E.E	Cen	PC	FDN	ELN	FDA	Lignina
Kg/MS							
Alfalfa achicalada	0.9	3.1	4.3	9.7	11.6	7.4	1.2
Avena en hojuela	0.6	0.1	0.6	1.5	2.8	0.1	0.1
Ramas enteras de granado	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Alimento especializado para jirafas	0.3	0.3	0.5	2.3	1.2	1.6	0.1
Alimento balanceado para ganado doméstico	0.3	0.4	0.6	2.0	2.1	0.7	0.2
Zanahoria	0.0	0.1	0.2	0.5	0.8	0.2	0.0
Total g	2.1	4.0	6.2	16.0	18.6	10.1	1.6
<b>Total %</b>	<b>4.6</b>	<b>8.6</b>	<b>13.2</b>	<b>34.3</b>	<b>39.9</b>	<b>21.6</b>	<b>3.5</b>

Cuadro 9.4 Consumo digestibilidad y energía de la dieta de jirafas sin ramas

Consumo total. <sup>1</sup>	Kg.	48.03
Digestibilidad de la materia seca	%	64.3
TND <sup>2</sup>	g TND/100 g alimento	62.87
ED <sup>3</sup>	Mcal/Kg	2.76
	MJ/Kg	11.53
EM <sup>4</sup>	Mcal/Kg	2.26
	Mj/Kg	9.44

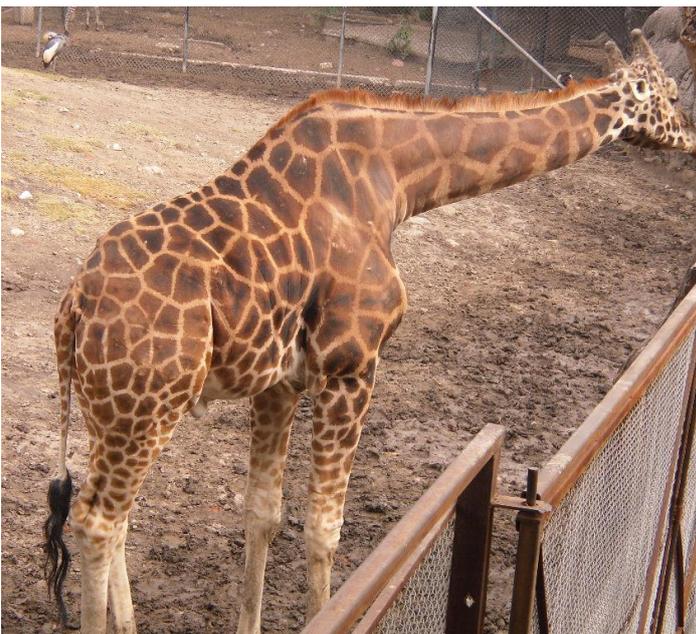
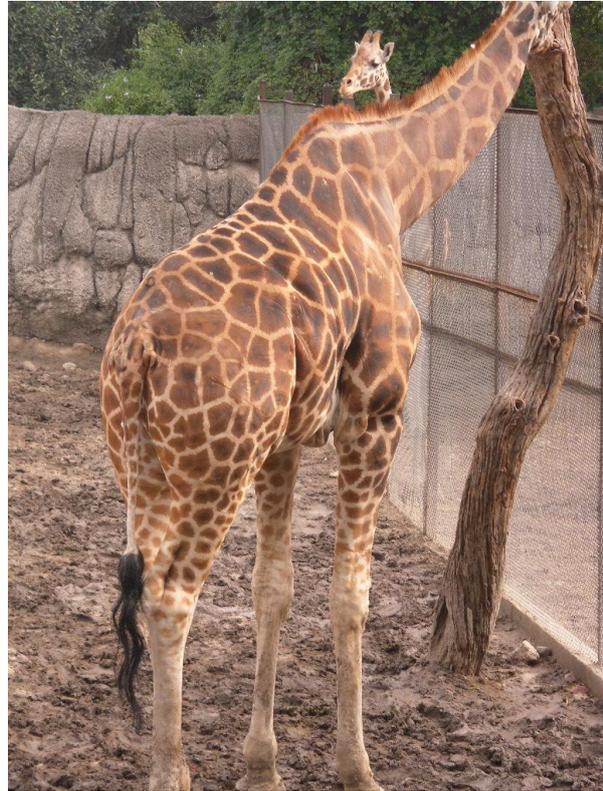
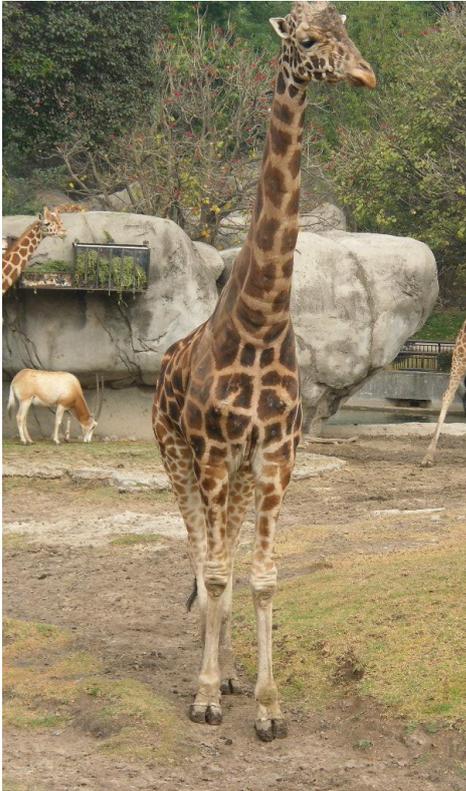
<sup>1</sup> Resultado por 5 jirafas, <sup>2</sup> Total de nutrientes digestibles, <sup>3</sup> Energía digestible. <sup>4</sup> Energía metabolizable

## APÉNDICE 2.

Imágenes de la condición corporal de las jirafas del Zoológico de Chapultepec.

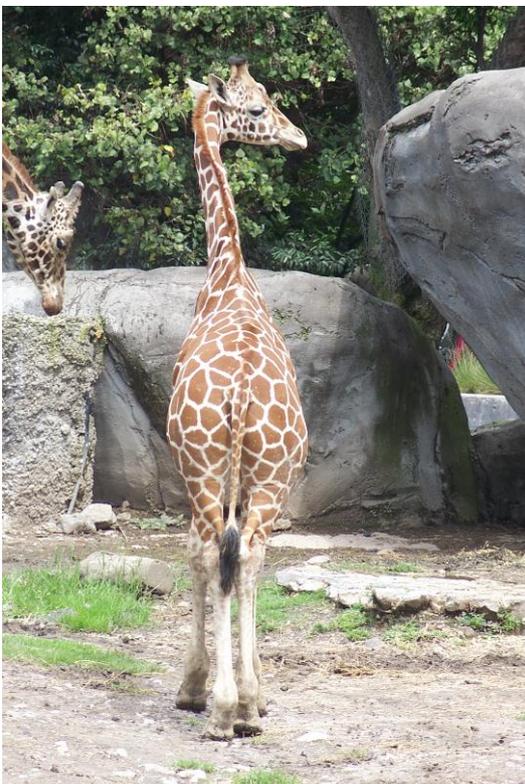
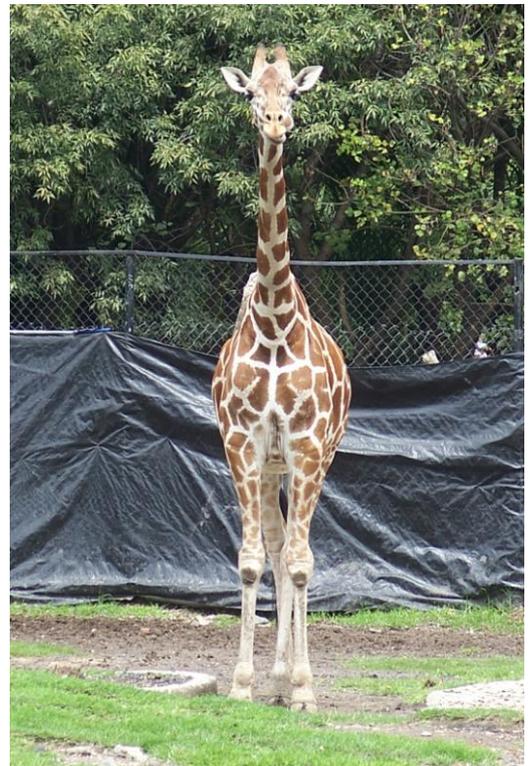
### BOSSOM

Condición corporal: 4



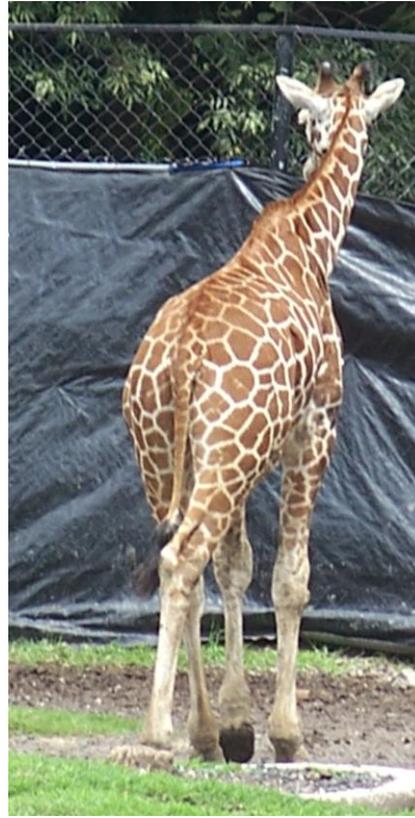
**KEYLA**

**Condición corporal: 4**



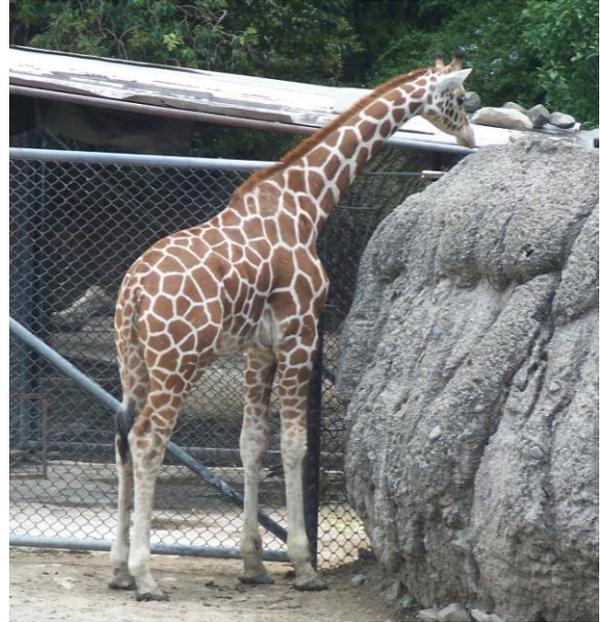
**SHEYLA**

**Condición corporal: 5**



**JULIO**

**Condición corporal: 5**



## FORTUNATA

Condición corporal: 5

