

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS
ESCUELA DE ZOOTECNIA

Manejo nutricional del jaguar (*Panthera onca*), manigordo (*Leopardus pardalis*) y
caucel (*Leopardus wiedii*) en cautiverio.

Jesenia Vásquez Vargas

Tesis presentada para optar por el título en el grado académico de Licenciatura en
Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

2014

HOJA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue aceptada por la Comisión de trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia.

M.Sc. Andrea Brenes Soto

Directora de Tesis
Directora a.i

Dr. Gustavo Gutiérrez Espeleta

Miembro del Tribunal

M.Sc. Augusto Rojas Bourrillon

Miembro del Tribunal

M.Sc. Javier Carazo Salazar

Miembro del Tribunal

Lic. Carlos Campos Granados

Miembro del Tribunal

Bach. Jesenia Vásquez Vargas

Sustentante

AGRADECIMIENTOS

En agradecimiento a la fuerza, épica e imperecedera que representa Dios.

Además a mi familia que siempre están presentes con su cariño y apoyo, en los locos proyectos que he desarrollado en mi vida.

A mis amigos y colegas por compartir las alegrías, tristezas, aventuras y desventuras de este viaje en la vida.

A la profe Andrea por su paciencia, soporte y ayuda en la apertura de un área diferente de estudio de la zootecnia del país.

A todos los encargados, cuidadores y personas relacionadas con los centros visitados por su ayuda en este estudio.

Y a Kuro y Lily mis gatos por funcionar de sujetos experimentales preliminares, en la planeación de este proyecto.

“The smallest feline is a masterpiece”

(Hasta el más pequeño felino es una obra maestra)

Leonardo DaVinci

ÍNDICE

Hoja de aprobación	i
Agradecimientos	ii
Índice	iii
Índice de cuadros	v
Índice de ilustraciones	vi
Abreviaturas	viii
Resumen.....	ix
1. Justificación.....	1
2. Marco Teórico	4
2.1. Generalidades	4
2.2. Historia natural de las especies del estudio.....	9
2.3. Tracto gastrointestinal del gato.....	15
2.4. Nutrición del gato	20
2.5. Alimentación en cautiverio.....	28
2.6. Digestibilidad	31
2.7. Tasa de pasaje.....	34
2.8. Condición corporal	36
2.9. Análisis cualitativo de heces	37
3. Objetivos	40
3.1. General	40
3.2. Específicos.....	40
4. Materiales y métodos	41
4.1. Localización	41
4.2. Animales	41
4.3. Dietas	42
4.4. Digestibilidad aparente de las dietas	45
4.5. Tasa de pasaje.....	46
4.6. Evaluación de heces	48
4.7. Condición corporal	49
4.8. Análisis estadístico	50
5. Resultados	52
5.1. Condiciones ambientales de los centros de tenencia	52
5.2. Volumen de los recintos	54
5.3. Dietas.....	56
5.3.1. Composición nutricional	56
5.3.2. Horas de alimentación.....	60
5.3.3. Consumo de alimento.....	60
5.4. Digestibilidad aparente	62
5.5. Tasa de pasaje.....	71
5.6. Evaluación cualitativa de heces.....	74
5.7. Condición corporal	81
5.7.1. Jaguares	84
5.7.2. Manigordos	88
5.7.3. Cauceles	92

6. Discusión	97
6.1. Temperatura y humedad	97
6.2. Volumen del recinto.....	99
6.3. Dieta.....	100
6.4. Consumo.....	103
6.5. Digestibilidad	105
6.6. Tasa de pasaje.....	112
6.7. Evaluación de heces	116
6.8. Condición corporal	118
7. Conclusiones.....	122
8. Recomendaciones.....	128
9. Literatura citada	130
10. Anexo.....	157
10.1. Descripción de recintos	157
10.1.1. Recinto de jaguares del CCSA	157
10.1.2. Recintos de jaguares del CRLP	160
10.1.3. Recinto del manigordo del ZSB	162
10.1.4. Recintos de los manigordos del CRLP	165
10.1.5. Recinto del manigordo del RHCR.....	168
10.1.6. Recinto del manigordo del CRJ	170
10.1.7. Recinto de los cauceles del ZSB	172
10.1.8. Recintos de los cauceles del CRLP	173
10.1.9. Recinto del caucel del CRJ.....	176

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Parámetros biológicos de <i>Panthera onca</i>	10
Cuadro 2. Algunas de las presas de <i>Panthera onca</i> en Costa Rica	11
Cuadro 3. Parámetros biológicos de <i>Leopardus pardalis</i>	12
Cuadro 4. Algunas de las presas de <i>Leopardus pardalis</i> en Costa Rica	13
Cuadro 5. Parámetros biológicos de <i>Leopardus wiedii</i>	14
Cuadro 6. Especies utilizadas y su localización.....	42
Cuadro 7. Dietas ofrecidas durante el estudio	43
Cuadro 8. Información sobre los centro de tenencia	52
Cuadro 9. Dimensiones de los recintos de las diferentes especies	54
Cuadro 10. Composición nutricional de las dietas ofrecidas (base seca).	56
Cuadro 11. Horas de alimentación según la dieta	60
Cuadro 12. Consumos promedio de nutrientes según la especie.	60
Cuadro 13. Producción diaria promedio de heces por especie	62
Cuadro 14. Composición nutricional de las heces de cada especie (base seca).	62
Cuadro 15. Digestibilidad calculada promedio según dieta para cada especie.....	68
Cuadro 16. Valores de significancia encontrados para humedad y temperatura	69
Cuadro 17. Tasa de pasaje de las especies (horas).....	71
Cuadro 18. Puntuaciones de condición corporal por especie	83

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Ejemplos de oferta de dietas	44
Figura 2. Marcadores utilizados en caucel, manigordo y jaguar, con colocación en alimento.....	47
Figura 3. Relación de la temperatura con el consumo de alimento	53
Figura 4. Relación del volumen del recinto con el consumo de alimento	55
Figura 5. Oferta de cabeza de res; en suelo del recinto; en tarima de la contención.	57
Figura 6. Sitio de alimentación del manigordo; y caucel en ZNSB; jaguar en CCSA.	58
Figura 7. Alimentación en contención.....	59
Figura 8. Entrega de alimento al caucel y al manigordo en CRJ.	59
Figura 9. Comportamiento de dominancia en el consumo de la dieta de los cauceles del ZNSB.....	61
Figura 10. Digestibilidad aparente de nutrientes según especie.....	64
Figura 11. Relación de la digestibilidad de lamateria seca con el consumo de alimento en jaguares manigordos y cauceles.....	65
Figura 12. Relación de la digestibilidad de la proteína cruda con el consumo de alimento en jaguares manigordos y cauceles	66
Figura 13. Relación de la digestibilidad del extracto etéreo con el consumo de alimento en jaguares manigordos y cauceles.....	67
Figura 14. Tiempo de retención promedio por individuo según la especie jaguares manigordos y cauceles.	72
Figura 15. Heces Tipo 1	75
Figura 16. Heces Tipo 2	76
Figura 17. Heces Tipo 3	77
Figura 18. Frecuencia de heces según especie	77
Figura 19. Tipos de heces observados según la dieta	78
Figura 20. Heces compuestas de materia orgánica y de pelo.	79
Figura 21. Ejemplos de materiales observados en las heces..	80
Figura 22. Ejemplo de escala de condición corporal en gato doméstico.....	82
Figura 23. Ejemplo de animal en condición óptima donde se señalan los puntos importantes a observar en el cuerpo del animal.....	83
Figura 24. Siluetas de <i>Curubanda</i> , en posiciones frontal y lateral.	84
Figura 25. Siluetas de <i>Rafa</i> , en posiciones frontal, trasera y lateral	85
Figura 26. Siluetas de <i>Samba</i> , en posiciones trasera y lateral	86
Figura 27. Siluetas de <i>Sansón</i> , en posiciones frontal y lateral.....	86
Figura 28. Siluetas de <i>Gordillo</i> , en posiciones lateral superior y lateral	87
Figura 29. Siluetas de <i>Oleg</i> , en posiciones dorsal y lateral	88
Figura 30. Siluetas de <i>Max</i> , en posiciones dorsal y lateral	89
Figura 31. Siluetas de <i>Rayito</i> , en posiciones dorsal y lateral	90
Figura 32. Siluetas de <i>Negrillo</i> , en posiciones frontal, dorsal y lateral	91
Figura 33. Siluetas de <i>Roy</i> , en posición lateral.....	92
Figura 34. Siluetas de <i>Bigotes</i> , en posiciones frontal, dorsal y lateral	93
Figura 35. Siluetas de <i>Hembra</i> , en posiciones dorsal y lateral	94
Figura 36. Siluetas de <i>Canela</i> , en posiciones frontal y lateral.....	95

Figura 37. Siluetas de <i>Roñía</i> , en posiciones lateral y ventral.....	95
Figura 38. Siluetas de <i>Diabolino</i> , en posiciones dorsal, lateral y frontal.	96
Figura 39. Croquis del recinto de jaguares del CCSA.....	158
Figura 40. Exhibidor del recinto de jaguares del CCSA.....	159
Figura 41. Vista del interior del exhibidor desde una de las tarimas.	159
Figura 42. Vista del patio de ejercicio de <i>Gordillo</i>	159
Figura 43. Detalle de la contención con acceso al patio de ejercicios.	160
Figura 44. Croquis del recinto del jaguar <i>Rafa</i>	161
Figura 45. Croquis del recinto <i>Curubanda</i>	161
Figura 46. Interior del área de exhibición.....	162
Figura 47. Croquis del recinto de <i>Negrillo</i>	163
Figura 48. Cobertura de techo en el recinto	164
Figura 49. Vista frontal del recinto de <i>Negrillo</i>	164
Figura 50. Croquis del recinto de <i>Max</i>	165
Figura 51. Vista interna y frontal del recinto de <i>Max</i>	166
Figura 52. Croquis del recinto de <i>Rayito</i>	167
Figura 53. Vista lateral, interior y contención del recinto de <i>Rayito</i>	168
Figura 54. Croquis del recinto de <i>Oleg</i>	169
Figura 55. Vista interior y trasera del recinto de <i>Oleg</i>	170
Figura 56. Croquis del recinto de <i>Roy</i>	171
Figura 57. Vistas frontal, lateral e interior del recinto de <i>Roy</i>	172
Figura 58. Croquis del recinto de cauceles en ZNSB	173
Figura 59. Vista interior del recinto de cauceles	173
Figura 60. Croquis del recinto de <i>Canela</i>	174
Figura 61. Croquis del recinto de <i>Roñía</i>	174
Figura 62. Vista frontal de recinto de <i>Canela e interior del recinto de Roñía</i>	175
Figura 63. Croquis del recinto de <i>Diabolino</i>	176
Figura 64. Vista frontal y enriquecimiento ambiental en el recinto de <i>Diabolino</i>	177

ABREVIATURAS

CCSA:	Centro de Conservación Santa Ana
CMS:	Consumo de materia seca
CRJ:	Centro de Rescate Jaguar
CRLP:	Centro de Rescate Las Pumas
DA:	Digestibilidad aparente
DAEE/DEE:	Digestibilidad aparente del extracto etéreo
DAMS/DMS:	Digestibilidad aparente de la materia seca
DAPC/DPC:	Digestibilidad aparente de la proteína cruda
EE:	Extracto etéreo
MS:	Materia seca
PC:	Proteína cruda
RHCR:	Refugio Herpetológico de Costa Rica
T _{MAX} :	Tiempo máximo de retención
TR:	Tiempo de retención
TT:	Tiempo de transito
ZNSB:	Zoológico Nacional Simón Bolívar

RESUMEN

La nutrición de animales silvestres es un campo poco desarrollado en Costa Rica, donde los valores de digestibilidad de macronutrientes no se han reportado para felinos silvestres en cautiverio, por lo que se procedió a la caracterización y composición nutricional de las dietas utilizadas en jaguar, manigordo y caucel; obteniendo que a nivel de los centros estudiados se ofrecen cinco tipos diferentes de dietas. Además se establecieron los ámbitos de oferta y consumo para las tres especies de felinos estudiadas. Asimismo, se calcularon los promedios de defecación para las especies, al mismo tiempo que se desarrolló un catálogo cualitativo de las heces. Se encontraron diferencias significativas ($p=0,03$) entre la temperatura del ZNSB con respecto a CRLP, así como la humedad ($p=0,0004$) en CRLP, CRJ y el ZNSB. Igualmente se encontraron diferencias significativas ($p=0,05$) entre los volúmenes de recintos de manigordos con respecto a los de cauceles, así como en el consumo de materia fresca, materia seca y proteína cruda de los jaguares con respecto a manigordos y cauceles ($p=0,04$), mientras que el consumo de extracto etéreo difirió significativamente ($p=0,05$) entre los jaguares con respecto a los cauceles. Se calculó la digestibilidad aparente de materia seca, proteína cruda y extracto etéreo, donde se obtuvo un promedio de 82,5, 93,2 y 91,2 % para los jaguares; 81,8, 95,0 y 89,7% en el caso de los manigordos y de 83,7, 95,1 y 93,1% para los cauceles respectivamente, y no se encontró efecto significativo ($p>0,05$) según las condiciones ambientales, tipo de dieta, consumo de alimento o especie, para las digestibilidades aparentes de materia seca, proteína cruda y extracto etéreo. Sin embargo, sí se observó un efecto significativo con respecto al tamaño de recinto, en relación con la digestibilidad de la

materia seca ($p=0,04$) y la proteína cruda ($p=0,01$). Se colocaron marcadores de plástico en el alimento con el fin de realizar la estimación de la tasa de pasaje del alimento en los animales, obteniéndose un tiempo de retención promedio de $76,80\pm 10,73$ horas para los jaguares, $48,00\pm 24,00$ horas en los manigordos y $62,40\pm 36,40$ horas para los cauceles; se encontró un efecto significativo de la temperatura en el tiempo de tránsito ($p=0,04$) y no se observó efecto con respecto al tamaño de recinto, tipo de dieta, nivel de consumo o especie sobre el tiempo de retención promedio o el tiempo máximo de retención. Se sugiere que el número de repeticiones y la gran variedad de dietas, afectó los resultados obtenidos. Se realizó una escala cualitativa de las heces y se clasificaron en tres tipos, donde las tipo 2 fueron las que se presentaron mayoritariamente y esto se relacionó con dietas con mayor cantidad de hueso. Se estableció un sistema de puntuación visual de condición corporal basado en el modelo del gato doméstico, de manera que se pueda relacionar con el estado de salud de los animales. El objetivo del proyecto fue determinar algunos parámetros nutricionales en felinos silvestres, con el fin de relacionarlos con la condición corporal y el aprovechamiento de las dietas utilizadas en cautiverio. Además, se espera que la información generada sea una herramienta útil en los centros de tenencia que poseen felinos en su colección de animales.

I. JUSTIFICACIÓN

El ser humano ha interactuado con la fauna desde los albores de su existencia; y a pesar de esta interacción, los conocimientos que se poseen en el campo de la nutrición de estas especies son escasos. Costa Rica ocupa sólo un 0,03% de la superficie terrestre, no obstante concentra cerca del 6% de la biodiversidad del mundo; de las 12 especies de felinos que habitan el continente americano, seis se encuentran en el país (Ojasti 2000).

Los limitados recursos de personal, animales, tiempo y dinero tanto en programas de conservación en campo abierto como en centros de cautiverio son una realidad, de forma que combinando estos esfuerzos es el modo de que el campo de la nutrición animal comparada pueda hacer una rápida y esencial contribución a la supervivencia de las especies tanto en cautividad como libre, una buena salud es imperativa para la reproducción, por lo que la nutrición es un pilar básico para la conservación (Dierenfeld 2008).

El proceso principal que enlaza los recursos del hábitat con la dinámica poblacional es la alimentación, el conocimiento de la demanda energética y nutricional de los animales en calidad y cantidad está relacionada con la digestibilidad de nutrientes, la cual no está bien caracterizada en felinos silvestres y es un factor clave en el manejo de hábitat a fin de satisfacer tales demandas en la mejor medida posible (Ojasti 2000, Vester et ál. 2008). Estas deben ser cubiertas a cabalidad para los animales silvestres que se encuentran en cautiverio,

ya que su alimentación depende totalmente de las personas. Por lo tanto, se trata que las dietas ofrecidas sean las apropiadas.

El impacto positivo de una nutrición adecuada en la salud está bien establecido en todos los animales. La mayoría, si no todas, las enfermedades y condiciones pueden ser afectados por la dieta (Delaney et ál. 2012). Una alimentación apropiada a lo largo de todas las etapas de la vida puede ayudar a evitar padecimientos asociados con la dieta, así como en el manejo de otros trastornos (AAHA 2010). Para saber si la dieta ofrecida es la propicia se pueden desarrollar diferentes herramientas en los centros de cautiverio, tales como la determinación del aprovechamiento de la dieta y su digestibilidad en cada especie animal.

Además, existen otros factores que son menos utilizados aún y que de igual forma permiten conocer el estado general en el que se encuentran los animales sin necesidad de anestesiarlos, ni generar una manipulación importante, este es el caso de la caracterización fecal, que permite identificar el estado normal de las heces de los animales, cantidad y apariencia relacionadas a la dieta que consumen.

De igual forma se encuentra la escala de condición corporal, la cual como menciona López (2006) es básicamente una escala para estimar la cantidad de tejido graso subcutáneo en ciertos puntos anatómicos, o el grado de pérdida de masa muscular en casos extremos de pérdida de peso, siendo este un indicador

de mucha importancia ya que es más estable que el peso del animal, el cual se puede ver afectado por nivel de ingesta y llenado.

Por lo tanto, éste busca determinar los parámetros nutricionales que poseen los animales en algunos de los centros de cautiverio de nuestro país, de forma que se cuente con información más exacta para las especies estudiadas sobre la digestibilidad de la dieta ofrecida, el tiempo que tarda ésta en atravesar el tracto gastrointestinal, y además evaluar la condición corporal, de forma que sean herramientas útiles, fáciles y no invasivas que se puedan utilizar en los centros de cautiverio, para conocer el estado general en el que se encuentran los animales.

II. MARCO TEÓRICO

1. Generalidades

Hace mucho tiempo, Leonardo da Vinci dijo, "incluso el más pequeño felino es una obra maestra", y para los que se sorprenden ante la maravilla que es un gato, no hay duda de que su declaración era notable por su simplicidad y su verdad. Los gatos son criaturas increíbles, únicas e interesantes en casi todas las formas imaginables. Son símbolos de poder, fuerza y valentía, además se les asocia con la fertilidad, la destrucción y la muerte. Su asociación con la vida y la muerte, ya que son mediadores entre el mundo de abajo y el mundo de arriba (Bozzoli 1979, Zoran 2002, Fernández et ál. 2012).

La familia Felidae se originó hace unos 35 millones de años; su representante conocido de mayor antigüedad es un pequeño mamífero de cuerpo alargado llamado *Proailurus*. Desde entonces los felinos no han sufrido cambios de importancia en su evolución genética. Esta familia se dividió en dos subfamilias: la *Machairodontinae* (con caninos dientes de sable), extinta hace unos 10 mil años y la *Felinae*, surgida a fines del *Mioceno* (aproximadamente 5,3 millones de años) (Fernández et ál. 2012).

Los felinos pertenecen al orden de los carnívoros, y actualmente se reconocen dos subfamilias Felinae y Pantherinae (Clavijo y Ramírez 2010). Estos animales se encuentran en todos los continentes, excepto la Antártida, la Isla de Madagascar y Oceanía (Fernández et ál. 2012), y están representados por 18 géneros con un tamaño que varía de mediano a grande incluidos en 36 especies

(Macdonald et ál. 2010); 12 especies de felinos silvestres son nativas del nuevo mundo, seis de las cuales habitan Costa Rica (Wainwright 2002).

Los representantes de este orden se alimentan de otros animales que suelen capturar por sí mismos, por lo tanto, son considerados los máximos predadores en todas las cadenas alimentarias (Fernández et ál. 2012). Además se caracterizan por ser los principales depredadores del Neotrópico. Asimismo, son muy ágiles cazando a sus presas principalmente por sorpresa. Tienen hocico corto y ojos que miran hacia adelante, lo que les permite visión estereoscópica extensa, por lo tanto tienen excelente percepción de la profundidad, que es importante para abalanzarse sobre su presa o moverse en los árboles (Wainwright 2002).

Los felinos también tienen una excelente visión nocturna; los gatos domésticos necesitan sólo el 17% de la cantidad de luz de la que tienen los humanos para distinguir objetos en la oscuridad. Al igual que muchos otros mamíferos nocturnos, los gatos poseen una capa reflectante detrás de la retina conocida como el *tapetum lucidum*, así como las retinas con más bastones (los receptores que trabajan en condiciones de poca luz), así como un menor número de conos en comparación con los del ser humano (Wainwright 2002).

Además, poseen un buen oído, visión binocular y pueden ver colores (Beck 2010). Tienen un sistema de percepción dicromático (dos tipos de conos), de forma que dentro del ámbito de colores no pueden ver el rojo, y una parte del espectro verde es indistinguible del blanco (Hugues et ál. 2008). Dentro de los colores que pueden distinguir se encuentran tonos verdosos, azul y celeste; no obstante, se cree que los gatos no pueden ver los colores con mucha definición y solamente pueden percibirlos a una distancia corta (Pino 2013). Los felinos en

cautividad pueden aprender a distinguir los colores, pero sólo después de un extenso entrenamiento, por lo que se cree que el color prácticamente carece de sentido en estado salvaje (Wainwright 2002).

Todos los miembros de la familia Felidae poseen la siguiente fórmula dental: I 3/3, C 1/1, P 2-3/2, M 1/1, con un promedio de 28 a 30 dientes. Los incisivos no son especializados; los caninos son largos y muy desarrollados, con el cuarto premolar superior y el primer molar inferior adaptados para desgarrar y rasgar la presa (solo las especies más predatoras conservan esta característica). Los felinos del género *Panthera* poseen una osificación incompleta del aparato hioideo, lo que les permite rugir y a la vez les limita el ronronear en la exhalación. Contrariamente, la completa osificación del aparato hioideo de los gatos del género *Felis* no permite que produzcan un verdadero rugido, pero sí ronronear (Beck 2010, Fernández et ál. 2012).

Los gatos también tienen un oído excelente. Pueden oír a frecuencias superiores a tres veces el límite superior humano (aunque su capacidad para escuchar sonidos agudos también descende con la edad). Esta habilidad les ayuda a detectar los sonidos ultrasónicos hechos por roedores, la presa básica de muchas especies. El ultrasonido no viaja muy lejos, por lo que las orejas grandes, giratorias son útiles como amplificadores (Wainwright 2002).

Los miembros pueden ser cortos, en algunas ocasiones delgados, las patas delanteras tienen cinco dedos (con pollex pequeño y por arriba de los otros dedos), y cuatro en las patas traseras, todos provistos con garras agudas y retráctiles excepto el guepardo (*Acinonyx jubatus*). Las patas están cubiertas de pelo y las plantas de consistencia acolchonada (Montes 2010).

Son digitígrados, las garras retráctiles generalmente se retiran al caminar, para mantenerlas afiladas para la presa, la captura o el trepar árboles. Por lo tanto, las marcas de garras casi nunca son visibles en las huellas de felinos. Esta característica distingue los rastros de felino de las huellas similares de algunos caninos, con excepción del zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*) (Wainwright 2002).

Para Costa Rica se han descrito seis especies de felinos pertenecientes a cuatro géneros diferentes: el jaguar (*Panthera onca*), manigordo (*Leopardus pardalis*), caucel (*L. wiedii*), tigrillo (*L. tigrinus*), puma (*Puma concolor*) y león breñero (*P. yagouaroundi*). Las primeras cuatro especies tienen manchas en el cuerpo, mientras que las últimas dos son de un solo color. Todas éstas están consideradas en peligro de extinción, principalmente por la destrucción de sus hábitats y por la cacería de que son objeto por ser consideradas especies dañinas en algunos casos (Carrillo y Sáenz 2002).

Entre algunos aspectos particulares de los felinos se encuentra el melanismo el cual se presenta en el jaguar (y en menor grado en el manigordo), que es la ocurrencia de una cantidad aumentada de pigmentación oscura (piel, ojos o pelo) en el organismo (Fernández et ál. 2012). Ese aumento eleva los niveles de melanina y da lugar a seres de color oscuro, con piel, plumas, pelo o escamas de color negro; básicamente, el melanismo es un desarrollo atípico en los pigmentos de determinados seres vivos en los que la piel, el pelaje y/o el apéndice de estos toma un color muy oscuro o negro (Pino 2012). Por ejemplo, la forma melánica es menos común que la forma manchada del jaguar (ocurre en un 6% de la población) como resultado de un alelo dominante. Jaguares con

melanismo parecen completamente negros, sin embargo, sus manchas son aún visibles si se observan con atención (Fernández et ál. 2012).

Puesto que los felinos son bastante uniformes en su diseño, el gradiente de tamaño puede reflejar una división exacta de los recursos alimentarios. En otras palabras, el tamaño de felino está directamente asociado con el tamaño de su alimento, por lo que pueden convivir sin competir. Por supuesto, esto es una simplificación, ya que hay muchos otros factores que influyen en la competencia. El tigrillo y yaguarundi de tamaño similar, por ejemplo, parece que difieren principalmente en el uso del hábitat (Wainwright 2002).

2. Historia natural de las especies del estudio

a) Jaguar (*Panthera onca*)

Posee una coloración de amarillo a amarillo rojizo con manchas negras, las cuales en el cuerpo se presentan en patrones circulares en forma de roseta, perteneciendo sólidas en la cabeza,



Fuente: ¹Pomareda 2014

cuello y en el vientre llegan a ser manchones siendo éste de color blanco. Con una longitud aproximada a los 110 a 160 cm (incluyendo la cola), su cola mide entre 45 a 55 cm, con una altura a los hombros de 75 cm. Los ojos tienen pupilas que se contraen verticalmente. Su cuerpo es musculoso, compacto con un cuello grueso, cola fina y larga. Su peso varía de los 70 a 100 kg. La dentadura consiste en 30 piezas dentarias adaptadas para cortar, desgarrar y triturar. Alcanzan una longevidad de poco más de 10 años, en cautiverio hasta 20; se tiene el registro de un espécimen que vivió hasta los 32 (Carrillo y Sáenz 2002, Jimenez y Jiménez 2009, Montes 2010, Fernández et ál. 2012).

Pueden ser localizados en altitudes desde el nivel del mar hasta los 3819msnm. Son animales solitarios. Pueden rugir, pero más comúnmente gruñen, aúllan y hasta maúllan. Marcan su territorio con orina, heces y con arañazos en los árboles. Los jaguares tienen un papel fundamental en la dinámica de los ecosistemas, pues influyen en la evolución de las especies presa y constituyen un factor amortiguador del incremento de sus poblaciones (Elizondo 1999, Jimenez y

¹ POMAREDA E. 2014. Comunicación personal. Bióloga regente del Centro de Rescate Las Pumas.

Jiménez 2009, Beck 2010, Montes 2010). Algunos de los parámetros biológicos se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Parámetros biológicos de *Panthera onca*.

Parámetro	Detalle
Madurez sexual	2 - 3 años hembras / 3 – 4 años machos
Longitud del estro	4 - 6 días
Longitud del ciclo	37 días
Gestación	92 – 113 días
Peso al nacer	700 – 900 gramos
Tiempo de lactancia	5 – 6 meses
Numero de crías	1 – 5, generalmente 2 – 3
Apertura de ojos	2 semanas
Permanencia con la madre	1,5 – 2 años

Fuente: Adaptado de Beck (2010), Jimenez y Jiménez (2009)

Es un felino que caza tanto de día como de noche, dependiendo de la presa que esté cazando, atrapa su presa en el suelo y pasa alrededor del 50% del tiempo de cacería; por lo que puede cubrir una distancia de tres o cuatro km al día. Posee una de las mandíbulas más poderosas entre los felinos, mata a su presa mordándole la cabeza o quebrando su espina dorsal (Elizondo 1999, Beck 2010, Fernández et ál. 2012).

Cuando tienen un mes de edad, los cachorros comienzan a incluir carne en su dieta, y a los tres meses su alimentación es exclusivamente carnívora. Son los carnívoros terrestres de mayor tamaño en el Neotrópico y su alimentación en vida libre incluye más de 85 especies de animales (Cuadro 2) (Elizondo 1999, Beck 2010, Fernández et ál. 2012).

Cuadro 2. Algunas de las presas de *Panthera onca* en Costa Rica.

Nombre común	Nombre científico
Mono carablanca	<i>Cebus imitator</i>
Mono congo	<i>Alouatta palliata</i>
Mono colorado	<i>Ateles geoffroyi</i>
Mono ardilla o tití	<i>Saimiri oerstedii</i>
Guatusa	<i>Dasyprocta punctata</i>
Armadillo	<i>Dasytus novemcinctus</i>
Oso colmenero	<i>Tamandua mexicana</i>
Saíno	<i>Pecari tajacu</i>
Cariblanco	<i>Tayassu pecari</i>
Manigordo	<i>Leopardus pardalis</i>
Pavone	<i>Crax rubra</i>
Venado colablanca	<i>Odocoileus virginianus</i>
Cabro de monte	<i>Mazama temama</i>
Tortuga lora	<i>Lepidochelys olivacea</i>
Boa ó béquer	<i>Boa constrictor</i>
Perezoso o perica ligera	<i>Choloepus hoffmanni</i> <i>Bradypus variegatus</i>
Iguana	<i>Iguana iguana</i>

Fuente: Adaptado de Elizondo (1999), Rodríguez-Herrera et ál. (2014)



b) Manigordo (*Leopardus pardalis*)

En cuanto a la coloración, su parte dorsal varía de café arenoso hasta amarillo pálido, con un patrón de rosetas negras y centro de color café, en la parte ventral tiene manchas negras. Posee líneas de color negro en la cara y en las mejillas, en sus orejas tienen una mancha blanca característica. La longitud de la cabeza a cuerpo es de 64 a 83,8 cm, su cola mide de 26 a 42 cm. Es de tamaño mediano, cabeza pequeña, cola fuerte y relativamente corta. Las patas delanteras son más anchas que las traseras. El peso que puede alcanzar es de siete a 20 kg. Puede vivir hasta los 20 años de

edad en cautiverio (Elizondo 1999, Jimenez y Jiménez 2009, Montes 2010, Fernández et ál. 2012).

Tiene una distribución desde el nivel del mar hasta los 3800 msnm. Estos felinos tienen un comportamiento territorial al marcar troncos con garras, orinar o defecar en ciertos sitios (denominados letrinas) que son utilizados con frecuencia. Es nocturno y crepuscular; pasa la mayor parte del día durmiendo en las ramas de los árboles o escondidos entre la vegetación. Por la noche permanece la mayor parte del tiempo en el suelo caminando y cazando. Pueden recorrer diariamente entre dos y ocho km. Son solitarios, aunque se les encuentra frecuentemente en parejas (Elizondo 1999, Wainwright 2002, Jimenez y Jiménez 2009, Beck 2010, Montes 2010, Fernández et ál. 2012). El Cuadro 3 presenta algunos de parámetros de la especie.

Cuadro 3. Parámetros biológicos de *Leopardus pardalis*.

Parámetro	Detalle
Madurez sexual	20 – 24 meses
Longitud del estro	3 – 10 días
Longitud de preñez	77 – 86 días
Intervalo entre partos	1,5 – 2 años
Peso al nacer	85 – 95 gramos
Tiempo de lactancia	10 – 12 semanas
Numero de crías	1 – 2
Destete	106 días
Peso al destete	3,4 kg
Permanencia con la madre	2 años

Fuente: Adaptado de Beck (2010).

Cazan cualquier vertebrado que puedan manipular, así que se alimentan de mamíferos pequeños, aves, insectos y serpientes. La gran cantidad de especies que consume sugiere que es un depredador oportunista, ya que caza presas de

tamaño pequeño que sean más abundantes (Elizondo 1999, Beck 2010, Fernández et ál. 2012). En el Cuadro 4 se indican algunas presas comunes.

Cuadro 4. Algunas de las presas de *Leopardus pardalis* en Costa Rica.

Nombre común	Nombre científico
Rata de monte	<i>Proechimys semispinosus</i>
Zorro pelón	<i>Didelphis marsupialis</i>
Zorricí	<i>Marmosa sp</i>
Murciélago	<i>Lonchophylla sp</i>
	<i>Heteromys desmarestianus,</i>
Ratón de monte	<i>Tylomys watsoni</i>
	<i>Zygodontomys brevicauda</i>
Guatuza	<i>Dasyprocta punctata</i>
Martilla	<i>Potos flavus</i>
Iguana	<i>Iguana iguana</i>
Pava granadera	<i>Penelope purpurecens</i>

Fuente: Adaptado de Elizondo (1999).

c) Causel (*Leopardus wiedii*)



La coloración del cuerpo es entre café y gris mate con manchas negras abiertas y bordeadas por una línea negra; esta coloración la

adquiere entre los nueve y diez meses. Las orejas son negras con una mancha dorsal blanca. Las manchas del cuerpo se transforman en cuatro líneas en la frente y nuca. La longitud de cabeza a cuerpo varía entre los 49 y 73,7 cm (Beck 2010, Montes 2010).

La cola es proporcionalmente más larga que la mayoría de los otros gatos, y por lo tanto puede ser más eficaz como una herramienta de balance o como un contrapeso para que salte de las ramas; puede medir entre 33 y 53,3 cm. Son

animales pequeños, similares a los manigordos, delgados. Alcanzan un peso de 2,6 a 5 kg. Pueden alcanzar una longevidad de 13 años, en cautiverio hasta 21 (Krakauer 2002, Montes 2010).

Saltan verticalmente 2,5 m en un solo salto; sus tobillos traseros son extraordinariamente flexibles, gracias a una disposición peculiar de sus huesos metatarsianos, que le permite girar las patas traseras 180° hacia el interior, de forma que pueda agarrar ramas de los árboles con firmeza, incluso cuando desciende troncos de cabeza (Wainwright 2002, Beck 2010).

Se localizan desde el nivel del mar hasta los 3300 msnm. Su vocalización consiste en diversos silbidos, gruñidos, maullidos, gemidos y ronroneos. Son principalmente nocturnos y solitarios, aunque en ocasiones se observan en parejas (Elizondo 1999, Wainwright 2002, Montes 2010). En el Cuadro 5 se muestran algunos parámetros.

Cuadro 5. Parámetros biológicos de *Leopardus wiedii*.

Parámetro	Detalle
Madurez sexual	2 años
Duración del estro	7 – 13 días
Duración del ciclo estral	25 – 32 días
Duración de la gestación	76 – 84 días
Peso al nacer	163 g macho/ 170 g hembra
Tiempo de lactancia	52 días
Numero de crías	2 – 4

Fuente: Adaptado de Beck (2010)

Son los felinos más arborícolas del Neotrópico. Se alimentan de pequeños mamíferos como roedores, aves, lagartijas e insectos, con un kilogramo de tamaño medio en sus presas (Beck 2010, Payan et ál. 2008).

3. Tracto gastrointestinal del gato

La digestión comprende una serie de procesos en el tracto gastrointestinal, mediante los cuales los alimentos son degradados a partículas más pequeñas y por último solubilizados para que sea posible la absorción (Maynard et ál. 1981). Desde el punto de vista morfológico y fisiológico, los gatos domésticos son carnívoros muy especializados (carnívoros estrictos), como lo demuestran su dentición, necesidades nutricionales y capacidades gustativas (Bradshaw 2006). Los elementos del sistema digestivo son la boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado, intestino grueso, recto y glándulas accesorias (Frandsen et ál. 2003).

La boca es donde se produce la ingestión de los alimentos, ayudado por los dientes y la lengua. Los carnívoros tienen una abertura amplia de la boca con relación al tamaño de su cabeza, esto confiere las ventajas obvias para desarrollar las fuerzas necesarias para agarrar, matar y descuartizar la presa, la musculatura facial se reduce puesto que estos músculos obstaculizarían una apertura amplia de la boca, y no participan en el proceso de deglución animal. Los gatos aseguran el alimento con sus miembros delanteros, pero el movimiento de la cabeza y mandíbulas permiten la ingestión (Maynard et ál. 1981, Carson 2014, Mills 2014).

Las funciones de la boca principalmente son sujetar, e ingerir los alimentos, desmenuzarlos (moler) en forma mecánica, y mezclar con la saliva; aquí se produce la digestión mecánica. La saliva producida por las glándulas salivares, ubicadas en la cercanía a la boca, sirve para humedecer y lubricar el alimento, además ayudan a las papilas gustativas (distribuidas a lo largo del dorso de la

lengua) a sentir el gusto de la comida. En el gato, el sentido del gusto, excepto la percepción del sabor dulce, es mediado por papilas gustativas localizadas principalmente en la base de la lengua. Sus preferencias están relacionadas con su capacidad de discriminación gustativa entre los aminoácidos y los péptidos. En la boca de los carnívoros se distingue su lengua áspera, con múltiples papilas filiformes o fungiformes que le permiten al gato beber líquidos y raspar la carne de los huesos, la lengua de un gato adulto posee aproximadamente 250 papilas fungiformes (Maynard et ál. 1981, Ojima et ál. 1997, Zaghini y Biagi 2005, Zentek y Freiche 2009, Carson 2014).

La faringe es el conducto común para los alimentos y el aire. El esófago es un tubo muscular extendido desde la faringe, que transporta el alimento desde la boca hasta el estómago. En un gato de 4 a 5 kg de peso, su longitud media es de 22-23 cm. El segmento cervical del esófago constituye aproximadamente un tercio de la longitud total y el segmento torácico alrededor de dos tercios (el segmento abdominal es muy corto en el gato). La contracción coordinada de la musculatura esofágica longitudinal y circular es importante para el transporte peristáltico del bolo alimenticio a través del esófago. Las glándulas esofágicas producen una secreción mucosa que ayuda a lubricar el bolo alimenticio. Los gatos son capaces de deglutir grandes porciones de alimento o presas enteras, sin embargo, las cápsulas o comprimidos pueden tardar mucho en atravesar el esófago o quedan retenidas por su diámetro o estructura superficial (Hegner y Vollmerhaus 1996, Graham et ál. 2000, Frandson et ál. 2003, Zentek y Freiche 2009).

El estómago es capaz de albergar presas voluminosas o gran cantidad de alimento, se subdivide en varias regiones anatómicas y funcionales, el cardias es

la unión del esófago con el estómago; mientras que el fundus, el cuerpo y el antro constituyen la parte central, y el píloro es la zona de transición hacia el duodeno. Normalmente mediante el vaciado gástrico se libera el contenido estomacal hacia el intestino delgado a una velocidad que permite la absorción intestinal óptima de nutrientes. El tejido muscular del píloro regula el transporte de los alimentos hacia el duodeno, además impide el reflujo del contenido duodenal y de la bilis hacia la luz estomacal. El estómago actúa como un almacenamiento temporal y la instalación de procesamiento antes de vaciar su contenido en el intestino delgado. (Frandsen et ál. 2003, Wyse et ál. 2003, Zentek y Freiche 2009).

Las células endocrinas G se distribuyen de forma difusa en la zona basal de la mucosa y producen gastrina, estimulante principal de la secreción gástrica como respuesta a la ingestión de alimento. En el estómago, se inicia la digestión de las proteínas mediante el ácido clorhídrico secretado por las células oxínticas y la pepsina, secretada en forma de pepsinógeno por las células principales. Las primeras etapas de la digestión tienen lugar en el estómago, donde la pepsina y lipasa ayuda en la digestión de proteínas y grasas respectivamente (Cerny et ál. 1991, Beitz et al 2006, Zentek y Freiche 2009).

El intestino de los carnívoros alcanza de tres a cuatro veces la longitud corporal, siendo considerablemente más corto que el de los herbívoros, donde llega a tener una longitud 25 veces mayor que la longitud corporal. Se analizó el intestino de un jaguar, y probablemente debido a su condición de carnívoro estricto, la longitud total del intestino en el espécimen analizado alcanzó únicamente 2,9 veces la longitud corporal; en el caso de un manigordo, la longitud

total del intestino en el espécimen alcanzó 2,65 veces la longitud corporal (Mayor y López 2014).

El intestino delgado se sitúa entre el píloro y el orificio ileal. Desde el punto de vista histológico, el intestino delgado está dividido en duodeno, yeyuno e íleon. Las secreciones biliares y pancreáticas llegan al duodeno a través del conducto biliar común y son necesarias para la solubilización de las grasas y la digestión enzimática del contenido intestinal. La estructura de la mucosa del intestino delgado se caracteriza por una monocapa epitelial que recubre las criptas y las microvellosidades. Los enterocitos dedicados a la absorción tienen una alta densidad de microvellosidades, lo que aumenta sustancialmente la superficie intestinal para la absorción. Las glándulas duodenales se sitúan caudales al píloro y producen una secreción mucosa con mucosacáridos neutros, azufrados y carboxilados (Zentek y Freiche 2009, Mayor y López 2014).

El ciego, el colon y el recto constituyen las tres partes del intestino grueso, donde se produce la fermentación de la materia orgánica no digerida y donde se absorben líquidos, minerales y metabolitos bacterianos. Debido a la naturaleza carnívora del gato, el intestino grueso es pequeño, probablemente porque no hubo necesidad evolutiva para desarrollar un gran espacio de fermentación (Zentek y Freiche 2009).

El ciego es la porción más inconstante del intestino grueso, es corto y tiene forma de coma, los mamíferos carnívoros puros presentan un ciego pequeño en relación al tamaño del intestino grueso, o incluso puede estar ausente. En el caso del colon es muy sencillo, está formado por el colon ascendente muy corto, el

colon transverso, y el colon descendente, que es más largo y llega hasta la entrada de la cavidad pélvica. El recto está situado en la cavidad pélvica y finaliza en el canal anal (Mayor y López 2014).

El intestino grueso no presenta microvellosidades y su morfología superficial difiere considerablemente de la del intestino delgado; el intestino grueso de los gatos se caracteriza por la existencia de flora microbiana muy densa con una gran actividad metabólica, además las criptas de Lieberkuhn contienen células de absorción y secretoras (Zentek y Freiche 2009).

Según Mayor y López (2014), en los carnívoros los lóbulos hepáticos se encuentran separados por profundas incisuras o fisuras interlobulares. En los felinos, las fisuras están especialmente marcadas, lo que permite el deslizamiento de los lóbulos entre sí durante los amplios movimientos de extensión y flexión del tronco.

Al conocer las partes que conforman el tracto intestinal de un carnívoro se puede generar supuestos de cómo se llevan a cabo parte de los procesos nutricionales, para una mayor entendimiento se debe conocer también el funcionamiento metabólico específico de los carnívoros estrictos.

4. Nutrición del gato

Los animales en cautiverio dependen en su totalidad de las personas que las atienden, las observaciones del cuidador son importantes para la preparación de las dietas. Esta debe realizarse sobre la base de condición corporal, cambios de hábito, reproducción y crecimiento (Montes 2010). Los nutricionistas de animales de zoológico comúnmente usan esta información para la formulación de dietas para felinos cautivos (Allen et ál. 1995). A nivel mundial, el manejo alimenticio de felinos silvestres se ha determinado a través de la extrapolación del modelo del gato doméstico (Vester et ál. 2008). En el caso de los felinos silvestres, se considera que, independientemente del tamaño, este modelo parece ser el más apropiado ya que los estudios controlados con felinos en zoológicos son difíciles de llevar a cabo, debido a la dificultad de su manipulación y la cantidad de animales disponibles por centro de cautiverio (Allen et ál. 1995).

Los gatos son carnívoros estrictos que dependen de los nutrientes que consumen en los tejidos animales para satisfacer sus necesidades nutricionales específicas (Zoran 2002). Por lo tanto muestran varias restricciones nutricionales, como lo son una reducida capacidad de regular el descenso en el catabolismo de aminoácidos y la baja capacidad de sintetizar niacina, taurina y arginina (Bosch y Hendricks 2014). La función principal de una dieta para felino es proporcionar nutrientes para satisfacer estas necesidades metabólicas únicas (Kerr et ál. 2008). Por lo tanto, las restricciones nutricionales específicas de los felinos se deben de considerar cuando se formulan y revisan dietas para ellos.

Dentro de las restricciones nutricionales que presentan los felinos, se encuentran las siguientes:

a) Capacidad mínima de aprovechamiento de carbohidratos

Aunque los gatos pueden usar carbohidratos como fuente de energía metabólica, tienen una capacidad limitada para prescindir de la utilización de proteínas mediante el uso carbohidratos en su lugar (Zoran 2002). En el gato, la gluconeogénesis se da a partir de los aminoácidos consumidos, y este proceso metabólico no se reduce aunque la ingesta proteica sea insuficiente (Lutz 2009).

La glucoquinasa es la enzima encargada de la fosforilación de la glucosa en la glicólisis cuando esta es abundante, siendo su papel suministrar glucosa 6-fosfato para la síntesis de glucógeno y la formación de ácidos grasos (Berg et ál. 2008). Sin embargo, la regulación de la actividad de la glucoquinasa hepática en el gato parece ser diferente a la de otras especies, ya que la actividad de la enzima es muy débil (Lutz 2009). Debido a su baja actividad, el metabolismo de la fructosa, que contribuye a la regulación de la glucosa en la mayoría de las especies, es deficiente en el felino (Osorio y Cañas 2012).

Además el hígado en los gatos no contiene fructoquinasa, una enzima necesaria para el metabolismo de azúcares simples (Zoran 2002). El gato presenta una reducida actividad de la glucógeno sintetasa, encargada de la conversión de la glucosa a glucógeno como reserva hepática (Osorio y Cañas 2012). Como resultado, los gatos tienen una capacidad limitada para minimizar la hiperglucemia rápidamente a partir de una gran carga dietética de glucosa (Zoran

2002). Sin embargo, de acuerdo con Zentek y Freiche (2008) el gato adulto puede asimilar algunas cantidades de almidón.

b) Requerimiento de alimentos altos en proteínas con cantidades moderadas de grasa

Debido a la rigurosa dieta de tejido animal, los felinos se adaptaron para un mayor metabolismo de las proteínas y una menor utilización de carbohidratos que los omnívoros (Zoran 2002). El requerimiento de proteína para gatos adultos en mantenimiento es alrededor de dos o tres veces más alto que en animales adultos no carnívoros; este alto requerimiento de proteína puede ser por: 1) un más alto requerimiento por uno o más aminoácidos esenciales; 2) un elevado requerimiento de nitrógeno (Morris 2001).

Como los gatos no hacen ningún control de las actividades de las enzimas de degradación de aminoácidos en general, se mantiene que otros mecanismos deben permitir que los gatos metabolicen el consumo elevado de proteínas, así que cuando los gatos consumen una mayor ingesta de proteína, las concentraciones de aminoácidos elevadas aumentan las tasas de su degradación en mayor medida que en los herbívoros y omnívoros, debido a las altas actividades enzimáticas. Los gatos también son capaces de aumentar o disminuir la actividad metabólica de las enzimas en el ciclo de la urea (Park et ál. 1999, Ribeiro y Dias 2010).

c) Taurina

El requisito dietético de taurina varía con fibra dietética, la digestibilidad y la calidad de la proteína, el tipo y la composición de la dieta. Es un aminoácido azufrado, el cual es sintetizado a partir de metionina y cisteína, pero las enzimas implicadas en su síntesis: la cisteína dioxygenasa y la cisteína ácido sulfónico descarboxilasa, son precarias en el gato, lo que indica que la síntesis de estos dos aminoácidos, también es reducida. La taurina es esencial para la visión, la función del músculo cardíaco, y el funcionamiento adecuado de los sistemas nervioso, reproductivo e inmunológico. Por otra parte, desarrolla un papel importante en la conjugación de los ácidos biliares, uniéndose a ellos para emulsificar los lípidos a nivel intestinal y con ello, su digestión (Zoran 2002, Kerr et ál. 2010a, Osorio y Cañas 2012).

d) Metionina y Cisteína

Aunque hay numerosas explicaciones para el aumento en los requerimientos de estos aminoácidos, la razón principal es que la metionina y la cisteína son aminoácidos sulfurados gluconeogénicos en gatos, de forma que son catabolizados a piruvato y posteriormente oxidados para proporcionar energía. Por otro lado, su síntesis se ve limitada por la baja actividad de las enzimas que intervienen en este proceso (glucolito 3-fosfoglicerato)(Zoran 2002, Osorio y Cañas 2012). Además, la metionina y la cisteína son los principales donantes del radical metilo, esencial para la producción de numerosos metabolitos como el glutatión, que es también un antioxidante importante que neutraliza los radicales libres (Goy-Thollot y Elliot 2010).

La cisteína es importante para el crecimiento del pelaje y para proporcionar felinina, un aminoácido azufrado encontrado en la orina de los gatos, y puede ser importante para el olor de marcado (Zoran 2002, Ribeiro y Dias 2010).

e) Arginina

Cuando se reduce el nitrógeno de la dieta, el felino tiene una capacidad limitada para regular las transaminasas y enzimas del ciclo de la urea, de tal manera que las pérdidas de nitrógeno se mantienen elevadas. La arginina es un componente clave del ciclo de la urea, esto permite que el amoniaco producido por la ingesta de proteínas se biotransforme en urea para la excreción. Debido a su alta sensibilidad a la deficiencia de arginina, se produce una rápida elevación de los niveles de amoniaco en sangre y consecuentemente toxicidad. Estas peculiaridades metabólicas del gato parecen ser adaptaciones a una dieta que es consistentemente alta en proteínas (Bush et ál. 1998, Ribeiro y Dias 2010).

Su deficiencia se debe a la incapacidad del organismo de sintetizar la ornitina, un precursor de la arginina (Osorio y Cañas 2012), debido a la baja actividad de la enzima pirolina-5-carboxilato sintetasa (P5C sintetasa) en la mucosa intestinal, la cual es requerida para la producción de glutamil- γ -semialdehído, el inmediato precursor para la síntesis de glutamato a ornitina (Morris 1985).

f) Ácido araquidónico

Paralelamente, los gatos no son capaces de sintetizar ácido araquidónico a partir de linoleico, por lo que hay una necesidad de recibir, además de ácido

linoleico y ácido linolénico, ácido araquidónico a través de la dieta (Ribeiro y Diaz 2010). Esto debido a la limitada capacidad del gato a sintetizar araquinodato de linolato y probablemente eicopentatonato y dexosahexapentonato de α -linolenato (Morris 2002). Esto porque no muestran actividad de la enzima delta-6 desaturasa y delta-5 desaturasa (Trevizan y Kessler 2009). El ácido araquidónico es necesario para el mantenimiento de las membranas celulares e integridad de los tejidos, se encuentra en grasas de origen animal (Goy-Thollot y Elliot 2010).

g) Vitamina A

Los felinos también necesitan vitamina A preformada en sus dietas porque no pueden convertir los precursores de las plantas como el beta caroteno a retinol (Bush et ál. 1998). Según Goy-Thollot y Elliot (2010) los gatos carecen de las enzimas intestinales (dioxigenasas) que dividen la molécula de β -caroteno para dar lugar al aldehído de la vitamina A (retinal). Probablemente los carnívoros perdieron la eficiencia de la utilización de los beta carotenos por retinol durante su evolución ya que las dietas de tejidos de vertebrados contienen altas concentraciones de vitamina A y bajas concentraciones de carotenos. Los requerimientos de vitamina A son satisfechos por el consumo de la presa entera incluyendo las vísceras (Green y Fascetti 2008).

h) Triptofano

El grado de conversión de triptofano en ácido nicotínico está determinado por el α -amino- β -carboximuconico- ϵ -semialdehído, un intermediario en la vía del metabolismo del triptofano, la picolínico-carboxilasa es la enzima que cataliza el primer paso de la vía de degradación a acetil CoA y CO₂ en las especies. Los gatos poseen todas las enzimas de la vía de la síntesis de niacina, pero la actividad de la picolínico-carboxilasa es extremadamente alta, lo que impide cualquier síntesis medible de ácido nicotínico (Morris 2002).

i) Niacina

Una fuente dietética de niacina también es esencial, ya que en los felinos la conversión de triptofano a niacina no ocurre. Esto tiene pocas consecuencias en vida salvaje debido a que las presas enteras son fuentes ricas en niacina (Bush et ál. 1998).

Los requisitos absolutos de niacina de los gatos son ejemplos de actividades de alta de enzimas que reducen la disponibilidad de los precursores requeridos para la síntesis de las vitaminas (Morris 2002).

Fibra en felinos

Entre las categorías de nutrientes, las fibras dietéticas han cobrado un renovado interés en la industria de alimentos para mascotas, ya que desempeñan un papel importante en la modulación en el movimiento intestinal, que influyen en la función inmune y el perfil de la microbiota intestinal, así como a la dilución de la

densidad calórica, lo que contribuye a la pérdida de peso e, indirectamente, mejorar la incidencia de la obesidad y la diabetes mellitus en la población de mascotas (Godoy et ál. 2013). Las concentraciones moderadas o altas de fibra en la dieta puede reducir la ingesta de alimentos y ayudar a mejorar la regulación del apetito, dependiendo de la fermentación y de la viscosidad característica de las fuentes de fibras dietéticas pues, la fibra puede retrasar el vaciado gástrico, disminuir el tiempo de tránsito intestinal y la digestibilidad total de nutrientes (Fahey et ál. 2004). También puede ser un importante sustrato para la producción de ácidos grasos de cadena corta en el colon, siendo una fuente de energía indispensable para los colonocitos, además estimula el flujo sanguíneo, la motilidad del colon y disminuye el crecimiento de la microbiota patogénica (Despauw et ál. 2011). El uso de fibra dietética derivada de las plantas en los alimentos comercialmente preparados para felinos ha aumentado en los últimos años (Fahey et ál. 2004).

En la naturaleza, por lo general el consumo de fibra vegetal es muy bajo o despreciable en la mayoría de los felinos (Despauw et ál. 2011). Por otro lado, los alimentos consumidos por los felinos salvajes contiene cantidades considerables de tejido animal con componentes no digeribles como los huesos, tendones, piel, pelo y plumas que entran en el intestino grueso y son posibles sustratos para la fermentación (Despauw et ál. 2012). Los grandes felinos silvestres pueden adaptarse mejor a una dieta con poca fibra fermentable, una fuente de proteína más digerible, o de menos colágeno dietético (Vester et ál. 2010). Ya que se espera que la fermentación en el intestino grueso aumente en asociación con un contenido superior de tejido conjuntivo dietético (Despauw et ál. 2011).

Así como afirma Kerr (2010), del comportamiento metabólico de los nutrientes se puede realizar la predicción del uso del alimento en el sistema, ya que se presume una eficiencia de los procesos de síntesis. Aunque todos los detalles sobre el metabolismo de los nutrientes de los felinos silvestres aún no están claros, y se necesita más investigación, la información disponible obtenida a partir de los gatos domésticos es un recurso importante en la formulación de las dietas de otras especies de felinos.

5. Alimentación en cautiverio

A pesar de que todos los gatos son carnívoros, la dieta de cada especie en su hábitat natural varía según la ubicación geográfica. El tamaño, hábitos alimenticios, clima y niveles de actividad pueden influir en el gasto de energía en las especies de carnívoros (Allen et ál. 1995).

Es una práctica común alimentar a todos los felinos con una dieta única en una institución; en muchos casos son alimentados con una dieta a base de carne cruda que puede consistir en carne de vaca, caballo, mezclas balanceadas a base de carne o cualquier otra fuente de proteína animal como principal componente de la dieta. Por otra parte, puede haber variaciones en dietas completas de carne cruda, varias fuentes de carne sin suplementar o presa entera (Vester et ál. 2008; Vester et ál. 2010). Cuando se alimenta con una dieta basada en presas, el animal ingiere proteínas y grasa del músculo, vitaminas de los órganos y contenido intestinal, minerales de los huesos y un equivalente de fibra de la piel, plumas, dientes, contenido intestinal (Dierenfeld 2008).

De manera más específica, las dietas ofrecidas en Costa Rica pueden constar de carcazas y/o músculo esquelético de res, caballo y productos o subproductos de pollo (menudos de pollo, pollo o gallina ponedora entera); todas estas fuentes pueden estar o no suplementadas con vitaminas o minerales. También se utilizan animales de bioterio como presas vivas o aturdidas entre las que se encuentran conejos, cuilos, ratas, ratones y gallinas. En su gran mayoría, las necesidades nutricionales de los félidos en los centros de tenencia pueden alcanzarse con dietas basadas en carne pero correctamente suplementadas (Dierenfeld 2008). Sin embargo una misma dieta no puede ser adecuada para cada especie de felino (Vester et ál. 2010).

Además de la variedad de opciones que se desarrollan entre los diferentes centros de tenencia en cautiverio, Howard et ál. (1998) mencionan que el análisis de algunas dietas ofrecidas a los felinos se revelan inadecuadas cantidades de vitaminas esenciales y minerales, particularmente calcio y vitamina A. Es importante recordar que la composición de un tejido específico del animal difiere de la del todo el cuerpo (Bush et ál. 1998). Tomando esto en cuenta, se puede observar que conocer la composición del alimento que se está ofreciendo es vital para satisfacer las necesidades de los animales adecuadamente.

En gatos, el principal problema de las dietas en el pasado estaba en alimentar con demasiado tejido animal, de forma que los gatos alimentados principalmente con carne roja recibían un inadecuado equilibrio de calcio y fósforo, y desarrollaban un trastorno óseo conocido como hiperparatiroidismo secundario nutricional. Las enfermedades nutricionales relacionadas con la dieta incluyen

desequilibrios de nutrientes, excesos o deficiencias e intoxicaciones con productos químicos y/o microbiológicos (Buffington 2006).

Asimismo, los carnívoros en cautiverio se ven afectados por varios problemas ligados a la dieta, dentro de los que se incluyen: heces poco consistentes (exceso de carbohidratos), afecciones en dientes, encías y huesos (deficiencias minerales o falta de material abrasivo), obesidad (escaso ejercicio y/o comidas hipercalóricas) y síndrome urinario felino; además los balances inadecuados en calcio y fósforo también pueden provocar debilidad en dientes y huesos, osteomalacia y/o raquitismo; recordando que todas las dietas a base de carne predisponen a esta condición, ya que son bajas en calcio y altas en fósforo (Dierenfeld 2008). Asimismo, Bond y Lindburg (1990) mencionan que aunque la composición nutricional de la dieta es una consideración importante la textura de los alimentos también deben ser examinados, pues la dieta ha de cumplir la necesidad de ejercer los dientes y aparato masticatorio, a falta de esto los animales pueden sufrir caries, patologías dentales, atrofia muscular y mala salud (por problemas en consumo).

De forma que dentro de las recomendaciones implementadas para una adecuada suplementación de las dietas de felinos, Dierenfeld (2008) establece que se debería conseguir un balance dietético de Ca:P de 1:1 a 2:1, para duplicar el nivel hallado en la presa de los vertebrados. Si no se pueden proporcionar presas completas y la carne (músculo) es la dieta habitual, se debería incluir un hueso (aproximadamente el 20% el peso total de la carne más el músculo), y en casos donde los animales no consumen el hueso, se debe añadir un suplemento

de calcio a la carne; además se puede añadir hígado fresco a la mezcla de calcio y carne, para aportar vitaminas A y D, o aceite de hígado de bacalao u otro de pescado que contenga entre 8000 y 10000 UI/g de vitamina A, y un suplemento de 400 UI/g de vitamina D puede sustituir al hígado.

6. Digestibilidad

La digestibilidad es la base fundamental de todos los sistemas de evaluación de los alimentos; por definición, es la fracción de los alimentos consumidos que desaparece a medida que pasa a través del tracto gastrointestinal (Harmon 2007). Es una forma de medir el aprovechamiento de un alimento, es decir, la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición. La digestibilidad es uno de parámetros utilizados para medir el valor nutricional de los distintos insumos destinados a alimentación, debido a que no basta que la proteína u otro elemento se encuentre en altos porcentajes en el alimento, sino que debe ser digerible para que pueda ser asimilado y por consecuencia, aprovechado por el organismo que lo ingiere (Manríquez 2014).

Además, es uno de los indicadores más utilizados para determinar la calidad de las proteínas debido a que no todas son digeridas, absorbidas y utilizadas en la misma medida (Malca et ál. 2006). Las diferencias en digestibilidad pueden deberse a factores inherentes a la naturaleza de las proteínas alimentarias o a la presencia de componentes no proteicos con influencia en la digestión. De

forma tal que el parámetro de digestibilidad de la dieta puede ser afectado por una gran cantidad de variables.

La digestibilidad de las dietas crudas con la que comúnmente se alimenta en los centros de cautiverio generalmente no están bien definidas. Esto sin tomar en cuenta las diferencias individuales que se presentan en cada especie. Aunque algunos estudios de digestibilidad han sido conducidos utilizando felinos silvestres, muchos fueron extrapolados de trabajos con felinos domésticos; sin embargo, las dietas pueden ser digeridas de manera diferente (Crissey et ál. 1997). Los ensayos de digestibilidad en felinos exóticos en cautiverio son difíciles de realizar debido a las condiciones de los centro de tenencia, dentro de las que se encuentran las pequeñas poblaciones, alta variación de las dietas, y las condiciones de alojamiento (Kerr et ál. 2010b).

Existen algunos estudios relativos a determinación de digestibilidad en felinos silvestres. Allen et ál. (1995), cuantificaron la eficiencia digestiva y la digestibilidad del consumo de energía en panteras nebulosas (*Neofelis nebulosa*, n=9), guepardos (*Acinonyx jubatus*, n=6), tigres de Sumatra (*Panthera tigris sumatrae*, n=4), tigres de Bengala (*P. tigris tigris*, n=2), tigres Siberianos (*P. tigris altaica*, n=2) y leones (*Panthera leo*, n=4). La digestibilidad aparente de la dieta fue de 93 – 94 %, y no presentó diferencia entre especie o subespecie.

Por otra parte, Crissey et ál. (1997) evaluaron diferencias en la digestibilidad con dos dietas a (base de carne de res cruda y croquetas secas balanceadas), para gatos de las arenas (*Felis margarita*, n=8), obteniendo

digestibilidades para materia seca, energía y proteína cruda de $83.5\pm 4.8\%$, $92.4\pm 5.2\%$ y $92.4\pm 5.3\%$ para la dieta cruda y de $72.7\pm 12.3\%$, $76.8\pm 14.5\%$ y $77.9\pm 13.5\%$ para la dieta en croquetas respectivamente.

De modo similar, Vester et ál. (2008), probaron las diferencias en la digestibilidad de cinco especies de felinos silvestres: lince rojo (*Lynx rufus*, n=2), jaguares (*Panthera onca*, n=4), guepardos (*Acinonyx jubatus*, n=5), tigres de Indochina (*Panthera tigris corbetti*, n=4) y tigres Siberianos (*P. tigris altaica*, n=5). Se obtuvo que la digestibilidad aparente de materia seca, materia orgánica, y proteína no fueron diferentes entre especies, pero la digestibilidad de grasa fue mayor en el tigre siberiano, tigre de indochina y lince (96%) comparado con el guepardo y jaguar (94%).

Asimismo, Kerr et ál. (2010b) probaron cuatro carnes diferentes (res, bisonte, alce y caballo) en gatos domésticos (*Felis catus*, n=8), gato salvaje africano (*F. silvestris lybica*, n=4), tigres malayos (*Panthera tigris jacksoni*, n=4), y jaguares (*P. onca*, n=4); donde se obtuvo una digestibilidad aparente de la materia seca y grasa de $85.7\pm 0.03\%$ y $90.7\pm 0.02\%$ respectivamente y no hubo diferencia entre especie o tratamiento dietético.

De esta forma, se puede apreciar que la recolección de información sobre aprovechamiento y digestibilidad de dietas permiten un mejor entendimiento de cómo se aprovechan los nutrientes en las especies estudiadas, representando una gran herramienta en el manejo de los especímenes cautivos para poder mantenerlos en óptimas condiciones. Esto porque el manejo dietético afecta

gravemente la salud del animal, además de que las modificaciones dietéticas durante la enfermedad son complejas y para resultar apropiadas dependen del tipo y la expresión de la enfermedad, las partes del tracto gastrointestinal o órganos que se ven afectadas y como interviene en las especies (Laflamme et ál. 2010).

7. Tasa de Pasaje

El estudio de la circulación de los alimentos a través del sistema gastrointestinal ha recibido considerable atención; en términos generales, ha habido dos aspectos de tasa de pasaje que se estiman: 1) el tiempo de retención promedio y 2) la velocidad de vaciado gástrico (Harmon 2007).

El tiempo de retención promedio se refiere al tiempo promedio en el que una sustancia pasa por el tracto gastrointestinal, esta se calcula generalmente por la alimentación o la dosificación por vía oral con un marcador. Esta medición a veces se usa de forma intercambiable con el tiempo de tránsito, el cual se refiere específicamente a el tiempo de tránsito en el tracto gastrointestinal, y puede ser tan simple como controlar el tiempo de consumo de una comida hasta la defecación (Lewis et ál. 1994, Harmon 2007).

El consumo y la digestibilidad han sido áreas de gran interés para los nutricionistas, donde la técnica de los indicadores ha contribuido notablemente. Frecuentemente se han utilizado el óxido de cromo y la fibra cromo (Cr) mordente como marcadores, los cuales han funcionado como sistemas eficientes de marcaje

para estimar la digestibilidad *in vivo*, pero se exige un delicado manejo y su determinación analítica es costosa (Lachmann y Araujo 2001).

A este respecto, existen otro tipo de partículas que se han empleado como marcadores alternativos en una gran variedad de especies de animales silvestres, tales como granos enteros de trigo en panda gigante (*Ailuropoda melanoleuca*) (Dierenfeld et ál. 1982); bolas de plástico en dugón (*Dugong dugon*) (Lanyon y Marsh 1995) y en ampelis americano (*Bombycilla cedrorum*) (Levey y Grajal 1991); así como bolas de vidrio en la nutria de río (*Lontra canadensis*) (Ormseth y Ben-David 2000), cuyas metodologías fueron validadas como adecuadas y ningún animal se reportó afectado negativamente por el uso de estas partículas.

Como ejemplos del cálculo de tasa de pasaje, Krockenberger y Bryden (2009) realizaron pruebas en elefantes marinos (*Mirounga leonina*, n=3), obteniendo el tiempo medio entre la dosis y la primera recuperación del marcador (tiempo inicial de recuperación) de nueve horas para la especie del sur; éste fue significativamente mayor que la cifra de 4,8 horas para los elefantes marinos del norte; la media de tiempo de retención fue de 13 horas. Esto se compara con los tiempos de 22 horas para el perro, 15 horas para el mapache, y 13 horas para el gato.

Por otra parte, Peachey et ál. (2000) determinaron la diferencia entre la tasa de pasaje en gatos viejos (n=6) y gatos jóvenes (n=6) utilizando óxido de cromo como marcador; no se observaron diferencias significativas entre ambas etapas, aunque los gatos mayores presentaron una mayor variabilidad en el tiempo total de pasaje que los jóvenes, $35,71 \pm 14,06$ y $26,46 \pm 5,80$ horas respectivamente.

8. Condición corporal

Cuantificar el peso corporal de los animales silvestres en cautiverio se ha convertido en una herramienta de evaluación común para evaluar la salud general. Aunque el peso corporal es una medida muy útil para la mayoría de los animales en centros de cautiverio, el peso corporal medio de las etapas de crecimiento aún no se han definido en su totalidad. Otra preocupación es que el uso de peso por sí solo como un medio para determinar el acondicionamiento adecuado, es difícil de obtener (Bray y Edwards 2001), ya que esta incluye una manipulación altamente estresante para los animales, lo cual hace que sea una herramienta poco utilizada y solo considerada cuando los animales requieran de forma ineludible el tipo de manejo que permita pesarlos, generalmente bajo anestesia o con entrenamiento.

Los sistemas de escalas de condición corporal están bien establecidos para varias especies de animales, y se han utilizado para correlacionarlos con factores tales como la longevidad, reproducción y el rendimiento (Reppert et ál. 2011). Además estos ofrecen la oportunidad para identificar problemas de obesidad o delgadez, son sistemas estandarizados, no invasivos, y son herramientas libres de costo para evaluar el grado de adiposidad externa en un animal (Bray y Edwards 2001). Las escalas de puntuación de la condición corporal han sido desarrollados para varias especies de mamíferos, incluyendo perros, gatos, ovejas, ratones, ratas, caballos, y ganado (Summers et ál. 2012).

Existen estudios que han generado sistemas de escalas de condición corporal para algunas especies de felinos (Reppert et ál. 2011) propinaron un

sistema de puntuación de condición corporal para guepardos (*Acinonyx jubatus*, n=21), utilizando fotografías del torso (que incluían una buena visualización de las costillas y la forma de los hombros a la cadera), el cuarto trasero (pata trasera, punto de la cadera, ángulo de la cadera, punta de la nalga y la cola), cuarto delantero (cuello, pata delantera, el hombro, y el pico de hombro) y el abdomen o flanco.

De forma similar Treiber et ál. (2010) realizaron una escala visual cualitativa para *Panthera* sp., utilizando leones sudafricanos (*P. leo krugeri*), tigres (*P. tigris*), tigres malayos (*P. tigris jacksoni*), y jaguares (*P. onca*); donde se tomaron fotografías que facilitaran la visualización de las áreas de atención: hombro, torso, línea superior, flanco y cadera, nalgas, base de la cola, las patas traseras y el tren de rodaje.

9. Análisis cualitativo de heces

Lo que se sabe de los hábitos alimentarios de los animales silvestres proviene mayormente del análisis de contenidos del tracto digestivo (Ojasti 2000). El color, forma y solidez de los excrementos proporcionan información acerca del animal, el tipo y calidad del alimento. Los sistemas de escalas fecales permiten reconocer los problemas de inmediato por una buena evaluación de las heces (Vijgeboom 2011). La consistencia fecal es principalmente una función de la cantidad de humedad en las heces y se pueden usar para identificar cambios en la salud del colon y otros problemas (Lappin 2011).

En cachorros, la edad y el tamaño corporal son factores fisiológicos susceptibles que afectan la calidad de las heces; ya que al comenzar el periodo de destete, se presenta un aumento significativo de la humedad fecal; también se ha observado una calidad fecal inferior en perros de razas toy, justo al comenzar el periodo de destete. Las razas grandes como el Pastor Alemán o el Dogo Alemán tienen una mayor humedad fecal, un aumento en la frecuencia de heces blandas y en el número de defecaciones en comparación con las razas pequeñas. Los virus y parásitos gastrointestinales también tienen un impacto sobre la calidad de las heces, ya que el efecto de los agentes patógenos (parvovirus canino, coronavirus canino, parásitos intestinales) puede enmascarse o sobreestimarse si los factores fisiológicos que influyen en la calidad de las heces no se evalúan simultáneamente (Grellet et ál. 2011).

En el caso de mascotas también hay sistemas de escalas fecales a nivel visual, lo cual permite asegurar que la comida ofrecida es adecuada, además de cerciorarse si hay otros cuerpos extraños que el animal pudo haber ingerido (Rittenberg 2013). El sistema de puntuación permite evaluar las heces teniendo en cuenta la edad y el tamaño de la raza (Grellet et ál. 2011). En el caso de los gatos, Lappin (2011) describe que lo ideal sería que en un animal sano, las heces deben ser firmes pero no duras, flexibles, segmentadas y fáciles de recoger.

Además Vijgeboom (2011), desarrolló un sistema de escala de cinco puntos en cinco especies de animales; el gibón de manos blancas (*Hylobates lar*), camello bactriano (*Camelus bactrianus*), rinoceronte blanco (*Ceratotherium*

simum), Guanaco (*Lama guanicoe*), y chimpancé occidental (*Pan troglodytes verus*).

El sistema de puntuación fecal permitiría comparar el efecto de los patógenos intestinales sobre la calidad de las heces, cualquiera que sea la edad y tamaño de la raza (Grellet et ál. 2011), además de medir cambios de la dieta. En los felinos, las heces muy acuosas pueden deberse a excesos de carbohidratos en la dieta, por lo que la evaluación fecal es una herramienta útil que puede indicar varias afectaciones en los animales y es una técnica no invasiva fácil de aplicar.

III. OBJETIVOS

a. General

Determinar algunos parámetros nutricionales en felinos silvestres, con el fin de relacionarlos con la condición corporal y el aprovechamiento de las dietas utilizadas en cautiverio.

b. Específicos

1. Caracterizar la dieta utilizada en cada especie, así como su composición nutricional.
2. Estimar la tasa de pasaje del alimento de los animales.
3. Determinar la digestibilidad aparente de las dietas.
4. Establecer parámetros de condición corporal que permitan diseñar una escala para analizar el estado de salud de los animales.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Localización

La investigación se efectuó en los siguientes centros de cautiverio:

- a) Fundación pro Zoológicos, que incluye el Zoológico Nacional Simón Bolívar (ZNSB) y Centro de Conservación Santa Ana (CCSA); localizados en Barrio Amón, San José y Santa Ana, San José respectivamente.
- b) Centro de Rescate Las Pumas (CRLP), ubicado en Cañas, Guanacaste.
- c) Refugio Herpetológico de Costa Rica (RHCR), situado en Santa Ana, San José.
- d) Centro de Rescate Jaguar (CRJ), establecido en Playa Chiquita de Puerto Viejo, Limón.

Estos centros tienen colecciones de animales de varias especies, incluyendo felinos, y cuentan con los respectivos permisos de tenencia del Ministerio de Ambiente y Energía.

2. Animales

Se utilizaron cinco jaguares (*Panthera onca*), cinco manigordos (*Leopardus pardalis*) y cinco cauceles (*Leopardus wiedii*), todos con edades que van de los dos a los 16 años y con buenas condiciones de salud. En el Cuadro 6 se indica la distribución de los animales.

Cuadro 6. Especies utilizadas y su localización.

Nombre común	Procedencia	Nº animales
Jaguar	CCSA	3
	CRLP	2
	ZNSB	1
Manigordo	CRLP	2
	RHCR	1
	CRJ	1
Caucel	ZNSB	2
	CRLP	2
	CRJ	1

ZNSB: Zoológico Nacional Simón Bolívar CCSA: Centro de Conservación Santa Ana
 CRLP: Centro de Rescate Las Pumas RHCR: Refugio Herpetológico de Costa Rica
 CRJ: Centro de Rescate Jaguar

Los animales se alojaron individualmente a excepción de los cauceles del Zoológico Simón Bolívar que se encontraban en pareja; pero en este caso cada uno tenía un sitio específico donde se alimentaba y otro en el cual depositaba sus heces.

Los recintos están contruidos con sócalo de block, malla ciclón y piso de tierra, en su mayoría poseen una contención con piso cementado y techada. Además tienen vegetación, troncos, tarimas, refugios, bebederos y en algunos casos piletas.

3. Dietas

Los animales se alimentaron con una dieta a base de carnes de res, caballo, pollo entero y/o menudo de pollo. Cada centro de cautiverio tenía sus dietas específicas para los animales, por lo que no se logró estandarizar las dietas para todos los individuos. En el Cuadro 7 se muestran las dietas que se ofrecieron durante el estudio:

Cuadro 7. Dietas ofrecidas durante el estudio.

Dieta	Composición	Centro de Cautiverio	Animales
Dieta 1 (D1)	100% carne de res	CRLP	J,M,C
Dieta 2 (D2)	50% carne de caballo 50% de menudos de pollo	ZNSB/CCSA	J,M,C
Dieta 3 (D3)	70% pollo entero 30% carne de caballo	CCSA	J
Dieta 4 (D4)	70% pollo entero 30% de menudos de pollo	RHCR	M
Dieta 5 (D5)	60% carne de res 40% pollo entero	CRJ	M,C

ZNSB: Zoológico Nacional Simón Bolívar; CCSA: Centro de Conservación Santa Ana; CRLP: Centro de Rescate Las Pumas; RHCR: Refugio Herpetológico de Costa Rica; CRJ: Centro de Rescate Jaguar; J: jaguar; M: manigordo; C: Caucel.

Las dietas se ofrecieron frescas en platos de aluminio (Figura 1), colocadas en el piso del recinto o contención. Los animales contaron con agua “*ad libitum*” en cada recinto, en bebederos conformados por piletas o recipientes de plástico según el centro de cautiverio donde se encontraban los animales.



Figura 1. Ejemplos de oferta de A: Dieta 1, B: Dieta 2, C: Dieta 2 (jaguares), D: Dieta 3, E: Dieta 4, F: Dieta 5.

Se calculó el consumo de alimento diario de cada individuo por medio del cálculo de la diferencia entre la oferta de alimento y el rechazo, durante un periodo de 15 días. Posteriormente, se tomó una muestra de alimento de cada centro de cautiverio y se le realizó análisis químico proximal (materia seca,

proteína cruda, extracto etéreo, cenizas) según AOAC (1990), así como calcio (Fiske y Subbarow 1925) y fósforo (Fick et ál. 1976).

La composición nutricional de las dietas se comparó con los requerimientos nutricionales recomendados para gatos domésticos, de acuerdo con el National Research Council (NRC 1986).

4. Digestibilidad Aparente de las dietas

La digestibilidad se determinó con base en los nutrientes ingeridos en las dietas y los desechados en las heces. No se tomó en cuenta el aporte en la orina debido a que las condiciones de alojamiento de los animales no permitió su recolección, además de que los felinos son animales de difícil manipulación directa.

Se recolectaron y pesaron las heces de los animales durante un promedio de 22 días seguidos. Se utilizó una balanza TSCALE 25 Kg (± 1 g). Las muestras se recogieron con una pala de plástico, y se colocaron en bolsas de plástico con cierre hermético; éstas se almacenaron en congelación a -10°C hasta su envío al laboratorio.

Posteriormente se hizo una muestra compuesta con todas las heces según la especie de felino, y la muestra se envió al Laboratorio de Química del Centro de Investigación en Nutrición Animal (CINA) de la Universidad de Costa Rica (UCR),

para determinar su composición química realizando un análisis proximal, así como calcio y fósforo (Fiske y Subbarow 1925, Fick et ál. 1976, AOAC 1990).

Luego se calculó la digestibilidad aparente (DA) de la materia seca (MS), proteína cruda (PC) y extracto etéreo (EE) utilizando la siguiente ecuación:

$$DA = \frac{\text{consumo del nutriente (base seca)} - \text{nutriente excretado (base seca)}}{\text{consumo del nutriente (base seca)}} \times 100$$

5. Tasa de pasaje

Se calculó la tasa de pasaje de las dietas para cada individuo. Como marcadores se utilizaron bolas de plástico o “avalorios” de 2,52 x 2,63 mm de diámetro para los cauceles, 3,33 x 3,86 mm manigordos, y de 3,07 x 4,33 mm en jaguares. Esto de acuerdo con Lanyon y Marsh (1995), Levey y Grajal (1991) y Ormseth y Ben-David (2000) respectivamente (Figura 2).

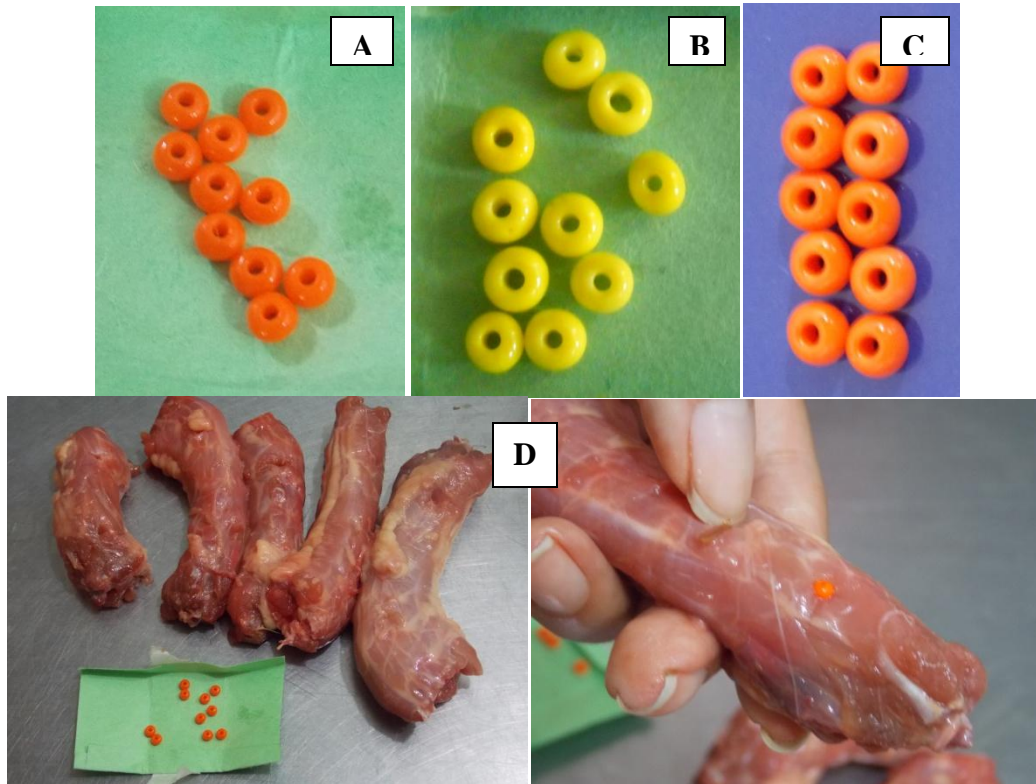


Figura 2. Marcadores utilizados en A: caucel, B: manigordo y C: jaguar, con D: colocación en alimento.

Se colocaron 10 bolas escondidas en los trozos de alimento, y se aseguró de que los animales las consumieran en su totalidad. Previo a realizar la prueba, se tomó una muestra de bolas y se colocó en solución de ácido clorhídrico durante 72 horas, con el fin de asegurarse de que no se iban a deshacer en un medio ácido, como el estómago, cuando estuvieran dentro del animal.

Después de ser consumidas, se monitoreó su recuperación recolectando las heces de todos los días siguientes hasta obtener la totalidad de las bolas consumidas.

Posteriormente, se obtuvo el cálculo en horas, de acuerdo con Ormseth y Ben-David (2000), de los siguientes tiempos:

- Tiempo de retención promedio (TR) obtenido como el tiempo desde que se consumió el marcador (bolas) hasta que se recupera la última vez en las heces.
- Tiempo de tránsito (TT) se midió según el tiempo desde que se consumió las bolas hasta que comienzan a aparecer en las heces.
- Tiempo de retención máximo del marcador (T_{max}), tomado como el tiempo en el que se recuperan la mayor cantidad de los marcadores en las heces.

6. Evaluación de heces

La evaluación de las heces se realizó con base en la escala presentada por Vester et ál. (2008) donde se efectuó una categorización de las heces según su apariencia:

- Tipo 1: heces duras, éstas pueden ser duras o secas con heces bien formadas.
- Tipo 2: heces suaves o semiduras, suaves, húmedas con heces bien formadas o suaves con heces sin formar.
- Tipo 3: heces acuosas, las cuales son de un típico líquido que se puede verter.

7. Condición corporal

Se realizó una evaluación cualitativa de la condición corporal de los animales, por medio de observación directa, así como a través de fotografías de los animales desde diferentes ángulos: frontal, lateral, caudal y dorsal.

Para establecer la puntuación de los animales se tomaron en cuenta las siguientes características: visibilidad de las costillas, pliegue abdominal, vértebras lumbares, alas iliacas y cintura, además de depósitos de grasa, de acuerdo con la AAHA (2010) en perros y gatos; Treiber et ál. (2010) en cuatro especies del género *Panthera*, y Reppert et ál. (2011) en guepardos.

Debido a que la observación de los animales se dificultó por el patrón de manchas que puede enmascarar o resaltar la forma del animal (Treiber et ál. 2010), se procedió a realizar siluetas con las mejores fotografías para presentar una escala más fácil de apreciar.

Se utilizó una escala de 1 a 5, y la aplicación de medios puntos se refiere a condiciones que se encuentran entre dos de los valores de puntuación. El puntaje 3 se consideró como la condición óptima de los animales.

8. Análisis estadístico

Se utilizó un diseño irrestricto al azar, en el cual se evaluó el efecto de la dieta (tipo de dieta y consumo de alimento), las condiciones climáticas de los centros de cautiverio (temperatura y humedad), así como el volumen del recinto, sobre la digestibilidad aparente de la materia seca, proteína cruda, extracto etéreo y la tasa de pasaje.

Se realizó estadística descriptiva, tomando en cuenta promedios, medianas y desviaciones estándar. Además, se realizó análisis de varianza (ANOVA) tanto entre las variables de respuesta como dentro de cada variable, así como análisis de covarianza (ANCOVA) en el cual se incluyó como covariables el peso y el sexo los animales.

Asimismo, se realizaron correlaciones de las variables analizadas y comparaciones de medias por medio de la Prueba de Tukey, con una significancia de $p < 0,05$.

Además se realizaron regresiones lineales para las variables de digestibilidad con respecto al consumo de la materia seca.

El modelo estadístico se presenta a continuación:

$$Y_{ijklmno} = \mu + D_i + T_j + H_k + R_l + C_m + \beta(X_{ijklmn} - \bar{x}) + \beta(Z_{ijklmno} - \bar{z}) + \varepsilon_{ijklmno}$$

Donde:

$Y_{ijklmno}$ = observación de respuesta.

D_i = efecto de las dietas.

T_j = condiciones ambientales (temperatura).

H_k = condiciones ambientales (humedad)

R_l = efecto del recinto.

C_m = consumo

$\beta(X_{ijklmn} - \bar{x})$ = efecto de covarianza peso

$\beta(Z_{ijklmno} - \bar{z})$ = efecto de covarianza sexo

$\varepsilon_{ijklmno}$ = error experimental

Se utilizó el software estadístico Statistica 6.0 ® e Infostat ® (Dirienzo et ál. 2014) para analizar la información.

V. RESULTADOS

1. Condiciones ambientales de los centros de tenencia

En el Cuadro 8 se presenta la ubicación de los recintos de los animales en los diferentes centros de tenencia, así como las condiciones ambientales de los mismos.

Cuadro 8. Información sobre los centros de tenencia.

Centro	Ubicación	Altura (msnm)	Temperatura (°C)	Humedad (%)
Jardín Botánico y Zoológico Nacional Simón Bolívar (ZNSB)	Barrio Amón, San José	1170	23,03 ± 2,39 ^a	75,25 ± 14,28 ^a
Centro de Conservación Santa Ana (CCSA)	Distrito Uruca del cantón de Santa Ana, San José	904	22,06 ± 2,74 ^{ab}	78,72 ± 16,11 ^{abc}
Centro de Rescate Las Pumas (CRLP)	Cantón de Cañas, Guanacaste	86	29,32 ± 3,93 ^b	54,23 ± 13,89 ^b
Refugio Herpetológico de Costa Rica (RHCR)	Distrito Santa Ana del cantón de Santa Ana, San José	904	23,10 ± 3,60 ^{ab}	72,94 ± 15,75 ^{abc}
Centro de Rescate Jaguar (CRJ)	Cantón de Talamanca, Limón en Playa Chiquita de Puerto Viejo	4	26,65 ± 2,13 ^{ab}	88,22 ± 9,22 ^c

Letras iguales no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Se puede observar en la temperatura, el ZNSB y CRLP presentan una diferencia significativa; así como la humedad en el CRLP, CRJ y ZNSB muestran una diferencia altamente significativa entre sí de acuerdo con la prueba de Tukey.

Con respecto a la correlación entre el consumo de alimento y la temperatura ambiental, ésta se puede observar en la Figura 3.

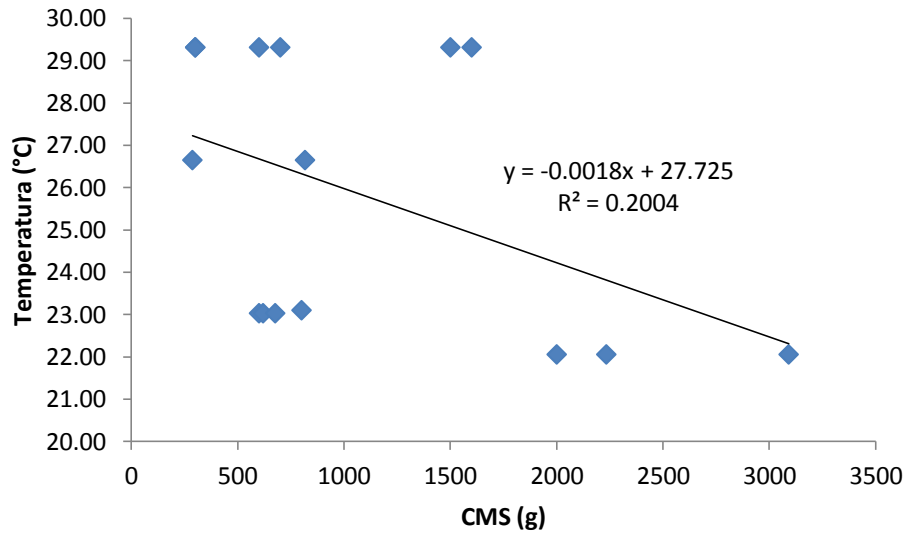


Figura 3. Relación de la temperatura con el consumo de alimento.

Se obtuvo un coeficiente de correlación negativo ($r = -0,63$) entre el consumo de alimento y la temperatura ambiental, presentando una relación lineal significativa ($p = 0,01$) entre las variables.

2. Volumen de los recintos

En el Cuadro 9 se muestra el resumen de las dimensiones de los recintos.

Cuadro 9. Dimensiones de los recintos de las diferentes especies.

Especie	Animal	Exhibidor		Contención		Total	
		m ²	m ³	m ²	m ³	m ²	m ³
J	<i>Gordillo</i>	36,99	91,00	6,71	17,50	43,70	108,50
	<i>Sansón</i>	34,69	85,33	6,60	17,23	41,29	102,57
	<i>Samba</i>	239,19	2152,71	9,33	24,34	248,52	2177,05
	<i>Curubanda</i>	288,00	1728,00	13,50	40,50	301,50	1768,50
	<i>Rafa</i>	192,00	806,40	3,83	9,18	195,83	815,58
	Promedio	158,17	972,69	7,99	21,75	166,17	994,44^{ab}
	DE	116,72	942,79	3,64	11,78	118,92	950,01
M	<i>Negrillo</i>	17,58	69,43	3,12	5,93	20,70	75,36
	<i>Max</i>	58,29	221,50	1,80	2,70	60,09	224,20
	<i>Rayito</i>	92,04	358,96	5,17	10,86	97,21	369,82
	<i>Oleg</i>	131,88	278,42	1,00	1,00	132,88	279,42
	<i>Roy</i>	12,08	29,59	0,00	0,00	12,08	29,59
	Promedio	62,37	191,58	2,77	5,12	64,59	195,68^a
	DE	50,66	139,30	1,82	4,34	51,07	141,61
C	<i>Hembra</i>	17,67	67,31	3,24	6,17	20,91	73,47
	<i>Bigotes</i>	17,67	67,31	3,24	6,17	20,91	73,47
	<i>Canela</i>	33,64	127,83	0,45	0,18	34,09	128,01
	<i>Roña</i>	48,00	192,00	0,45	0,20	48,45	192,20
	<i>Diabolino</i>	43,48	106,53	0,00	0,00	43,48	106,53
	Promedio	32,09	112,20	1,48	2,54	33,57	114,74^b
	DE	14,15	51,66	1,62	3,31	12,65	49,12

DE : desviación estándar . J: Jaguar, M: Manigordo, C: Caucel.
Letras iguales no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

En los casos de *Sansón* y *Gordillo* las áreas contempladas como exhibición se refieren a los respectivos patios de ejercicios. Se puede observar que el mayor área la posee el recinto de *Curubanda*, pero el exhibidor del CCSA en el que se encontraba *Samba* es el que muestra un mayor volumen.

En los manigordos se puede observar que la mayor área la posee el recinto de *Oleg*, pero el recinto de *Rayito* es el que presenta un mayor volumen. Y en cauceles la mayor área y volumen la presentan el recinto de *Roña*.

La correlación entre el consumo de alimento y el volumen del recinto se observa en la Figura 4.

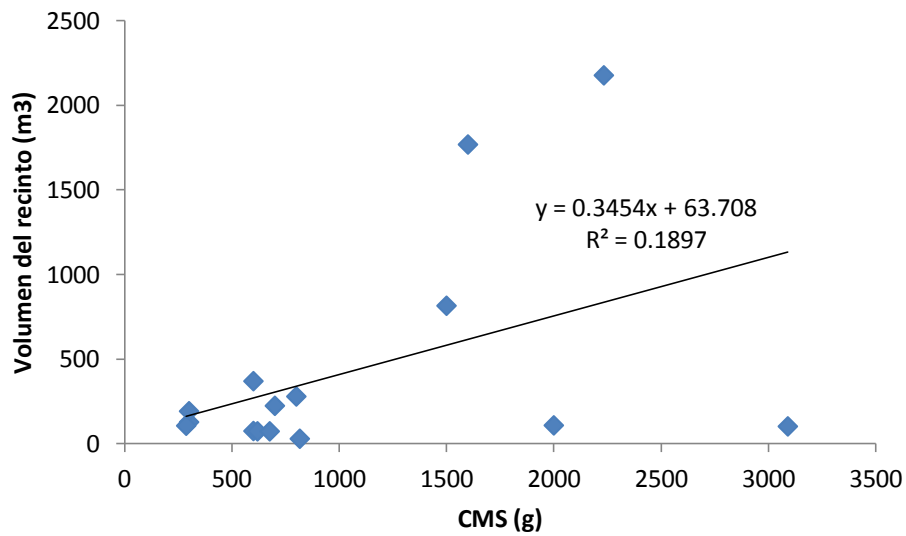


Figura 4. Relación del volumen del recinto con el consumo de alimento.

Se obtuvo una relación lineal positiva ($r=0,67$) entre las variables.

La descripción detallada de los recintos y croquis se muestran en el anexo

1.

3. Dietas

a) Composición nutricional

De todas las dietas solo dos de ellas están balanceadas por una zootecnista; la composición nutricional de las dietas se presenta en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Composición nutricional de las dietas ofrecidas (base seca).

Dietas	%MS	%PC	%EE	%C	%Ca	%P
Dieta 1	23,43	85,92	8,10	4,47	0,80	0,77
Dieta 2	23,77	81,33	17,80	8,73	6,59	6,97
Dieta 3	26,05	60,68	18,84	9,69	7,54	6,85
Dieta 4	27,60	67,91	24,85	11,62	10,46	8,31
Dieta 5	25,09	74,27	15,05	7,61	4,60	3,94
Requerimiento*	-	mín. 24,00	10,50	-	0,80	0,60

MS: materia seca; PC: proteína cruda; EE: extracto etéreo; C: cenizas; Ca: calcio; P: fósforo.

*Requerimientos nutricionales para gato doméstico según National Research Council, 1986.

Según lo mostrado, las dietas 1 y 2 poseen un menor porcentaje de materia seca. En términos de proteína todas las dietas superan el requerimiento mínimo, donde las dietas 1 y 2 son las más proteicas y la dieta 3 la que menos proteína presentó. En el caso de la grasa, se puede observar que la dieta 4 presenta mayor cantidad, siendo la dieta 1 la que menor aporte presenta.

En cuanto a minerales, todas las dietas superan el requerimiento nutricional, la dieta 1 es la más cercana a los valores propuestos por el NRC tomando en cuenta que es la única que no incluye huesos. Las dietas 3 y 4 que poseen la mayor cantidad de cenizas, incluyen pollo con hueso. Además todas cumplen con la relación calcio:fósforo de 1:1, donde la dieta 2 es la que se ajusta más a esta proporción y la dieta 4 la que presenta la relación más elevada (1,26:1).

Las dietas se preparan de la siguiente forma:

Dieta 1: se eliminan los excesos de grasa y se corta en forma de trozos grandes, se suplementa con carbonato de calcio y se coloca en platos de aluminio. Aproximadamente una vez a la semana se les ofrece carne con hueso y piel, así como mitades de cabezas de res o terneros, con el fin de que limpien sus dientes y como parte del programa de enriquecimiento ambiental, se colocan en el suelo del recinto, tarimas o contenciones (Figura 5).

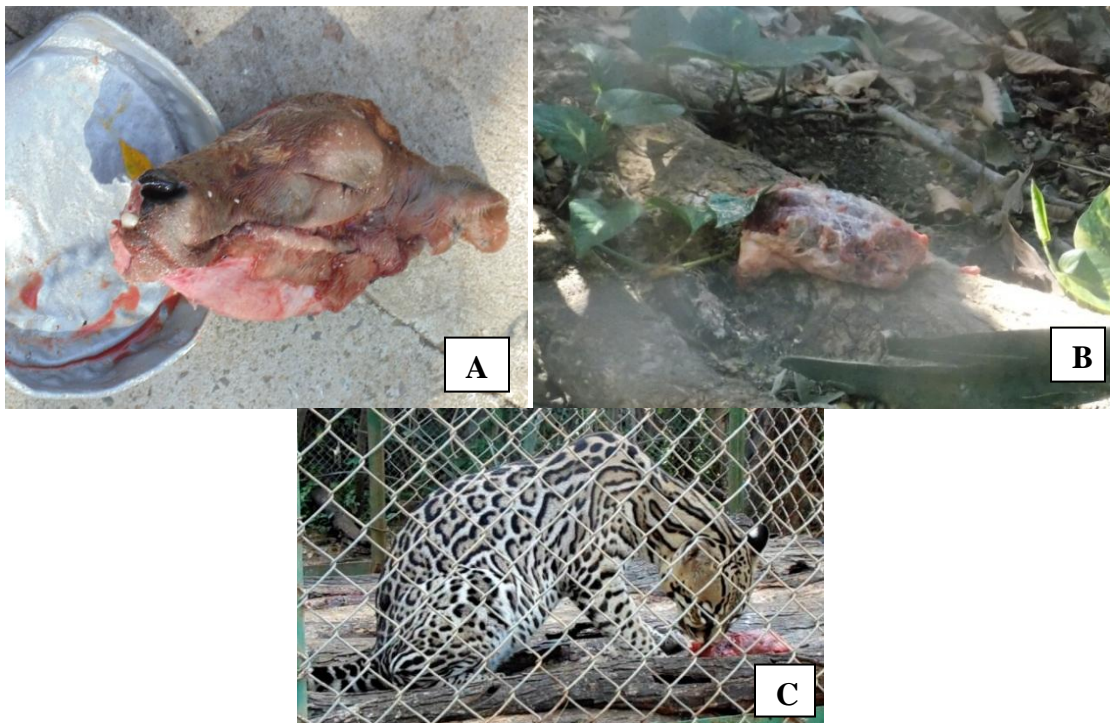


Figura 5. A: Oferta de cabeza de res; B: en suelo del recinto; C: en tarima de la contención.

Dietas 2 y 3: se limpian los excesos de grasa, se elimina la piel del pollo, la carne se corta en trozos medianos y grandes (jaguares), se alista en los recipientes de cada animal, se suplementa con carbonato de calcio y cápsulas de bacalao todos los días; la oferta se realiza en el suelo de la contención, a los cauceles se les deposita en la tarima que se encuentra en la contención (Figura 6).

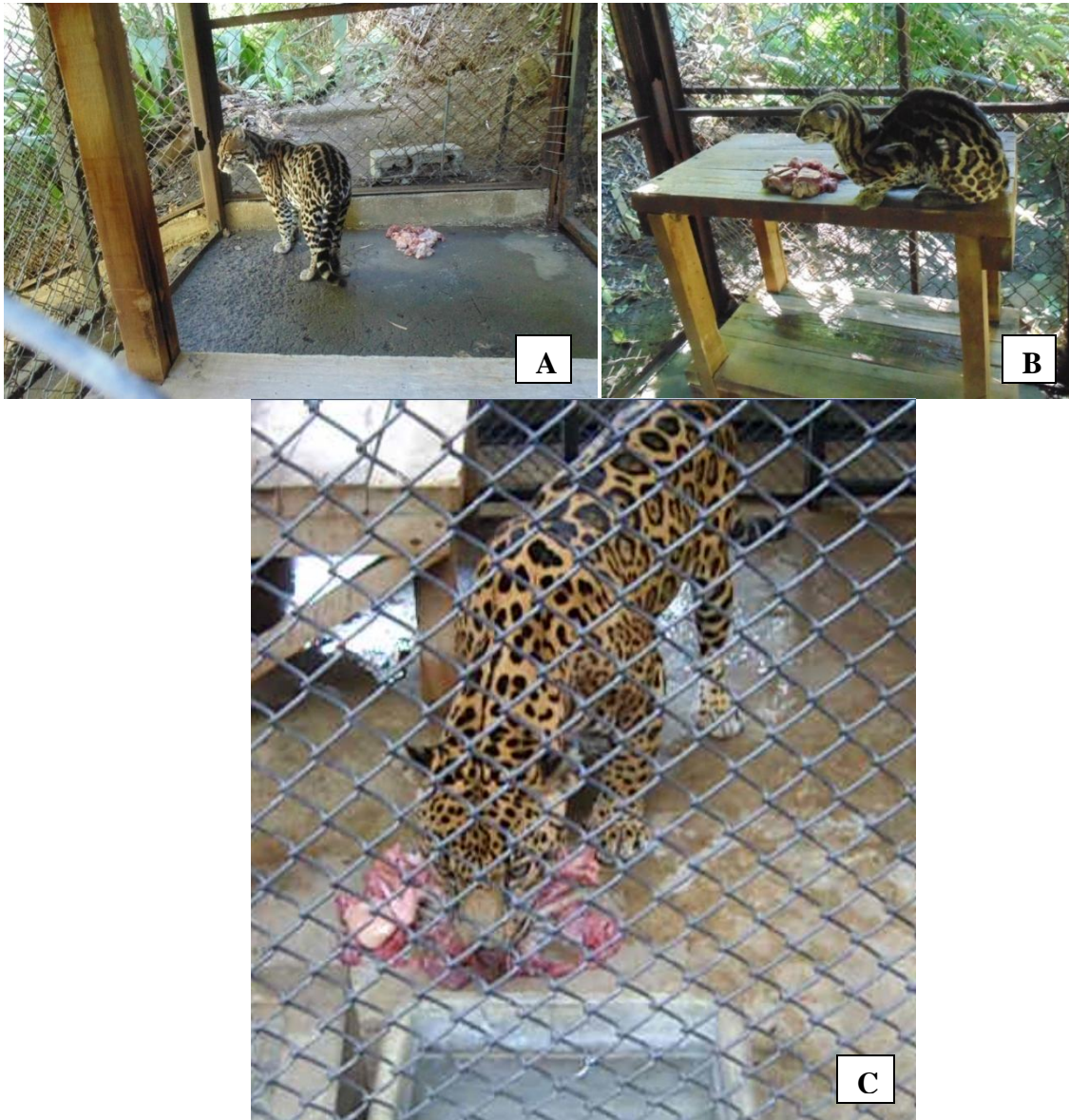


Figura 6. A: Sitio de alimentación del manigordo; y B: caucel en ZNSB; C: jaguar en CCSA.

Dieta 4: se corta el pollo en trozos medianos, no se desgrasa ni se le agrega ningún tipo de suplemento, se ofrece en un plato de aluminio que se deja en la contención (Figura 7).



Figura 7. Alimentación en contención.

Dieta 5: se limpian algunos de los excesos de grasa en la carne de res, el pollo se ofrece con huesos y piel sin añadir ningún suplemento; las dietas se preparan en platos plásticos y en cuanto al caucel el alimento se coloca en diferentes lugares del recinto para que los busque, además alrededor de dos veces a la semana se le entrega un ratón. En el caso del manigordo la dieta se le coloca en el plato dentro de su refugio (Figura 8).

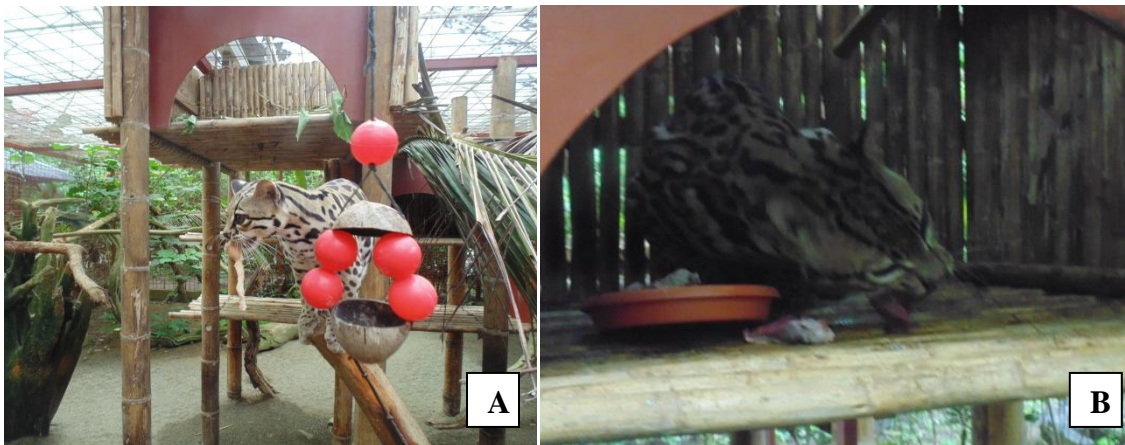


Figura 8. Entrega de alimento al A: caucel y B: al manigordo en CRJ.

b) Horas de alimentación

De manera general las dietas se empiezan a preparar alrededor de media hora antes ser ofrecidas (Cuadro 11).

Cuadro 11. Horas de alimentación según la dieta.

Dietas	Veces al día	Día de ayuno	Horas de entrega
Dieta 1	1	-	2:00 pm
Dieta 2	1	Domingo/Lunes*	2:00 pm
Dieta 3	1	Lunes	4:00 pm
Dieta 4	1	Domingo	2:00 pm
Dieta 5	2	-	8:00 am / 3:30 pm

*La dieta 2 se ayuna el domingo en ZNSB y el lunes en CCSA.

Como se puede ver las horas de alimentación son muy similares entre sí, debido a que casi todas son en la tarde; por lo que se consideró que su efecto no sería significativo dentro del modelo.

c) Consumo de alimento

Se determinó que la mayoría de los centros de cautiverio no estiman el consumo de alimento previo al cálculo de la composición de la dieta de los mismos, sino que el manejo alimenticio se hace mayoritariamente de forma cualitativa.

En el Cuadro 12 se detalla la oferta y consumo de alimento de los animales del estudio.

Cuadro 12. Consumos promedio de nutrientes según la especie.

Especies	Ámbito MF(g)	MF (g)	MS (%)	PC (%)	EE (%)
Jaguar	1500-3500	2084,83±636,08 ^a	23,66±0,25	79,94±9,13	13,11±5,18
Manigordo	600-845	703,25±104,24 ^b	24,67±1,78	79,02±7,89	14,81±7,07
Caucel	300-750	436,33±193,89 ^b	24,06±1,50	79,15±8,51	13,56±5,26

MF: materia fresca; MS: materia seca; PC: proteína cruda; EE: extracto etéreo.

Letras iguales no son significativamente diferentes ($p < 0,05$) de acuerdo con la prueba de Tukey.

Se encontró diferencias altamente significativas ($p=0,0004$) con respecto a los consumos de materia fresca, entre los jaguares con respecto a los manigordos y cauceles.

En algunas ocasiones se observaron rechazos de las dietas, las cuales consistieron de huesos, patas y pescuezos de pollo, y trozos de caballo.

En cuanto a los cauceles del ZNSB, se observó comportamiento de dominancia por parte de la hembra la cual consumía la ración del macho (Figura 9).

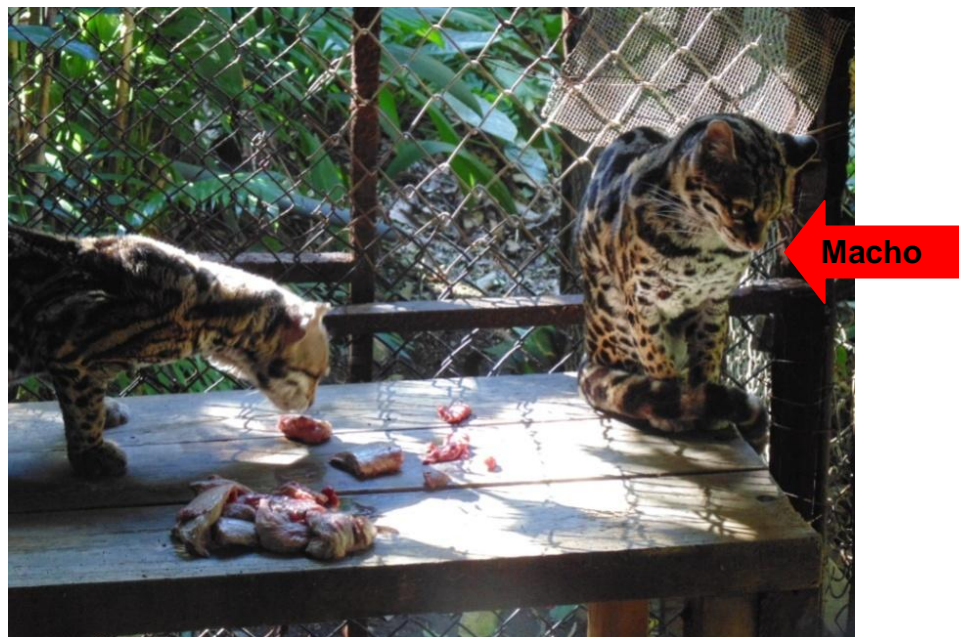


Figura 9. Comportamiento de dominancia en el consumo de la dieta de los cauceles del ZNSB.

4. Digestibilidad aparente

Se determinó la cantidad de heces producidas por animal por día. Los resultados se muestran en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Producción diaria promedio de heces por especie.

Especie	Ámbito MF (g)	MF (g)	MS(g)
Jaguar	55 – 470	133,04 ± 85,84	44,76 ± 25,18
Manigordo	15– 225	76,35 ± 36,88	35,47 ± 20,36
Caucel	5 – 65	34,85 ± 11,04	12,63 ± 1,25

MF: materia fresca; MS: materia seca.

El 60% de los jaguares defecaron diariamente, mientras que el 40% restante de día por medio. En el caso de los manigordos, el 80% defecó todos los días, y el otro 20% de día por medio, mientras que los cauceles defecaron diariamente durante el periodo del estudio. Asimismo, se puede observar que el tamaño de las deposiciones de los jaguares es aproximadamente el doble de los manigordos y el triple de los cauceles.

A continuación se presenta la composición química de las heces analizadas (Cuadro 14).

Cuadro 14. Composición nutricional de las heces de cada especie (base seca).

Especie	%MS	%PC	%EE	%C	%Ca	%P	%FC
Jaguar	44,83±17,18	28,44±4,45	4,07±1,69	52,07±9,56	11,50±4,74	6,20±2,27	1,94±0,57
Manigordo	45,11±10,99	23,95±9,68	7,84±6,47	57,19±17,78	8,94±5,45	5,07±3,18	2,44±1,64
Caucel	45,59±15,02	25,39±5,67	4,59±2,51	49,33±5,83	9,04±1,78	4,83±1,85	2,08±2,10

MS: materia seca; PC: proteína cruda; EE: extracto etéreo; C: cenizas; Ca: calcio; P: fósforo; FC: fibra cruda.

La mayoría de las heces eran muy acuosas, de tamaño pequeño y poco peso, además que algunos de los sitios de defecación resultaron difíciles para su recolección. Esto dificultó tanto la toma de muestras como el contar con la

cantidad suficiente para ser enviado al laboratorio. Más adelante se detalla la caracterización de las mismas.

Por otra parte, los altos valores de cenizas, calcio y fósforo recolectados, superiores a la cantidad consumida, pudieron deberse a que, por su consistencia, quedaban adheridas partículas del sustrato del suelo del recinto, tales como arena, piedras y tierra. Por esta razón, se decidió no incluir la digestibilidad aparente de estas.

A pesar de que la dieta ofrecida no incluyó materiales fibrosos, se obtuvieron niveles importantes de fibra cruda en las heces. Además, en la caracterización fecal se obtuvieron partículas fibrosas (material vegetal y artrópodos), lo cual se analizará más adelante.

Los ámbitos de fibra cruda que se obtuvo fueron desde 0,58 % a 5,24 % que coincidió con las muestras de los cauceles, mientras que para los jaguares y manigordos, los ámbitos están entre 1,3% y 2,68% de fibra cruda.

A partir de estos resultados, se calculó la digestibilidad aparente (DA) de la oferta (Figura 10).

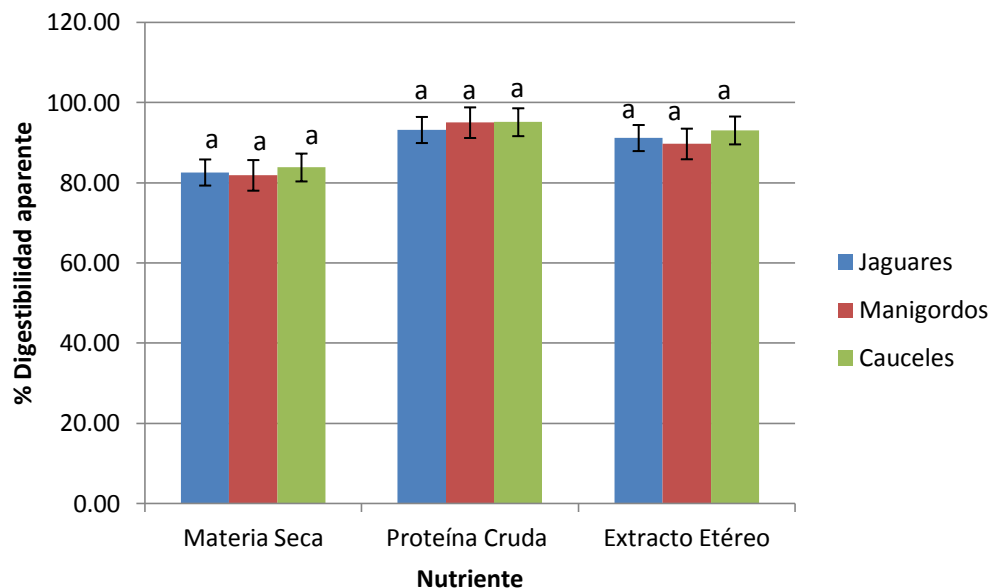
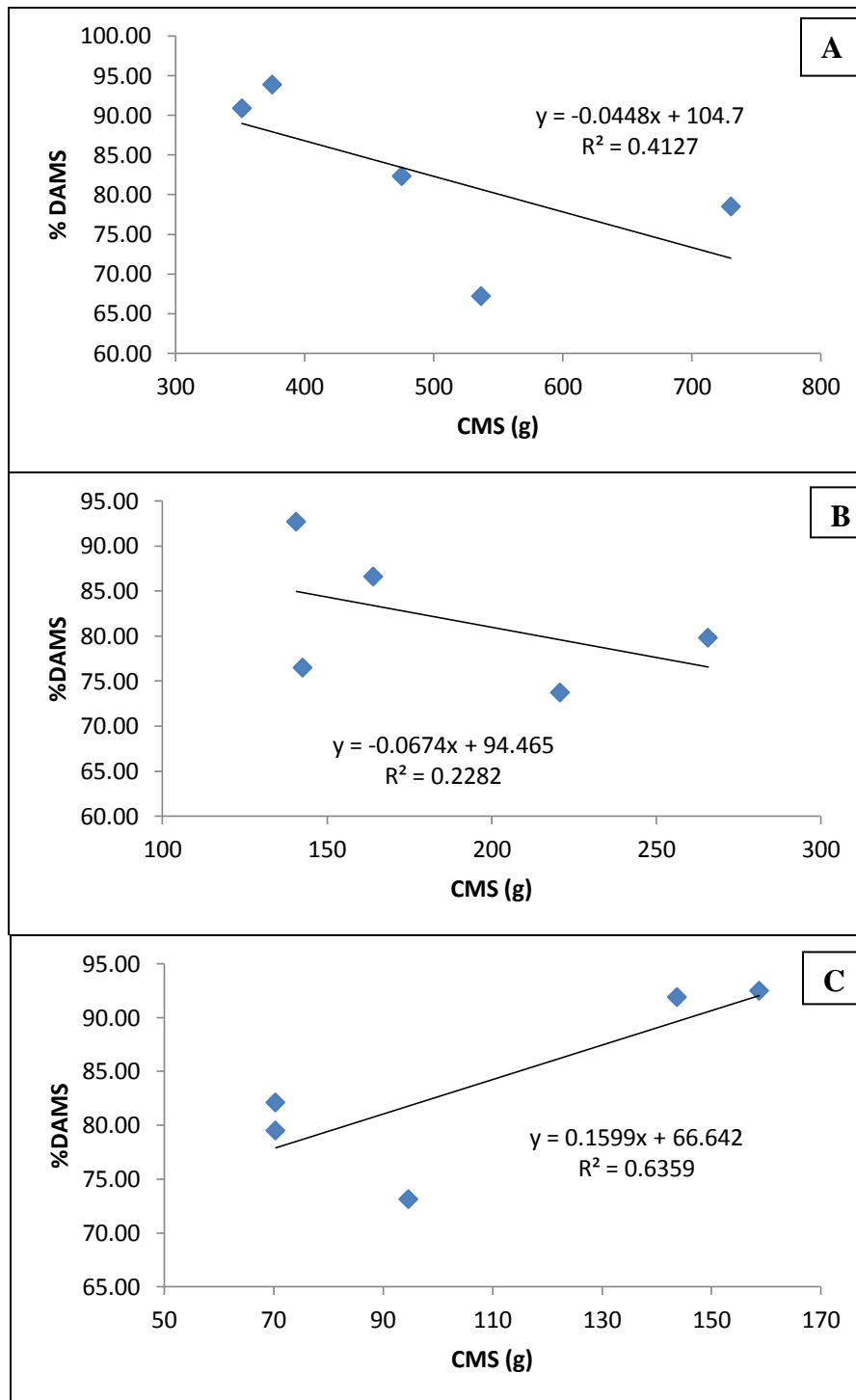


Figura 10. Digestibilidad aparente de nutrientes según especie.

Letras iguales no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

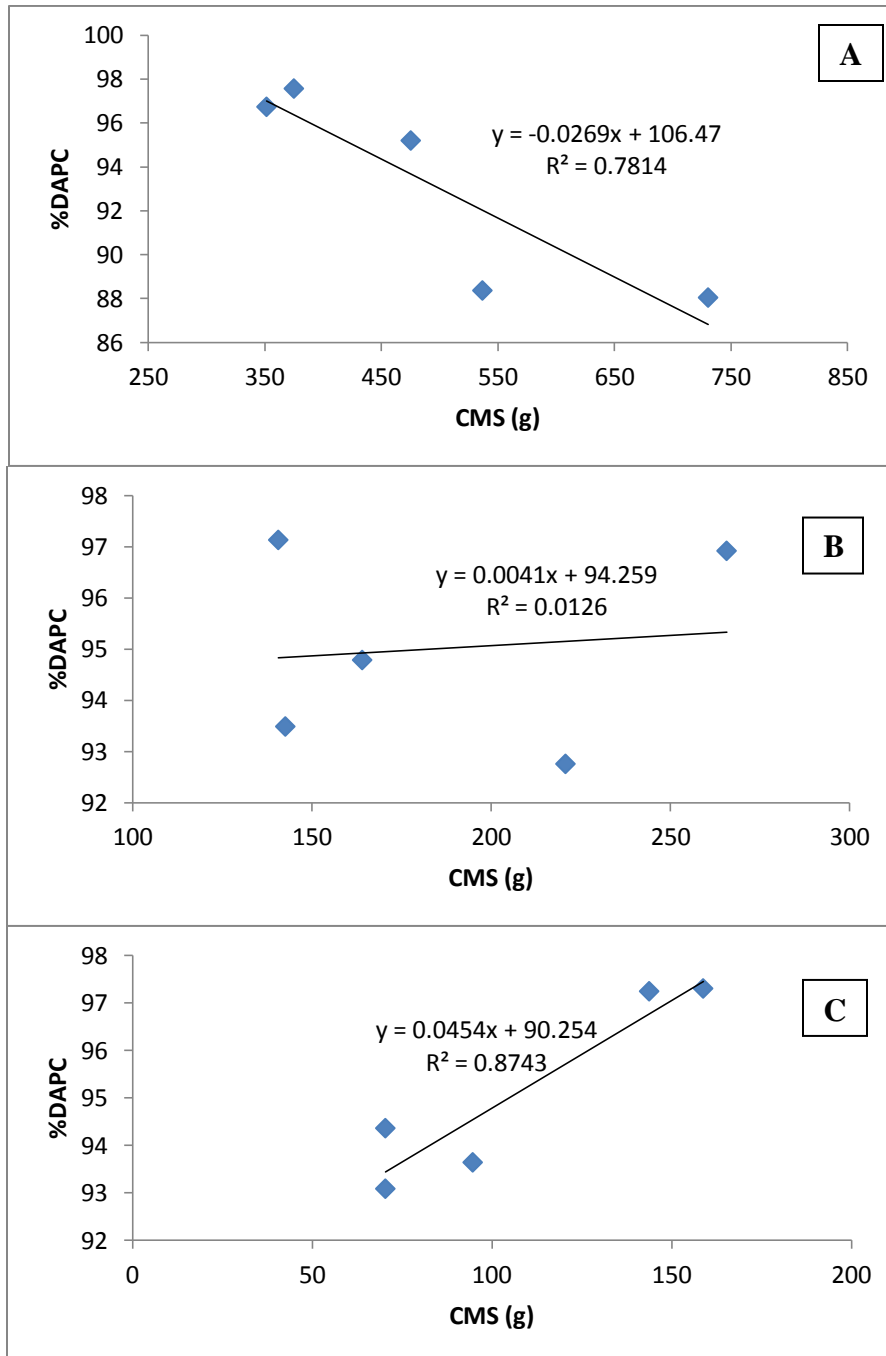
Se observa que los manigordos presentaron una menor digestibilidad de la materia seca y del extracto etéreo, mientras que los cauceles y manigordos mostraron una digestibilidad de la proteína cruda muy similar y mayor a los jaguares el extracto etéreo. En cuanto a la digestibilidad de extracto etéreo, la mayor la presentó los cauceles.

Con respecto a la relación entre la digestibilidad de la materia seca, proteína cruda y extracto etéreo con el consumo de materia seca, las regresiones lineales se muestran en la Figura 11, 12 y 13.



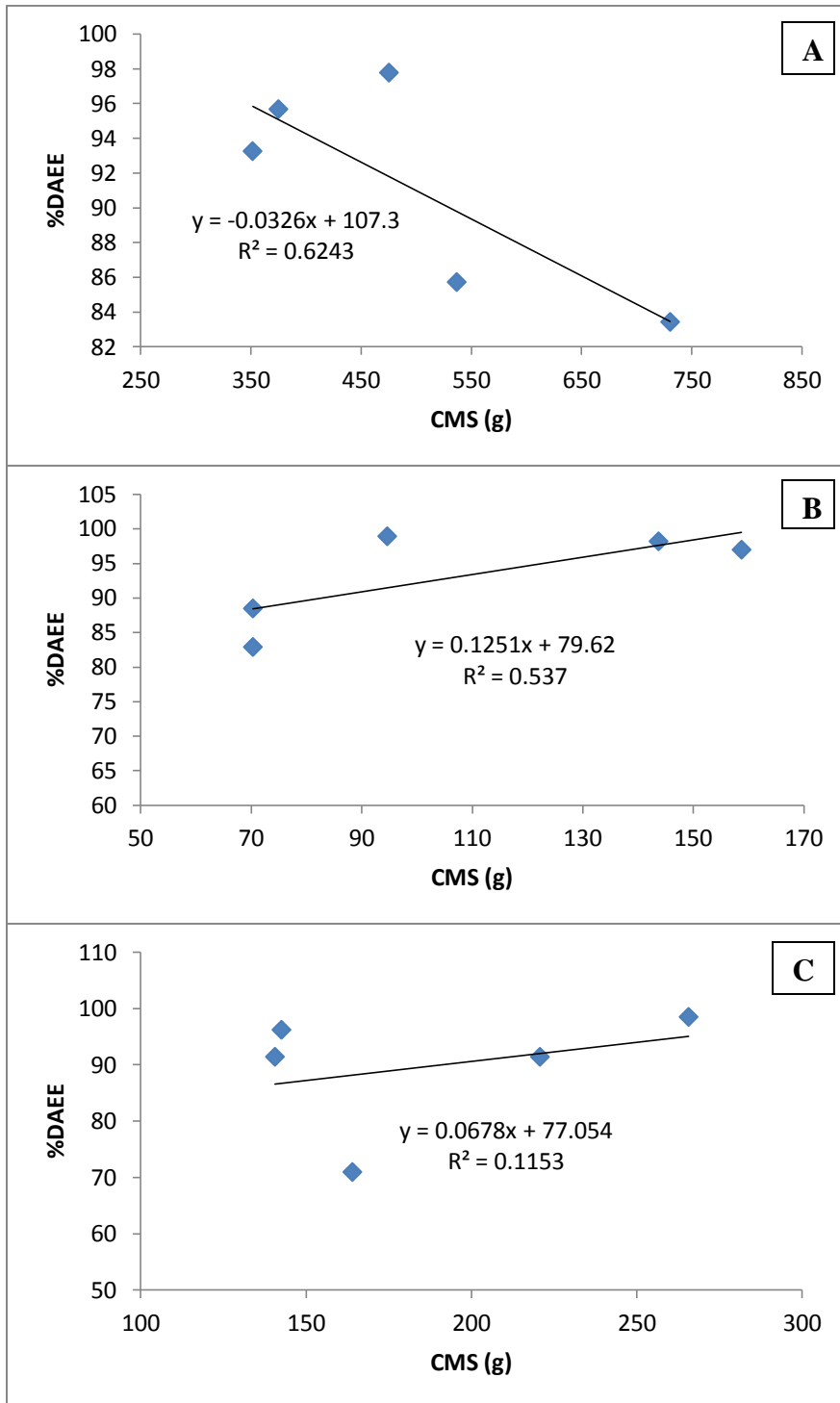
DAMS: digestibilidad aparente de la materia seca; CMS: consumo de materia seca

Figura 11. Relación de la digestibilidad de la materia seca con el consumo de alimento en A: jaguares, B: manigordos y C: cauceles.



DAPC: digestibilidad aparente de la proteína cruda; CMS: consumo materia seca

Figura 12. Relación de la digestibilidad de la proteína cruda con el consumo de alimento en A: jaguares, B: manigordos y C: cauceles.



DA: digestibilidad aparente del extracto etéreo; CMS: consumo materia seca

Figura 13. Relación de la digestibilidad del extracto etéreo con el consumo de alimento en A: jaguares B: manigordos y C: cauceles.

Se observa una regresión lineal positiva entre el consumo de materia seca y la digestibilidad de materia seca, proteína cruda y extracto etéreo en los cauceles, así como en la digestibilidad del extracto etéreo en los manigordos. Asimismo, hay una regresión lineal negativa entre el consumo de materia seca y la digestibilidad de la materia seca, proteína cruda y extracto etéreo de los jaguares.

Sin embargo, los coeficientes de correlación (R^2) son mayores en la digestibilidad de la materia seca de los cauceles, la digestibilidad de la proteína cruda en los jaguares y cauceles, así como la del extracto etéreo de los jaguares. Esto indica que el modelo utilizado explica en un porcentaje mayor y con más precisión la variación en esos parámetros de las especies en comparación con el resto, explicado solamente por un 50% de la variancia aproximada debida a la especie animal.

El análisis de digestibilidad también se determinó de acuerdo a las dietas, los resultados en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Digestibilidad calculada promedio según dieta para cada especie.

Dieta	Especie	DMS (%)	DPC (%)	DEE (%)
D1	Jaguar	92,41±2,11	97,17±0,59	94,48±1,71
	Manigordo	89,65±4,31	95,96±1,66	81,19±14,47
	Caucel	80,82±1,84	93,73±0,90	85,67±3,94
D2	Jaguar	74,79±10,70	91,79±4,84	91,76±8,52
	Manigordo	76,50±0,00	93,49±0,00	96,22±0,00
	Caucel	92,20±0,42	97,28±0,04	97,57±0,86
D3	Jaguar	78,53±0,00	88,05±0,00	83,44±0,00
D4	Manigordo	73,74±0,00	92,76±0,00	91,42±0,00
D5	Manigordo	79,82±0,00	96,92±0,00	98,51±0,00
	Caucel	73,14±0,00	93,65±0,00	98,90±0,00

DMS: digestibilidad de la materia seca; DPC: digestibilidad de la proteína cruda; DEE: digestibilidad del extracto etéreo.

No se observó diferencia significativa de las digestibilidades sobre la dieta consumida, sin embargo con respecto a los jaguares, la dieta 1 resulta más digestible.

Para el caso de los manigordos, la dieta 1 presenta mayor digestibilidad de materia seca, mientras que ésta y la dieta 5 presenta similar digestibilidad de la proteína, y ésta última es más digestible en extracto etéreo.

En cuanto a los cauceles, la dieta 2 resulta ser más digestible en materia seca y proteína cruda, pero a su vez la dieta 5 es la que tiene una mayor digestibilidad del extracto etéreo.

Al analizar solamente el efecto de la digestibilidad aparente en los individuos que se alimentaron de la dieta 1, se encontraron diferencias significativas en la digestibilidad de la materia seca ($p=0,05$); las diferencias se dieron entre los jaguares y los cauceles según la prueba de Tukey.

No se encontraron efectos significativos por temperatura y humedad en las digestibilidades (Cuadro 16).

Cuadro 16. Valores de significancia (p) encontrados para humedad y temperatura.

Variable respuesta	Humedad	Temperatura
DAMS (%)	0,3039	0,1936
DAPC (%)	0,0779	0,0520
DAEE (%)	0,7461	0,9407

DAMS: digestibilidad aparente de la materia seca; DAPC: digestibilidad aparente de la proteína cruda; DAEE: digestibilidad aparente del extracto etéreo.

No se encontró influencia significativa de las condiciones ambientales sobre las digestibilidades analizadas, sin embargo se puede observar cómo la temperatura se acerca al valor de significancia, durante el análisis de correlación.

Se obtuvo un coeficiente de correlación ($r = -0,51$) entre el consumo de alimento y la digestibilidad de la proteína cruda, con una relación lineal significativa ($p = 0,05$).

Por otra parte, se encontró un efecto significativo entre las variables volumen del recinto con respecto a la digestibilidad de la materia seca ($p = 0,03$) y la digestibilidad de la proteína cruda ($p = 0,01$).

Las diferencias en la digestibilidad de la materia seca se dieron en el recinto de la jaguar *Samba* con respecto a los otros. Además, en el caso de la digestibilidad de la proteína cruda, las diferencias se dieron entre los recintos de *Samba*, *Sansón*, *Negrillo*, *Oleg*, *Roñía*, *Canela* y *Diabolino* de acuerdo a la prueba de Tukey. El consumo de alimento no presentó efecto significativo ($p > 0,05$).

En cuanto al factor de edad, se encontró que fueron muy similares entre sí, por lo que se consideró que su efecto no sería significativo dentro del modelo. Por otra parte, el peso de los animales no se registró en todos los centros de cautiverio y durante el periodo de estudio no se pudieron obtener; en el caso del sexo, el grupo de manigordos se encontró compuesto en su totalidad de machos, y las dos restantes especies no presentaron significancia ($p = 0,24$) por lo que los datos se expresaron sin su efecto como covariable.

5. Tasa de pasaje

Con respecto a este parámetro, en el Cuadro 17 se presentan los resultados de acuerdo a la especie.

Cuadro 17. Tasa de pasaje de las especies (horas).

Animal	T_{max}	TT	TR
Jaguar	57,60±13,15	43,20±10,73	76,80±10,73
Manigordo	48,00±16,97	33,60±13,15	48,00±24,00
Caucel	52,80±20,08	33,60±21,47	62,40±36,40

T_{max}: tiempo máximo; TT: tiempo de tránsito; TR: tiempo de retención.

No se encontró efecto significativo ($p > 0,05$) cuando se analizaron las variables de recinto, consumo de alimento, dieta ofrecida y humedad. Sin embargo, la temperatura tuvo efecto significativo ($p = 0,04$) disminuyendo el tiempo de tránsito, específicamente en la temperatura de 26 °C entre las 24 y 48 h según la prueba de Tukey.

En el caso de los jaguares se obtuvo una mediana de 48 horas para el T_{max} y TT, y de 72 horas para el TR; mientras que para los manigordos y cauceles la mediana fue de 48 horas para el T_{max} y TR, y de 24 horas para el TT.

Los manigordos presentaron menor tiempo de retención promedio, en comparación con los cauceles y los jaguares.

Las desviaciones estándar indican una gran diferencia de las variables de respuesta con respecto al promedio, lo cual puede deberse al tamaño de la muestra, ya que las diferencias individuales encontradas fueron muy evidentes, tal como se muestra en la Figura 14.

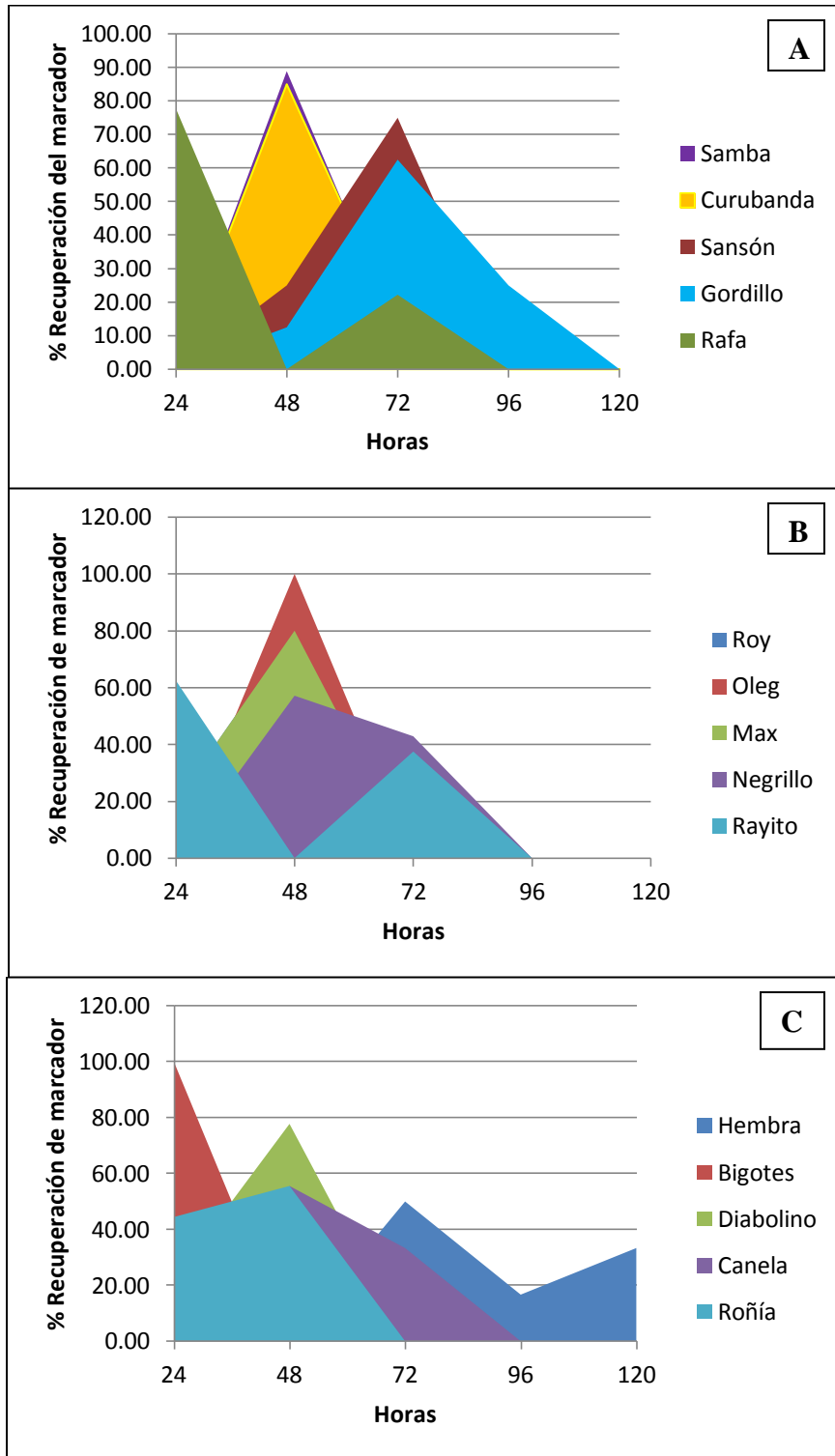


Figura 14. Tiempo de retención promedio por individuo según la especie A: jaguares B: manigordos y C: cauceles.

En el caso de los jaguares la curva de *Curubanda* y *Samba* son similares por eso es poco perceptible en el gráfico.

Gordillo presentó el mayor tiempo de retención, y un aspecto importante de tomar en cuenta es que *Rafa* defecó de día por medio. El pico de recuperación estuvo entre las 24 y 72 horas.

Con respecto a los manigordos, *Rayito* defecó de día de por medio; se puede observar que el pico de recuperación fue a las 48 horas en la mayoría de los animales.

En el caso de los cauceles el mayor tiempo de retención fue de *Hembra*, y el 60% de los animales presentaron una mayor recuperación del marcador a las 48 h.

Debido a que el estudio incluyó cinco dietas diferentes, en el Cuadro 18 se presentan los tiempos obtenidos por la especie según la dieta.

Cuadro 18. Tasa de pasaje de acuerdo con la dieta consumida.

Dietas	Especies	T _{max}	TT	TR
D1	Jaguar	60±16,97	36±16,97	72±0,00
	Manigordo	60±16,97	24±0,00	48±33,94
	Caucel	60±16,97	24±0,00	60±16,97
D2	Jaguar	60±16,97	48±0,00	84±16,97
	Manigordo	48±0,00	48±0,00	72±0,00
	Caucel	48±33,94	48±33,94	72±67,88
D3	Jaguar	48±0,00	48±0,00	72±0,00
D4	Manigordo	24±0,00	48±0,00	24±0,00
D5	Manigordo	48±0,00	24±0,00	48±0,00
	Caucel	48±0,00	24±0,00	48±0,00

T_{max}: tiempo máximo; TT: tiempo de tránsito; Tiempo de retención.

Con respecto al tiempo máximo, se observa que las dietas que contienen pollo con hueso recuperaron los marcadores en un tiempo menor, en comparación con la dieta a base de carne de res (D1).

Al parecer, el tiempo de tránsito se aumentó con la inclusión de pollo con hueso en la dieta, mientras que el tiempo de retención fue mayor con la inclusión de menudos de pollo, pero solamente en los jaguares.

Al igual que lo indicado anteriormente, las diferencias individuales afectaron las variables de respuesta.

6. Evaluación cualitativa de heces

La caracterización cualitativa de las heces de los felinos para las tres especies se presenta a continuación.

Heces Tipo 1

Jaguar: Secas y duras, de forma ligeramente alargada, formada por segmentos cilíndricos, de colores oscuros, negras o cafés.

Manigordo: Secas, alargadas con segmentaciones cilíndricas, en ocasiones quedan solo los pequeños cilindros, su coloración es muy variada desde cafés verduzcos claros hasta casi negro.

Caucel: Secas, poseen una forma definida que puede ser desde alargadas, hasta pequeños cilindros, su coloración también es muy variada (gris, cafés hasta negras).

En la Figura 15 se muestran ejemplos de éstas.



Figura 15. Heces Tipo 1 de jaguar (A), manigordo (B) y caucel (C).

Heces Tipo 2

Jaguar: Aspecto cremoso, empiezan a tener la forma que lograrían de ser heces duras pero con menos definición, con coloraciones cafés que van desde claras hasta oscuras; además pueden presentar una forma más acuosa, pero no llegan a ser lo suficientemente líquidas para ser clasificadas como heces acuosas.

Manigordo: Ligeramente cremosa, de formas lobulares alargadas, con partes más definidas que otras, de tonalidades café.

Caucel: Apariencia cremosa, generalmente son redondeadas aunque algunas empiezan a presentar la forma similar a las heces definidas; de coloraciones café.

En la Figura 16 se muestran ejemplos de estas.

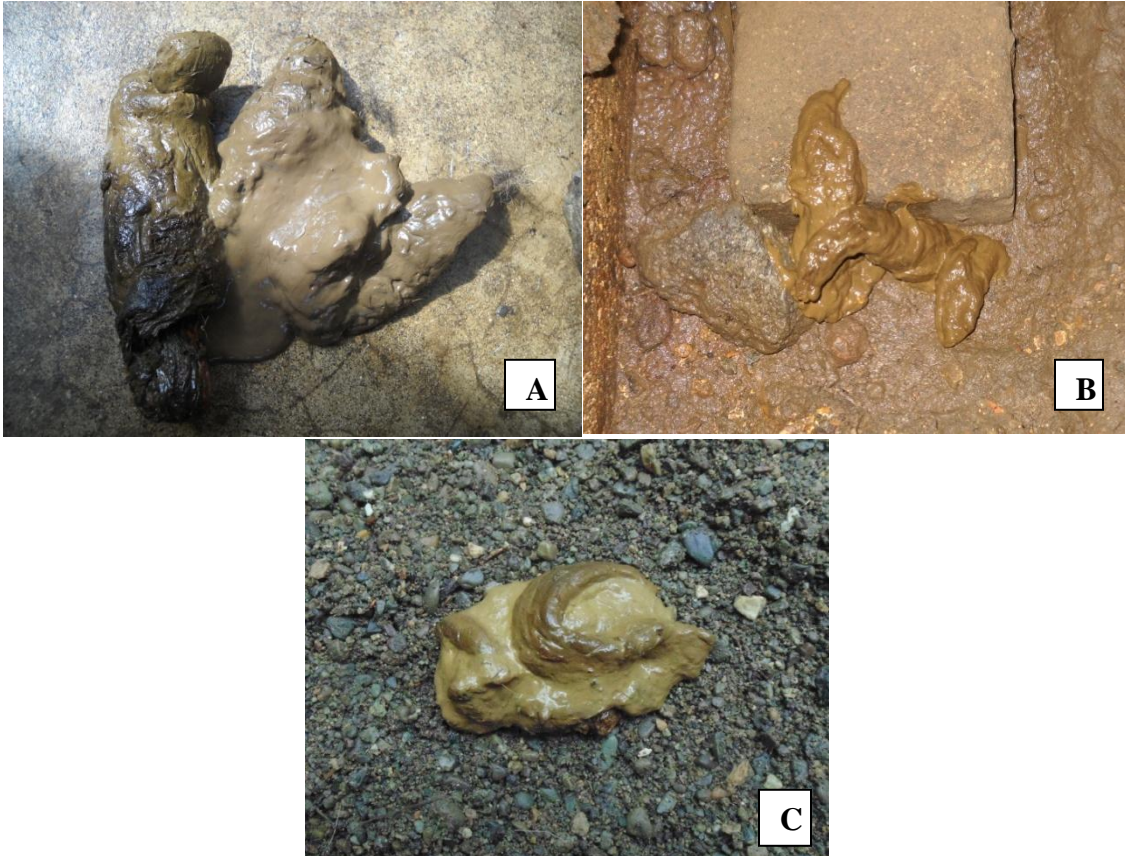


Figura 16. Heces Tipo 2 en jaguar (A), manigordo (B) y caucel (C).

Heces Tipo 3

Estas heces no se encontraron en ninguno de los individuos de los jaguares.

Manigordo: Acuosas sin forma definida, algunas con bordes redondeados, su coloración varía desde café claro hasta oscuros llegando a negras

Caucel: Pueden tener una forma ligeramente redondeada pero carecen de definición, con apariencia líquida algo gelatinosa, coloraciones cafés.

En la Figura 17 se muestran ejemplos de éstas.

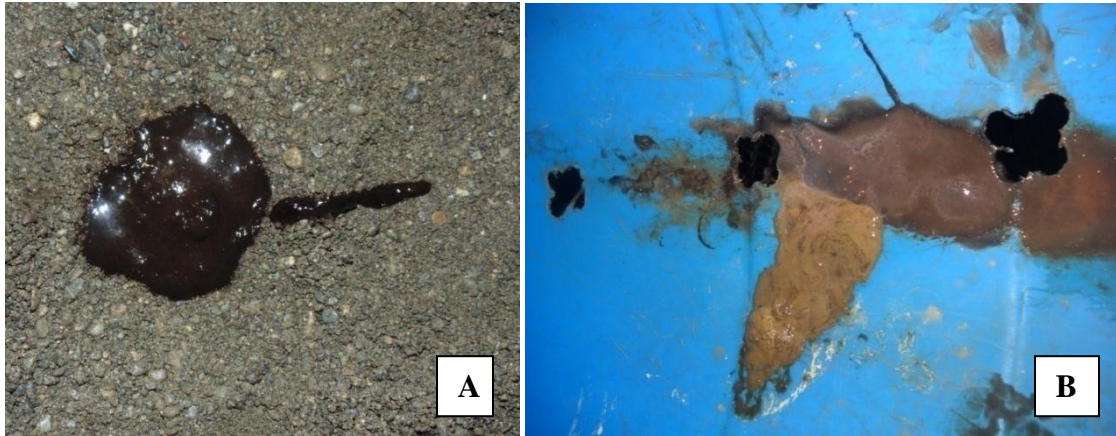


Figura 17. Heces Tipo 3 en manigordo (A) y caucel (B).

En la Figura 18 se presenta la frecuencia de las heces por especie, de acuerdo a su clasificación.

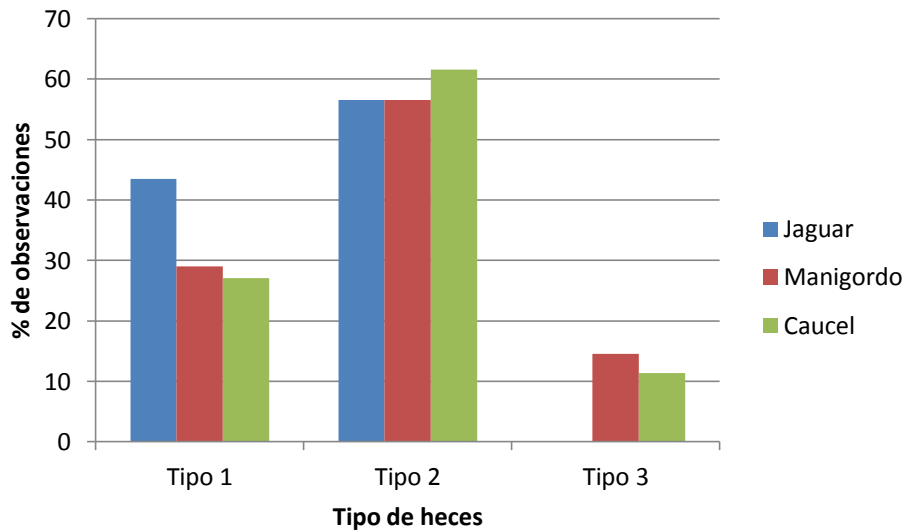


Figura 18. Frecuencia de heces según especie.

Se observa que la mayoría de las heces encontradas para las tres especies son del Tipo 2; siendo los cauceles las que más presentaron heces de ésta conformación.

En la Figura 19 se presenta la frecuencia de heces por dieta, de acuerdo a su clasificación.

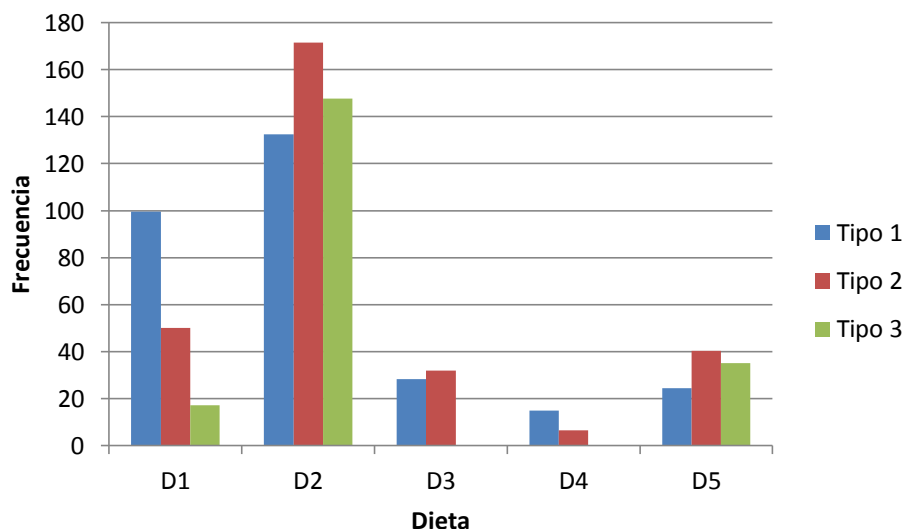


Figura 19. Tipos de heces observados según la dieta.

Todas las dietas presentaron heces tipo 1 y 2, donde D1 y D4 muestran en su mayoría heces 1; D2, D3 y D5 generaron más heces del tipo 2. La dieta 2 fue la que exhibió mayor cantidad de heces tipo 2.

Las dietas que presentaron un porcentaje de inclusión menor al 50% de hueso mostraron heces del tipo 3.

Al realizar la observación minuciosa de los componentes de las heces se pudo distinguir dos diferentes de heces, las que presentan en gran cantidad de pelo y las que no (Figura 20).



Figura 20. Heces con pelo y sin pelo. A: pelo; B: sin pelo.

En el caso de las heces compuestas de pelo, se observó que tienden a encapsular materiales que podrían resultar abrasivos como lo son trozos de huesos, dientes o uñas, patas, partes de insectos, cartílagos y trozos de carne sin digerir de diferentes tamaños.

Esto hace presumir que, a excepción del caucel del Centro de Rescate Jaguar, al cual se le ofrece ocasionalmente un ratón; el resto de animales están consumiendo presas vertebradas e invertebradas que entran en los recintos.

Asimismo se observó rastros de materia vegetal, tales como trozos de pasto y otras hojas.

En la Figura 21 se muestran ejemplo de estos materiales.

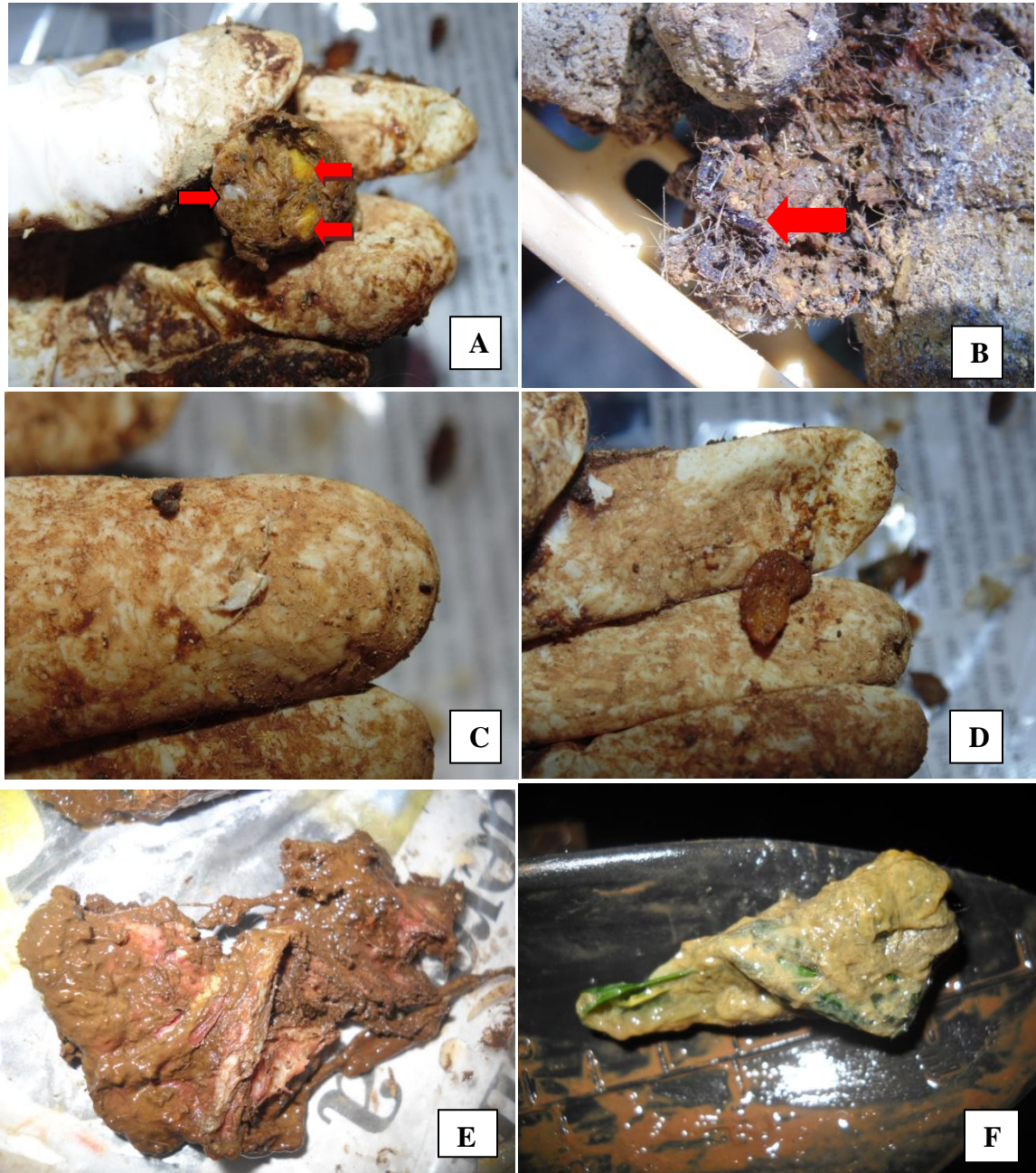


Figura 21. Ejemplos de materiales observados en las heces. A: huesos encapsulados; B: pata de artrópodo; C: diente; D: cartílago; E: carne sin digerir; F: trozos de pasto.

7. Condición corporal

Se realizaron las evaluaciones de condición corporal para las tres especies. Aunque se pueden aplicar las descripciones generales de conformación a nivel de familia, cada especie posee características que pueden alterar el análisis de la condición corporal. La escala se realizó con niveles de 1 a 5, siendo 1 la condición más baja, 3 la condición normal y 5 la más alta. En la Figura 22 se muestran los criterios de la AAHA (2010), utilizados en la clasificación de los animales del estudio.



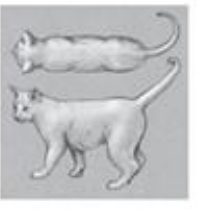


5 Punto	Descripción
1/5	 <p>Perros: Costillas, vértebras lumbares, huesos pélvicos y todas las prominencias óseas que sean evidentes desde una cierta distancia. Ninguna grasa corporal perceptible. Pérdida obvia de masa muscular.</p> <p>Gatos: Costillas visibles en los gatos de pelo corto; sin grasa palpable; pliegue abdominal notorio; vértebras lumbares y alas ilíacas obvias y fácilmente palpables.</p>
2/5	 <p>Perros: Costillas fácilmente palpables y que pueden ser visibles sin grasa palpable. Las partes superiores de las vértebras lumbares son visibles. Los huesos pélvicos se hacen prominentes. Cintura obvia.</p> <p>Gatos: Costillas fácilmente palpables con mínimo recubrimiento de grasa; vértebras lumbares obvias; cintura obvia detrás de las costillas; grasa abdominal mínima.</p>
3/5	 <p>Perros: Costillas palpables sin exceso de recubrimiento de grasa. Se observa la cintura detrás de las costillas cuando se observa desde arriba. Se observa pliegue del abdomen.</p> <p>Gatos: Bien proporcionados; se observa la cintura detrás de las costillas; costillas palpables con ligera cubierta de grasa; mínima acumulación de grasa abdominal.</p>
4/5	 <p>Perros: Costillas palpables con dificultad; pesada cubierta de grasa. Depósitos de grasa observables sobre el área lumbar y la base de la cola. Cintura ausente o apenas visible. Puede haber pliegue abdominal.</p> <p>Gatos: Costillas no fácilmente palpables con cubierta moderada de grasa; cintura cuyo diámetro puede aumentar pobremente por distensión; redondeo obvio del abdomen; moderado depósito de grasa abdominal.</p>
5/5	 <p>Perros: Depósitos masivos de grasa sobre el tórax, columna y base de la cola. Cintura y pliegues abdominales ausentes. Depósitos de grasa en el cuello y extremidades. Distensión abdominal obvia.</p> <p>Gatos: Costillas no palpables debajo de una pesada cubierta de grasa; depósitos de grasa pesados sobre el área lumbar, cara y extremidades; distensión del abdomen sin cintura; extenso depósito de grasa abdominal.</p>

Figura 22. Ejemplo de escala de condición corporal en el gato doméstico. Fuente: AHA (2010).

Las partes del cuerpo que se utilizaron en el análisis se indican a continuación con el símbolo ★ en la Figura 23.

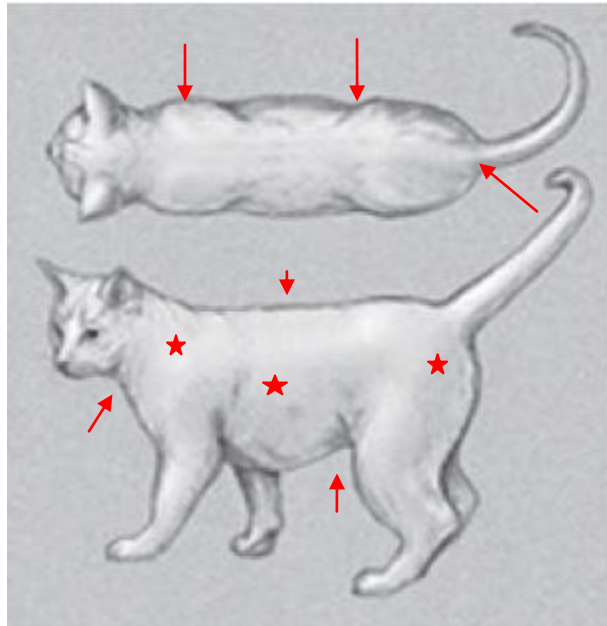


Figura 23. Ejemplo de animal en condición óptima donde se señalan los puntos importantes a observar en el cuerpo del animal. Fuente: AAHA (2010).

La utilización de puntos medios se debe a la escala utilizada donde se encuentran animales que presentan características de dos categorías sin ajustarse completamente en alguna de ellas.

En el Cuadro 18 se muestran los puntajes asignados a las diferentes especies.

Cuadro 18. Puntuaciones de condición corporal asignadas por especie.

Especies	Ámbito	Puntajes asignados
Jaguares	2.5 – 3.5	2.5; 3; 3.5
Manigordos	2.5 – 4.5	2.5; 3; 3.5; 4; 4.5
Cauceles	2 - 4	2; 2.5; 3.5; 4

A continuación se detallan las puntuaciones obtenidas, se indica cuáles fueron los puntos de calificación con el símbolo ★.

a) Jaguares

De acuerdo con Treiber et ál. (2010) un jaguar en condición normal (puntuación 3) es un animal compacto, con una espalda más corta y redondeada, con la cadera inclinada. Sin embargo, el barril y el patrón de pelo (manchas) hacen más difícil la visualización de la forma o estructura (punto de cadera, costillas). Seguidamente el detalle.

Curubanda: puntuación 2,5. El barril no es notorio, además los huesos de la cadera y costillas se visualizan bien sin ser increíblemente notorios, y se aprecian de forma más marcada los hombros y patas. En este caso se observa un depósito de grasa abdominal pequeño (señalado con flecha), sin embargo la consistencia del cuerpo es delgada, lo cual influye en la puntuación otorgada (Figura 24).

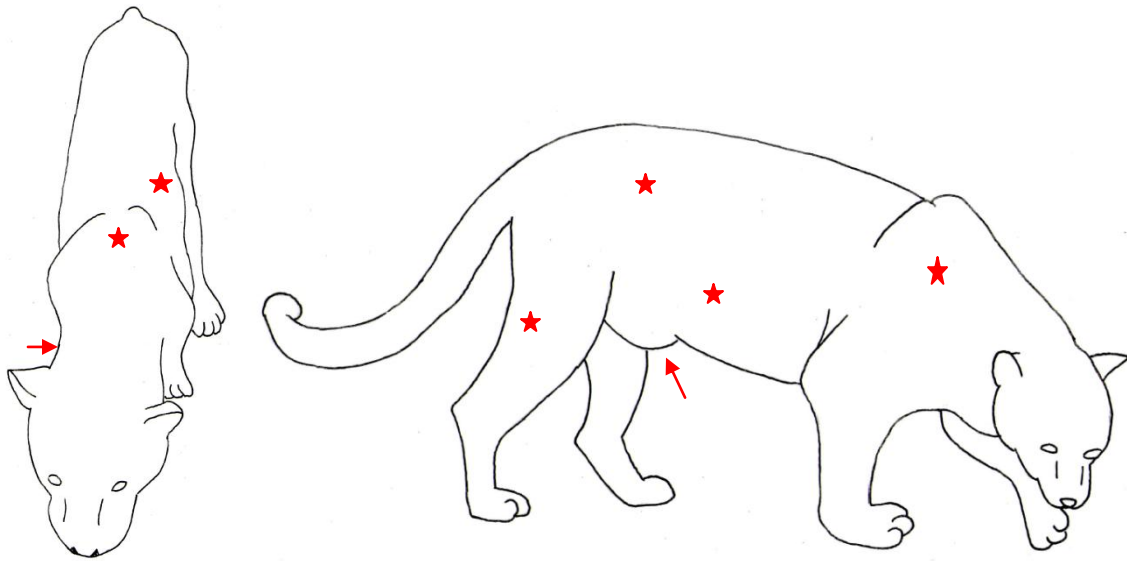


Figura 24. Siluetas de *Curubanda*, en posiciones frontal y lateral.

Rafa, Samba y Sansón: puntuación de 3. Estos animales no presentan grandes depósitos de grasa a nivel abdominal, recordando que por conformación de especie tienden a tener más barril, además los huesos de la cadera y costillas se visualizan bien sin ser demasiado notorios, y se aprecian los hombros y patas, el cuello se observa fuerte sin verse grande (Figura 25, 26 y 27).

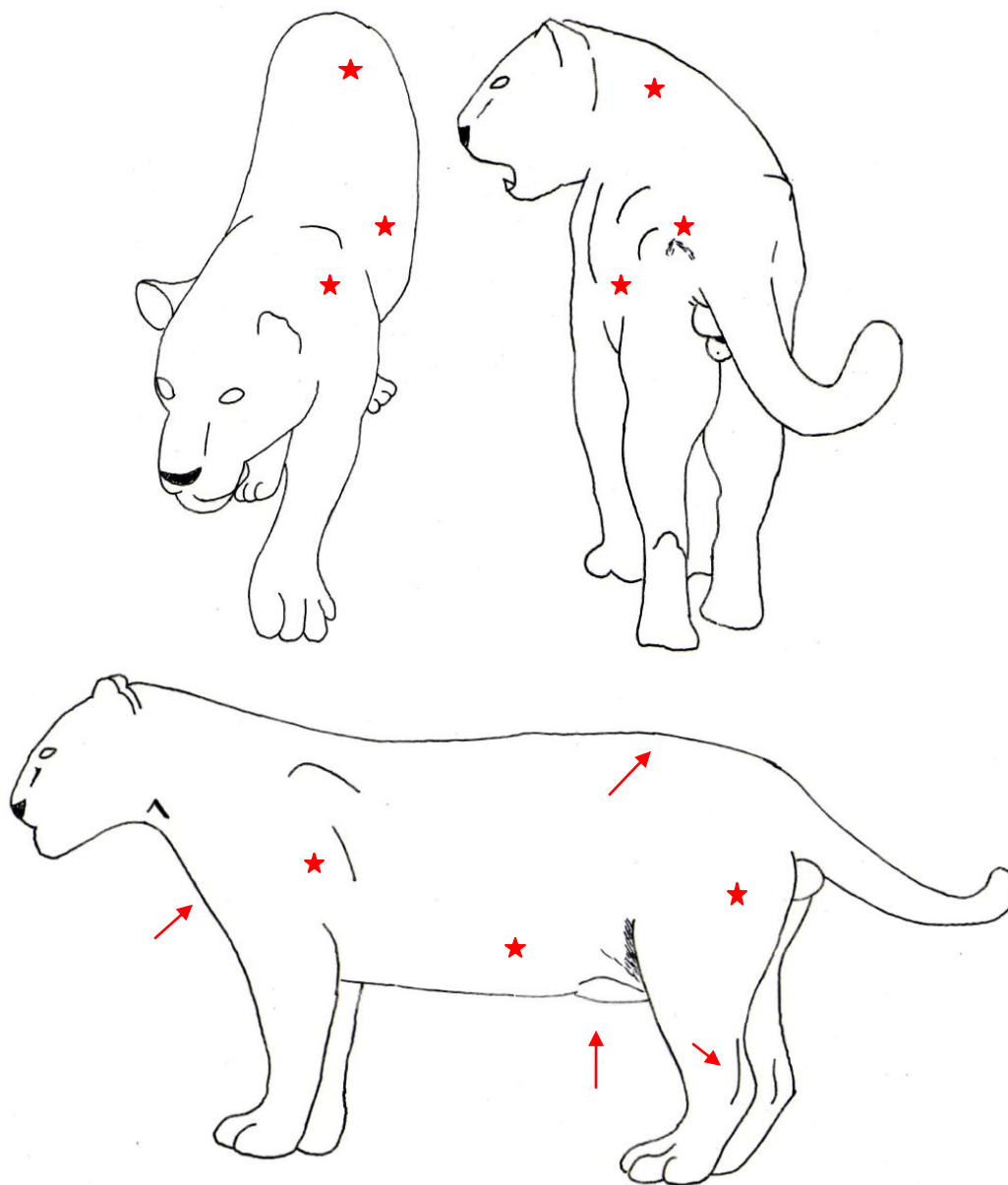


Figura 25. Siluetas de *Rafa*, en posiciones frontal, trasera y lateral.

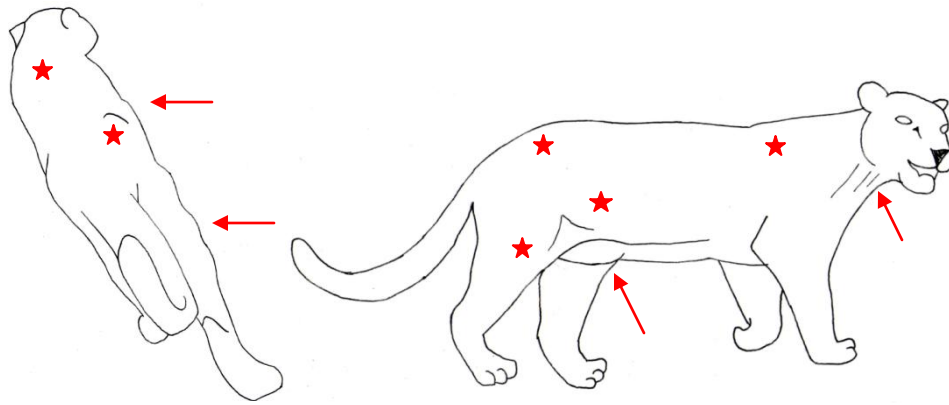


Figura 26. Siluetas de *Samba*, en posiciones trasera y lateral.

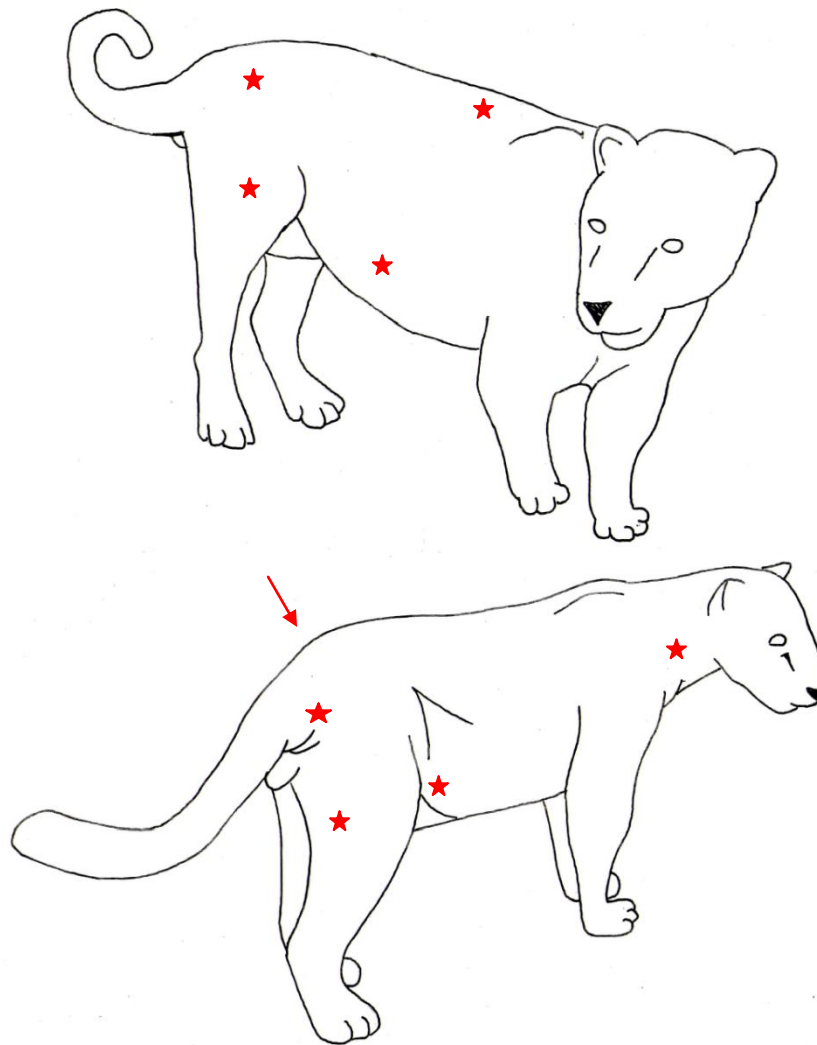


Figura 27. Siluetas de *Sansón*, en posiciones frontal y lateral.

Gordillo: puntuación 3,5. No se presentan grandes depósitos de grasa a nivel abdominal, es más notorio el barril, además se visualiza inclinación de la cadera y dependiendo de la posición se pueden ver los redondeos donde están los huesos de la cadera, se aprecian los hombros y patas anchos, se observan pliegues a nivel de la inserción de la cola y cuello, el cual además se ve más grande, lo cual genera una sensación de mayor compactación (Figura 28).

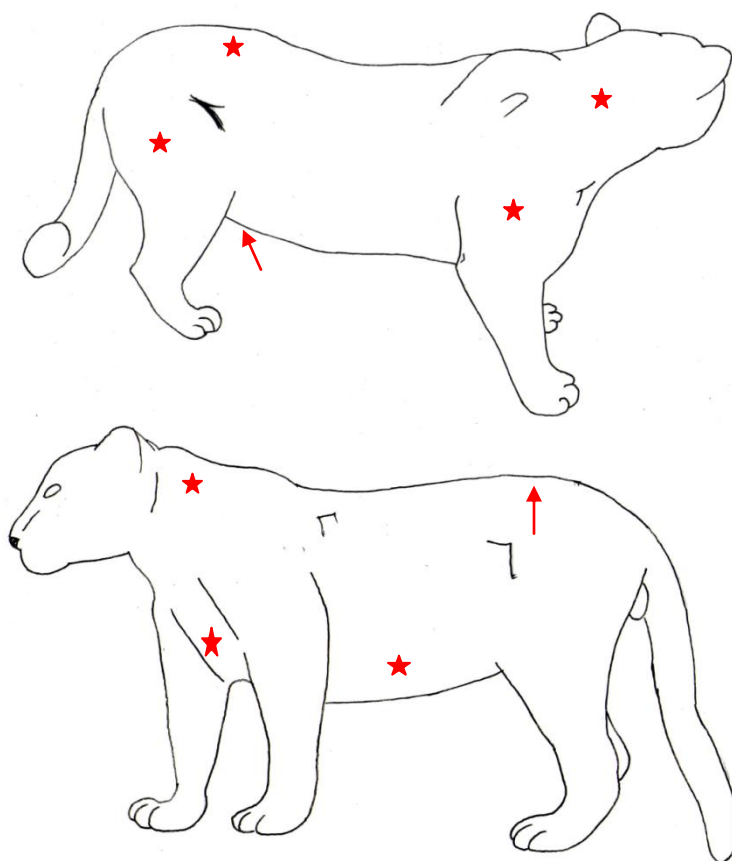


Figura 28. Siluetas de *Gordillo*, en posiciones lateral superior y lateral.

b) Manigordos

Los manigordos, en condiciones óptimas, son felinos compactos con una espalda relativamente corta y redondeada, poseen la cadera ligeramente inclinada, el patrón de manchas hace difícil ver la estructura, a nivel del vientre bajo tienden a formar depósitos adiposos. Seguidamente el detalle.

Oleg puntuación 2,5. El barril no es notorio, no posee depósito de grasa abdominal, los huesos de la cadera y costillas se visualizan bien sin ser muy notorios, se aprecian de forma más marcada los hombros y patas, las cuales se ven delgadas. Con un cuello delgado (Figura 29).

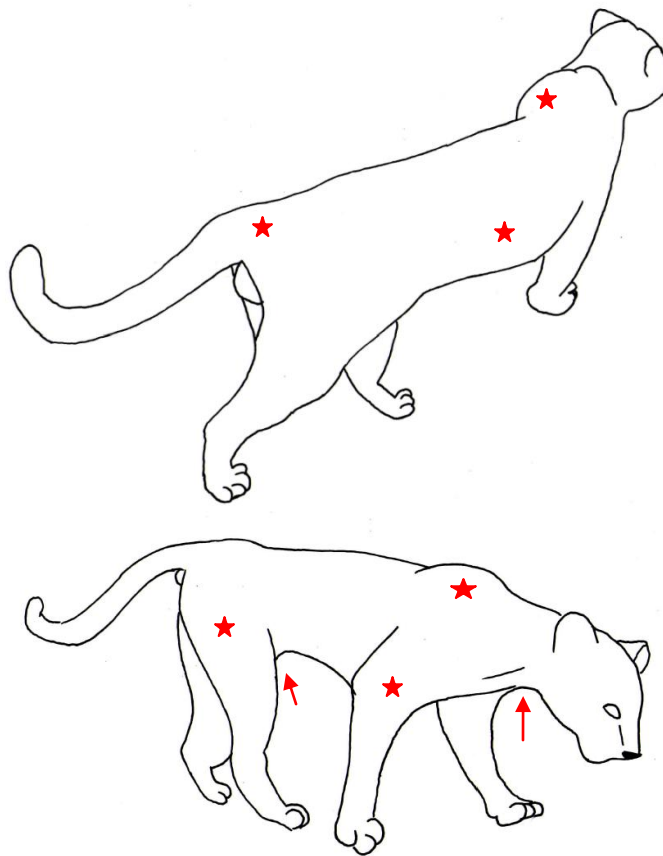


Figura 29. Siluetas de *Oleg*, en posiciones dorsal y lateral.

Max: puntuación 3. No presenta grandes depósitos de grasa a nivel abdominal, además los huesos de la cadera y costillas se visualizan bien sin ser notorios, se aprecian los hombros, patas y cuello con apariencia más fuerte (Figura 30).

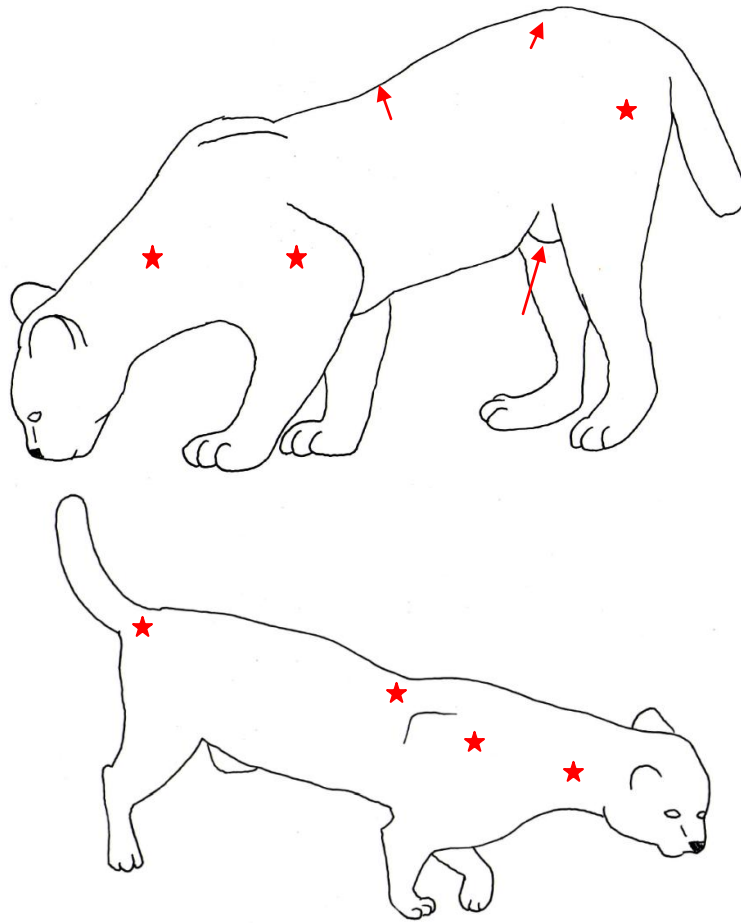


Figura 30. Siluetas de *Max*, en posiciones dorsal y lateral.

Rayito puntuación 3,5. El depósito de grasa a nivel abdominal es más notorio, además se visualiza inclinación de la cadera y dependiendo de la posición, se pueden ver los redondeos donde están los huesos de la cadera, se aprecian los hombros y patas anchas, se observan pliegues a nivel de la inserción de la cola, cuello y abdomen. Se empieza a ver un animal más redondeado (Figura 31).

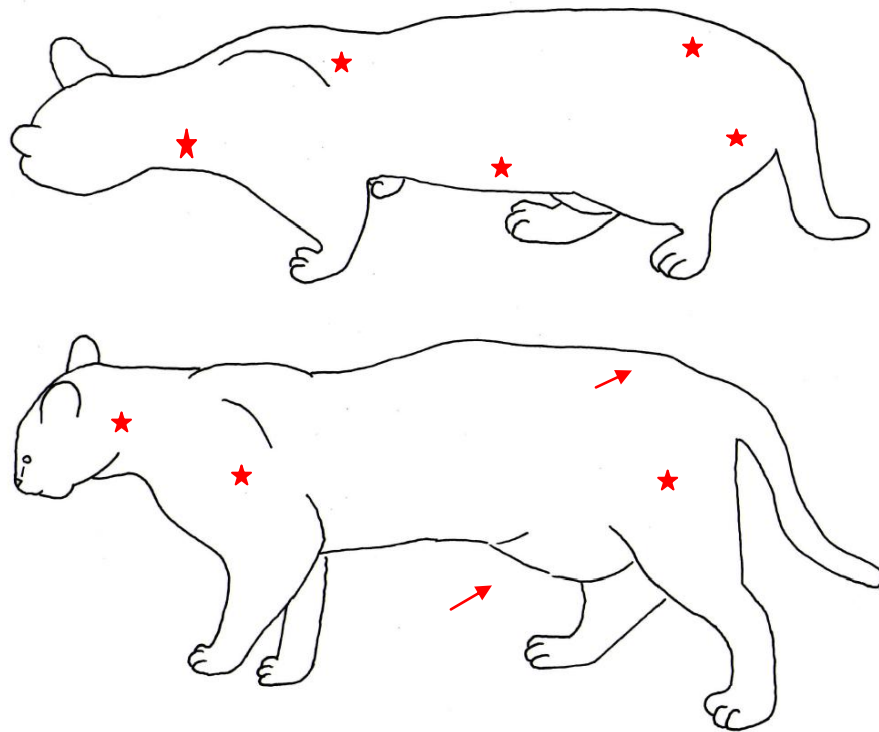


Figura 31. Siluetas de *Rayito*, en posiciones dorsal y lateral.

Negrillo puntuación 4. El depósito de grasa a nivel abdominal es de mayor tamaño, el barril es más notorio, además se visualiza inclinación de la cadera, y dependiendo de la posición se pueden ver los redondeos donde están los huesos de la cadera, se aprecian los hombros y patas anchas, se observan pliegues a nivel de cuello el cual se ve también más grande, además se nota más compacto (Figura 32).

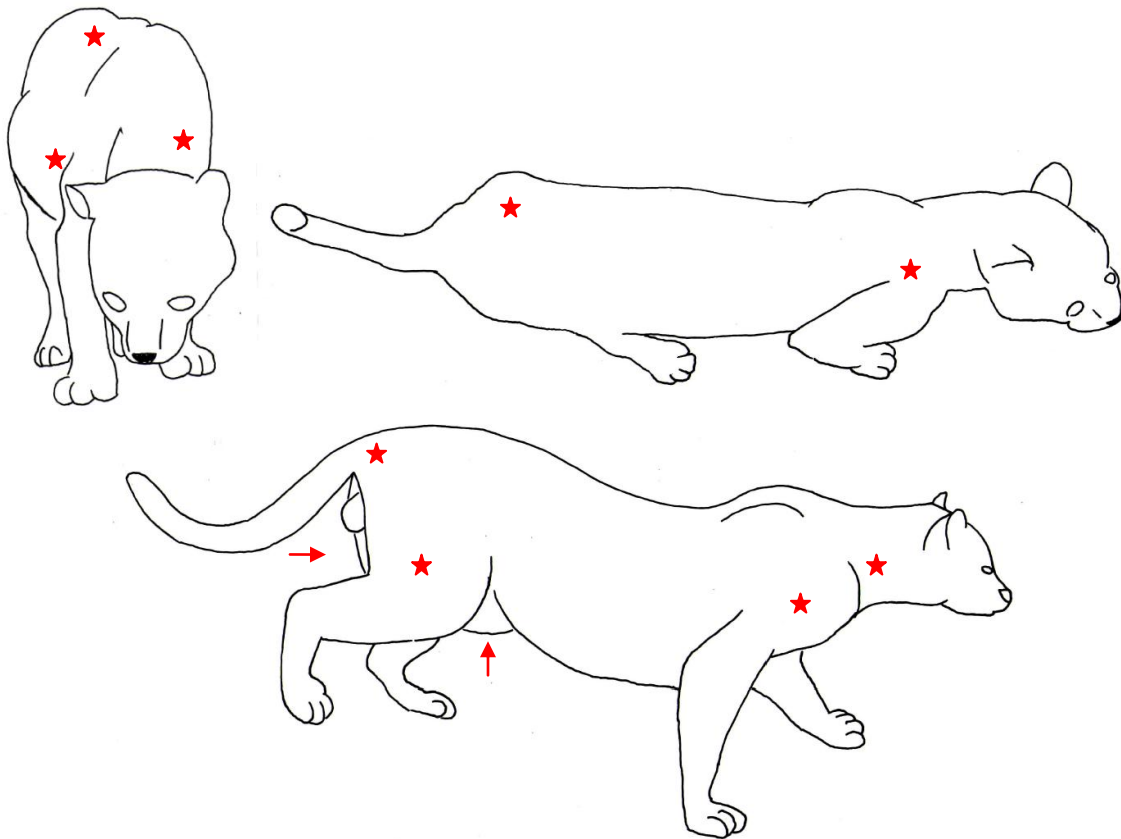


Figura 32. Siluetas de *Negrillo*, en posiciones frontal, dorsal y lateral.

Roy puntuación 4,5. El depósito de grasa a nivel abdominal es más notorio, dependiendo de la posición se pueden ver los redondeos donde están los huesos de la cadera, se aprecian los hombros, patas y cuello anchos, se observan pliegues a nivel de la inserción de la cola, cuello y abdomen. Se ve un animal más redondeado (Figura 33).

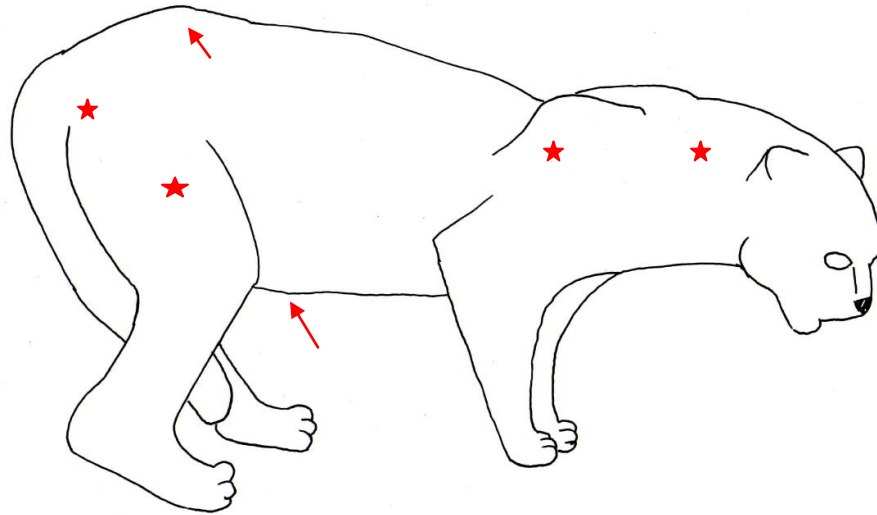


Figura 33. Siluetas de *Roy*, en posición lateral.

c) **Cauceles**

Los cauceles son gatos con una espalda alargada y redondeada, con una figura más estilizada, poseen la cadera ligeramente inclinada, el patrón de manchas hace difícil ver la estructura, a nivel del vientre bajo tienden a formar depósitos adiposos, poseen una cola especialmente larga.

Bigotes puntuación 2. No posee depósitos de grasa a nivel abdominal, se visualizan los huesos de la cadera, costillas y columna, se aprecian mejor las inserciones de hombros y patas, así como vacíos a nivel de las inserciones de cola y cuello, en patas se observan mejor los huesos, hay una mayor cantidad de piel suelta (Figura 34).

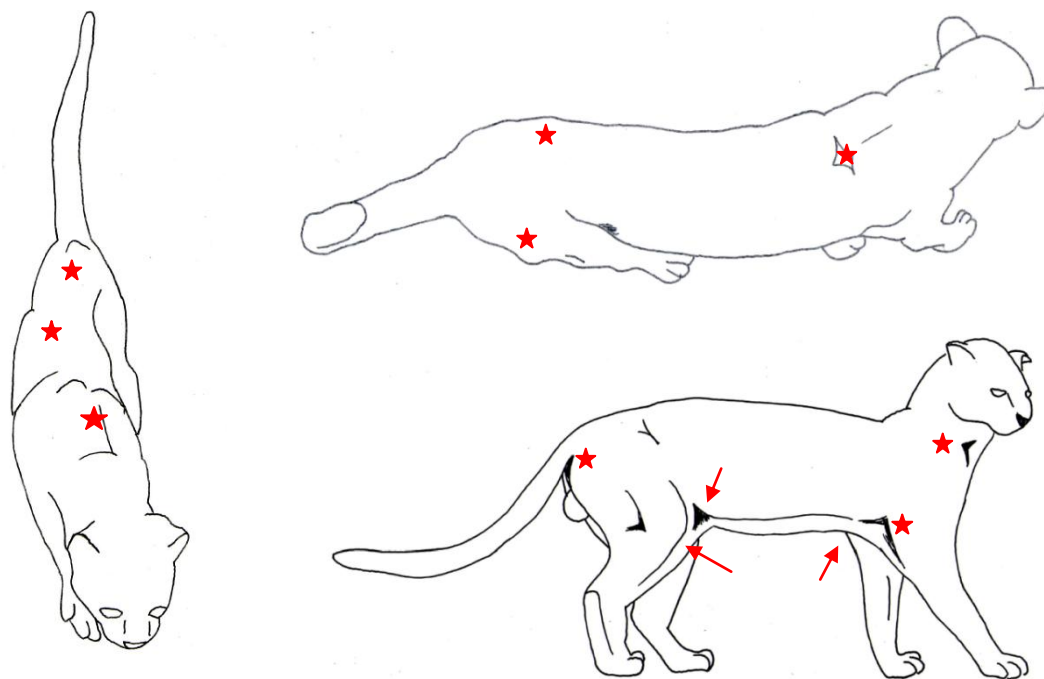


Figura 34. Siluetas de *Bigotes*, en posiciones frontal, dorsal y lateral.

Hembra puntuación 2,5. No posee un marcado depósito de grasa a nivel abdominal, se visualizan los huesos de la cadera, costillas, se aprecian mejor las inserciones de hombros y piernas, con una mayor cantidad de piel suelta (Figura 35).

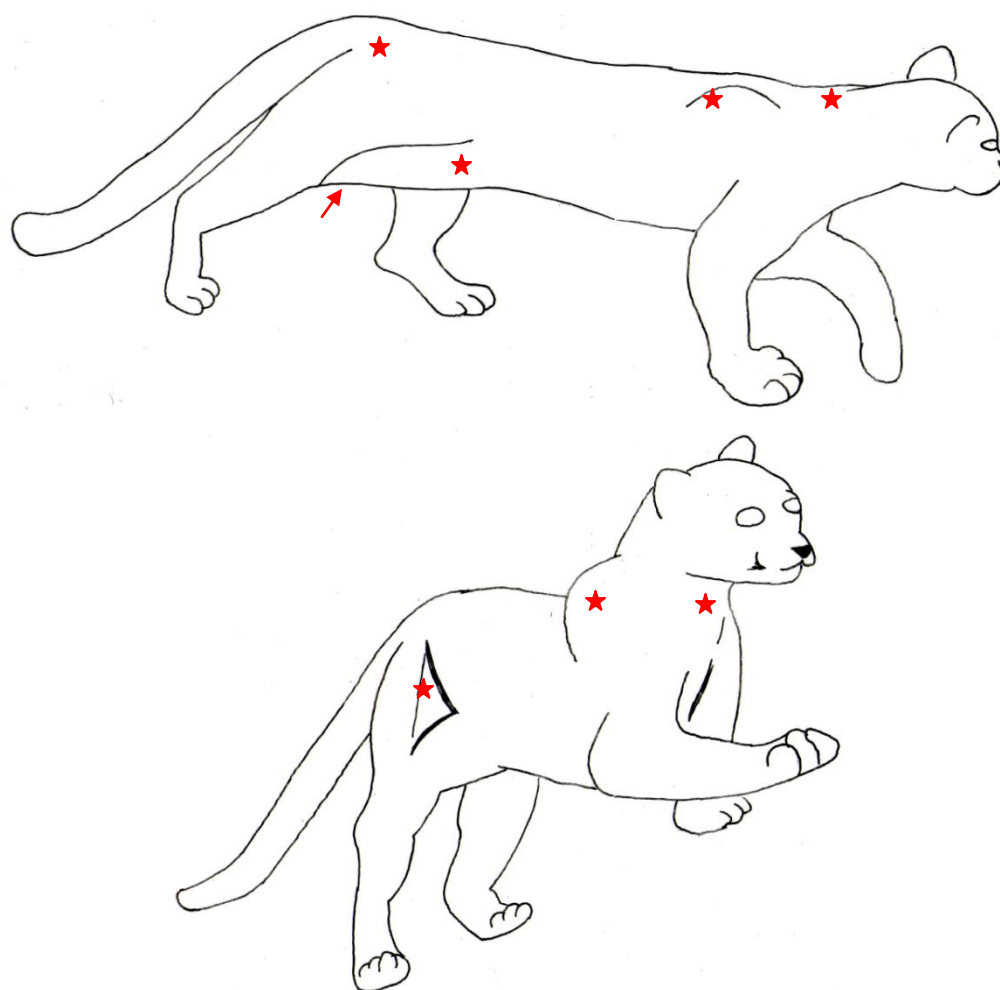


Figura 35. Siluetas de *Hembra*, en posiciones dorsal y lateral.

Canela y *Roña* puntuación 3,5. No presentan grandes depósitos de grasa a nivel abdominal, además se visualizan bien los huesos de la cadera y costillas sin ser notorios, se aprecian los hombros y patas, los cuales además se ven fuertes al igual que el cuello, se observa piel suelta (Figura 36 y 37).

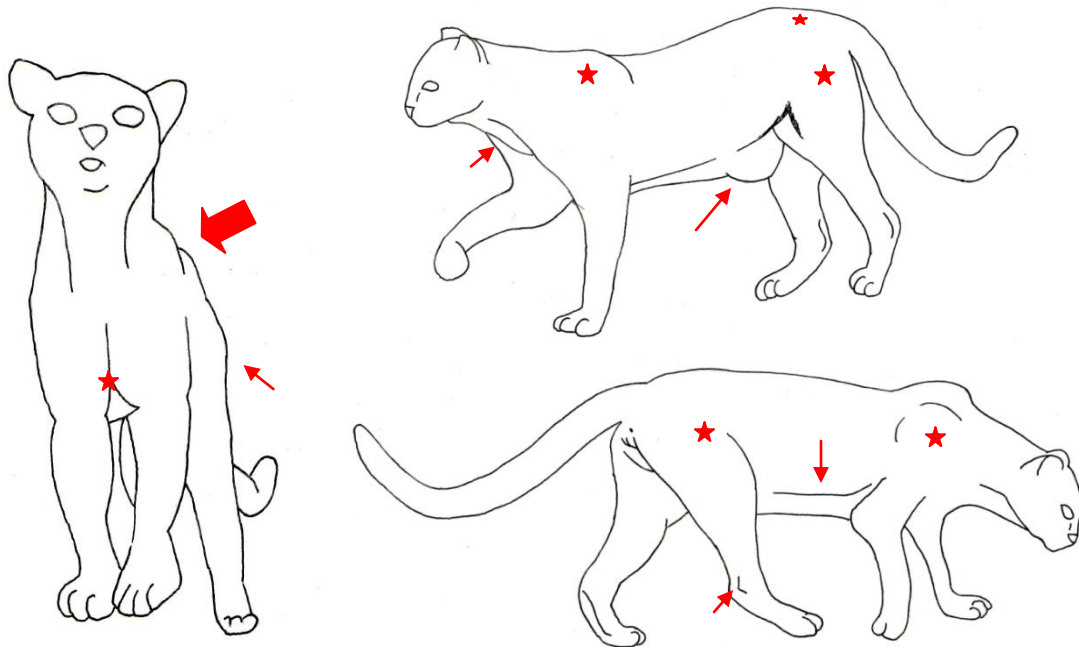


Figura 36. Siluetas de *Canela*, en posiciones frontal y lateral.

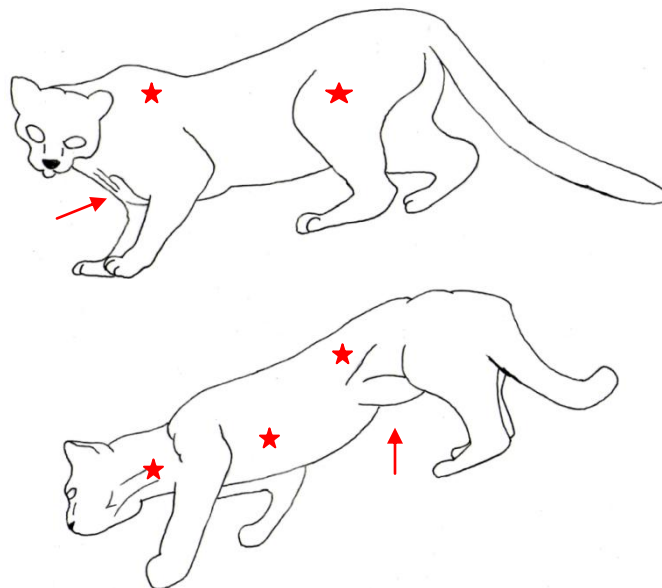


Figura 37. Siluetas de *Roña*, en posiciones lateral y ventral.

Diabolino puntuación 4. Se puede ver el depósito de grasa a nivel abdominal de mayor tamaño, más barril, además se visualizan inclinación de la cadera y dependiendo de la posición se pueden ver los redondeos donde están los huesos de la cadera, se aprecian los hombros, patas y cuello anchos, además la piel se ve más estirada en la inserción de la cola y cuello (Figura 38).

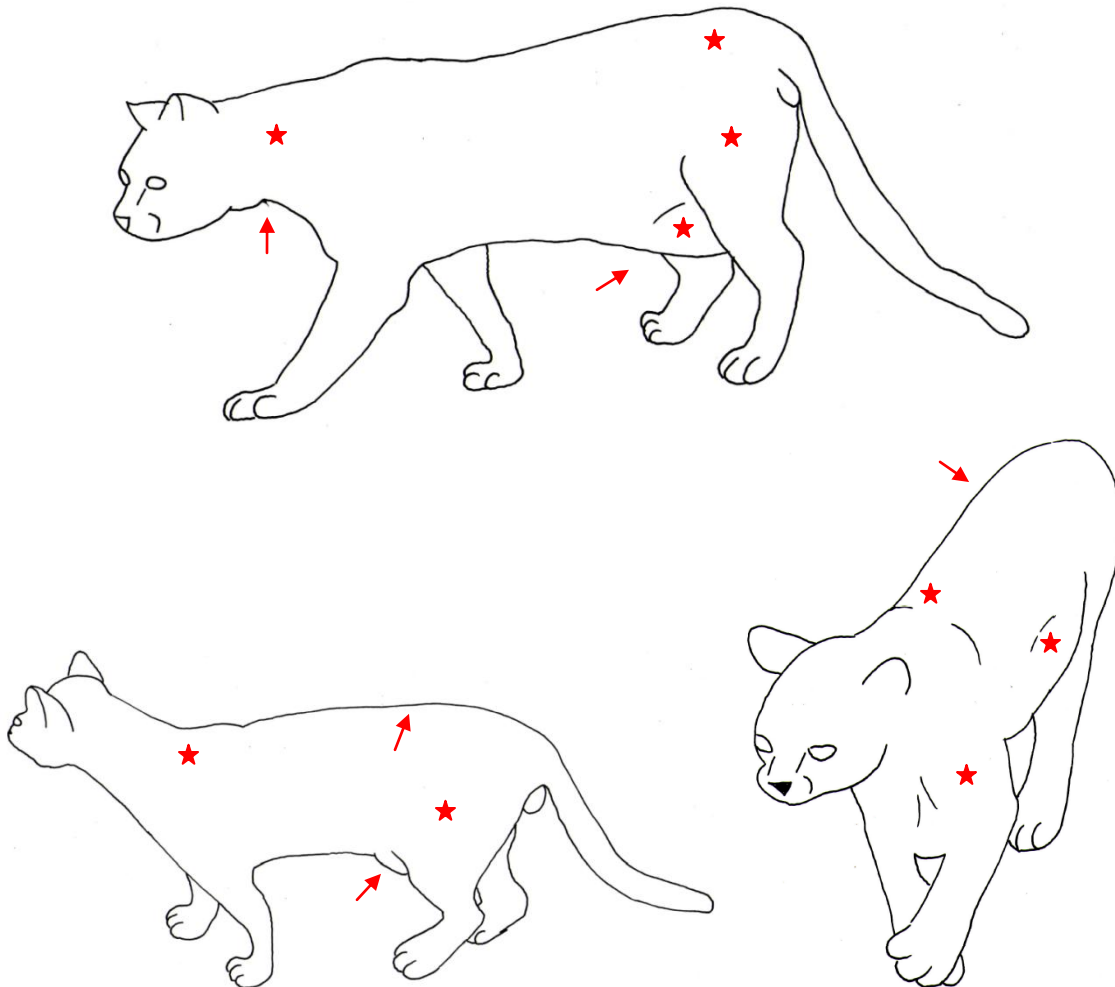


Figura 38. Siluetas de *Diabolino*, en posiciones dorsal, lateral y frontal.

VI. DISCUSIÓN

1. Temperatura y humedad

Los centros CRLP y ZNSB mostraron una temperatura significativamente diferente entre sí, los cuales presentaron los valores extremos reportados en el estudio. Igualmente, en la humedad el CRLP, CRJ y ZNSB presentaron diferencias altamente significativas; se observa diferencia entre los valores extremos encontrados (54,23 y 88,22 %) y el intermedio (75,25%).

Los factores ambientales, entre ellos la temperatura y la humedad, pueden afectar el confort de los animales que se encuentran en cautiverio.

Por ejemplo, el ámbito de distribución de los jaguares incluye temperaturas de 19°C a 27,8°C, y humedades de 75 a 80%, para los manigordos de 23 a 30°C y 40 – 83%, mientras que para los cauceles de 15 a 35°C y de 70 a 83%, respectivamente (Hermes 2004, Ruiz 2005, Espinosa 2006, Diaz-Pulido y Payán 2011, Flores-Escate y Iannacone 2011, Barrueta-Acevedo 2013).

Sin embargo, aunque los ámbitos observados coincidieron con los valores reportados de $24,83 \pm 3,06^{\circ}\text{C}$ y $74 \pm 12\%$ respectivamente para las tres especies, no se encontraron síntomas relacionados con estrés calórico por altas temperaturas en gatos, tales como: astenia, falta o decaimiento considerable de fuerzas, temblores musculares, cianosis, coloración azulada de piel causada por la deficiente oxigenación de la sangre, respiración dificultosa, aumento del ritmo cardíaco, alteración del color de las mucosas, tambaleo y alteración en salivación (Pérez 2012).

Se obtuvo una correlación negativa entre el consumo de alimento y la temperatura ambiental. Esto puede ocasionar que los animales disminuyan su consumo a temperaturas muy elevadas, lo cual coincide con Toletino et ál. (2008), quienes mencionan que el aumento de temperatura puede llevar a estrés calórico.

A este respecto, Araujo (2005) indica que cuando la temperatura ambiental está cerca o por encima del nivel crítico superior, comienza la reducción en el consumo de materia seca con el fin de disminuir el calor metabólico; pues muchas de las respuestas fisiológicas al estrés térmico son estrategias para mantener la temperatura corporal óptima.

Los animales termorreguladores establecen un equilibrio térmico entre el calor metabólico y la cantidad de calor que disipan. La conductancia térmica (capacidad de disipar calor en forma pasiva), puede ocurrir por conducción o por radiación térmica, esta varía a causa de ciertos ajustes compensatorios que ocurren en el organismo (cambios en el espesor del pelaje, irrigación periférica), frente a los cambios que se producen dentro de cierto intervalo de temperatura (Barnes y Massarini 2008).

Así como menciona Pérez (2009) la ingestión de alimentos incrementa el metabolismo oxidativo que se produce en condiciones basales, estos mecanismos actúan con independencia de la temperatura ambiente.

2. Volumen del recinto

Morales y Mendoza (2000) reportan tamaños de recintos para animales pequeños (caucel y manigordo) con un exhibidor de 10 m², contención 7 m² y altura de 2,5 m, mientras que para animales grandes como el jaguar de 35 m², 7 m² y 2,5 m respectivamente.

Por otra parte, Zapata y Caiozzi (2012) indican que los tamaños para los recintos de felinos pequeños pueden ser de 5 m² por animal y 4 m² adicionales por animal extra; en el caso de los felinos grandes de 30 m² y 15 m² por animal extra.

Con base en lo anterior se puede decir que las áreas de exhibidor de los recintos del estudio se encuentran dentro de los parámetros planteados, pero el tamaño de las contenciones resultaron de menor tamaño.

La correlación positiva entre el tamaño del recinto y el consumo indica que los animales pueden aumentar el mismo a medida que el recinto es más amplio, lo que hace que recorran más territorio y por ende tengan un mayor gasto de energía. A este respecto, German y Martin (2009) mencionan que los felinos al aumentar su actividad, además de quemar calorías, generan masa muscular y aumentan la tasa metabólica en reposo, ocasionando que las demandas nutricionales aumenten.

Gran parte de la proteína consumida por los felinos, a nivel metabólico es dirigida a realizar procesos de gluconeogénesis para obtener la energía necesaria según sus requerimientos (Zoran 2002). Por lo tanto, a mayor actividad realizada por el animal, mayor será la necesidad energética, y por lo tanto aumentará su

consumo de proteínas adquiridas en el alimento, con el fin de satisfacer dicha necesidad.

Por otra parte, a temperaturas bajas, el metabolismo del felino actúa de manera contraria. Barbiers et ál. (1982) en un estudio realizado con leopardos, reportaron diferencias en el consumo con respecto a los cambios en las necesidades energéticas de los felinos. Ellos hicieron mediciones de los requerimientos energéticos de mantenimiento relacionados con el cambio de temperatura según la estación, determinando que en las épocas de invierno el consumo aumentaba en forma importante y en el verano éste se veía disminuido.

3. Dieta

Durante el estudio no se pudo estandarizar la oferta de una sola dieta para todos los animales, debido a que cada centro de cautiverio tiene sus prácticas alimenticias establecidas. Esta alta variedad pudo haber afectado los resultados de las variables de respuesta, como se indicará más adelante. Asimismo, es importante destacar que la mayoría de las dietas se basaron en consideraciones empíricas, pues no contaban con fórmulas nutricionalmente balanceadas.

Con respecto a los ingredientes de las dietas, Bechert et ál. (2002) han utilizado dietas a base de caballo y res con composiciones de 28,5 y 25,4% de materia seca, 77,8 y 83,8% de proteína cruda y 12,19 y 9,14% de extracto etéreo respectivamente, además de una dieta comercial (Nebraska Canine Diet ®) de 33,4% de materia seca, 59% de proteína cruda y 23,02 de extracto etéreo en guepardos. En el caso de la carne de res, los valores de la materia seca y el

extracto etéreo fueron mayores, mientras que la proteína cruda fue menor a los encontrados durante el estudio.

Por otro lado Bennett et ál. (2010) utilizaron una dieta comercial felina (Nebraska Brand Feline Diet ®) con 39,5% de materia seca, 44,5% de proteína cruda y 32,2% de extracto etéreo; además de presas enteras como la rata y el pollo con valores nutricionales de 30,1 y 24,6% de materia seca, así como 54,9 y 65,9% de proteína cruda y 26,3 y 11,3% de extracto etéreo respectivamente en manigordos. En cuanto al pollo, los valores de materia seca, proteína cruda y extracto etéreo fueron superiores en un 10%, 3% y 54% respectivamente en este estudio.

A su vez, Kerr et ál. (2013) utilizaron res y caballo como una composición de 29 y 34,1% de materia seca, y 64,5 y 59% de proteína cruda respectivamente en jaguares. En cuanto al uso de la carne de caballo como ingrediente de dietas, la composición difirió en una menor cantidad materia seca y un mayor porcentaje de proteína cruda en el presente estudio. Es importante destacar que en el país no hay disponibilidad de dietas comerciales a base de carnes frescas para este tipo de felinos.

En cuanto a los excesos de grasa presentados en la mayoría de las dietas, (con excepción de la dieta 1 la cual presenta un valor un poco más bajo al requerimiento de NRC) Rivera (2012) menciona que las carencias de lípidos provocan alteración del pelaje (pelo seco e hirsuto), descamación, seborrea, predisposición a infecciones, alteraciones reproductivas y pérdida de peso. Su

exceso favorece la obesidad y sus consecuencias sobre la salud como problemas articulares, cardiacos e hígado graso.

German y Martin (2009) indican que algunas de las enfermedades asociadas con la obesidad felina son: anomalías metabólicas (hiperlipidemia/dislipidemia, resistencia a la insulina, intolerancia a la glucosa, lipidosis hepática), endocrinopatías (hiperadrenocorticismo, diabetes mellitus), trastornos ortopédicos, trastornos dermatológicos, afecciones de la cavidad oral, enfermedades cardiorrespiratorias (hipertensión), afecciones urinarias, enfermedad del tracto urinario inferior, urolitiasis, cáncer, anomalías funcionales como enfermedad articular, insuficiencia respiratoria (disnea), distocia, intolerancia al ejercicio, intolerancia al calor/ golpe de calor, y disminución de las funciones inmunológicas.

Asimismo, la deficiencia de calcio provoca hiperparatiroidismo secundario nutricional, alteraciones dentales y compresión vertebral, mientras que una deficiencia de fósforo afectará sensiblemente el crecimiento; también las dietas con desbalances de relación calcio:fósforo son responsables de la aparición de insuficiencia renal crónica por nefrocalcinosis (Rivera 2012).

Además, Watson (2007) menciona que el déficit de cobalamina (B₁₂) es habitual en la enfermedad inflamatoria intestinal y/o insuficiencia pancreática exocrina en gatos, y por sí solo puede causar pérdida de peso y signos de enfermedades gastrointestinales; el déficit de vitamina K es habitual en la enfermedad hepática e intestinal combinada y/o la enfermedad pancreática ('triaditis').

Con respecto a la hora de alimentación, la mayoría de los centros de cautiverio alimentan en horas de la tarde. De acuerdo con Oliveria (1998), Elizondo (1999), Malca et ál. (2006), MINAM (2011), los jaguares, cauceles y manigordos presentan hábitos de caza y actividad nocturna, por lo que su comportamiento en vida libre es un factor que se debe tomar en cuenta al realizar programas de alimentación para estos animales cuando se encuentran en cautiverio, con el fin de obtener mejores respuestas a las dietas y generar menos estrés.

Los resultados obtenidos indican que los encargados de los centros de cautiverio, al ofrecer las dietas en horas de la tarde, están estimulando su comportamiento natural.

4. Consumo

Vester et ál. (2008) reportaron un consumo de materia seca en jaguares adultos de 727 g/d, con dietas a base de carne de res suplementada; este valor es 68% superior al encontrado para los jaguares del estudio. Sin embargo, los jaguares del CRLP, los cuales consumían dietas con carne de res, presentaron depósitos aislados de grasa abdominal, sin llegar a condiciones de obesidad. El efecto en la condición corporal se retomará más adelante.

En el caso de lo manigordos, Bennett et ál. (2010) obtuvieron un ámbito de consumo de materia seca de 104-160 g/d utilizando dietas comerciales frescas y

presas enteras. Esto es aproximadamente un 29% menor a lo consumido por los animales durante el estudio.

Con respecto a los cauceles, Oliveira (1998) reportó un consumo de 286 g en cautiverio, siendo este 34% menor al consumo encontrado.

Como se indicó anteriormente, el consumo está relacionado inversamente con la temperatura ambiental y directamente con el volumen del recinto. Los mecanismos de regulación del consumo de alimento han sido definidos desde diferentes puntos de vista: bioquímicos, neurológicos y fisiológicos; sin embargo el enfoque disciplinario de los estudios ha conducido a una comprensión parcial de los aspectos involucrados (Vilariño et ál. 1996).

Para muchos animales, el deseo de alimentarse (apetito) se regula por medio del sistema nervioso central. La información proporcionada a este procede de factores ambientales como el fotoperiodo, así como señales intrínsecas que reflejan los niveles de nutrientes o el estado metabólico del animal; los animales suelen alimentarse cuando las necesidades energéticas superan el potencial metabólico de los combustibles circulantes, lo que evita que el animal recurra a los nutrientes almacenados (Moyes y Schulte 2007).

Existe un sistema de regulación a medio y largo plazo mediante reservas corporales (esencialmente adiposas) para evitar la pérdida tisular y de peso, con varios mecanismos de control del consumo alimentario entre los que se encuentran: mecanismos comportamentales, costumbres y aprendizajes como el condicionamiento sensorial o metabólico; mecanismos nerviosos, masticación (que favorece la saciedad oral), dilatación del estómago con efecto sobre la

saciedad física y mecanismos metabólicos como la teoría glucostática, la cual indica que una baja concentración de glucosa en las células hipotalámicas provoca el hambre (Horwitz et ál. 2010).

Desde el punto de vista bioquímico el control del apetito se ha estudiado más extensamente en los mamíferos; algunos factores reguladores se producen en las proximidades del tracto gastrointestinal, controlando los sucesos locales y enviando señales a la sangre para influir en otros tejidos. Asimismo, las hormonas liberadas por el tracto gastrointestinal llegan al hipotálamo, el cual integra la información y controla la conducta alimentaria; existen tres hormonas principales que controlan el apetito: la leptina, grelina y el péptido YY (Moyes y Schulte 2007).

Así como menciona Vilariño et ál. (1996) un número importante de hipótesis han sido generadas para explicar la regulación de la ingestión de alimentos, lo cual demuestra la dificultad de establecer una explicación simple del proceso.

5. Digestibilidad

Con respecto a la producción de heces por especie, Kerr et ál. (2012) reportaron un promedio de 410 g de heces para jaguares, este valor es 67% mayor al promedio reportado, aunque sí se encuentra dentro del ámbito presentado para la especie.

Además, Abreu et ál. (2008) indicaron una cantidad de 112,27 g en heces producidas por los manigordos, lo cual es 32 % menor al promedio encontrado, pero que de igual forma se encuentra dentro del ámbito propuesto de heces. Por último, Oliveira (1998) reportó en cauceles un promedio de 47 g de heces en

cautiverio, este valor es un 25% mayor al encontrado, pero se encuentra en el ámbito de producción encontrado.

Solamente se hallaron diferencias significativas entre la digestibilidad de materia seca y proteína cruda, y el volumen del recinto. En el caso de los jaguares y los manigordos, las diferencias se dieron entre el recinto más grande y el más pequeño, pero en los cauceles fue entre los recintos de mayor volumen con respecto a los otros dos.

Se sugiere que una de las razones por las cuales el tamaño del recinto afectó estas variables, fue por el consumo de materiales ajenos a la dieta, tal como se indicó anteriormente cuando se caracterizaron las heces en las cuales se encontraron restos de insectos y materia vegetal, ricos en materiales indigestibles para animales monogástricos, como la celulosa y la quitina.

Shah et ál. (1982) determinaron el efecto de diferentes componentes de fibra dietaria (celulosa, pectina y lignina) en la excreción y utilización de proteína en ratas, donde obtuvo que todas las dietas afectaron la digestibilidad aparente de proteína. Asimismo, Larsen et ál. (1993) probaron el efecto de la viscosidad de las dietas fibrosas en ratas, donde se ofreció celulosa y carboximetilcelulosa en la dieta, encontrando que el consumo con la dieta de celulosa fue significativamente menor.

Se aprecia por lo tanto que la fibra afecta en forma importante la digestibilidad de la proteína en las dietas de animales monogástricos, aspecto que hasta el momento no se ha investigado a profundidad en los felinos (Barry et ál. 2010). Esto debido principalmente a que el gato, al ser un carnívoro obligado y,

por lo tanto tener un gran requerimiento diario de aminoácidos, no se ha considerado la fibra como un nutriente que afecta el aprovechamiento de las dietas, aunque últimamente se han comenzado a usar fuentes de fibras fermentables para evaluar la actividad prebiótica. Algunas investigaciones recientes en carnívoros han demostrado la importancia de la fracción indigestible de origen animal en la dieta; en general, esta fracción incluye partes de la presa no digeridas ni absorbida, tales como piel, pelo, cartílago y huesos, así como exoesqueletos de insectos (Cools et ál. 2014).

Se sugiere que, en el caso de los recintos muy grandes provistos de mucha vegetación, los animales quizá tienen más oportunidad de forrajear material vegetal, e incluso algunos artrópodos que se encuentren en las plantas del piso del recinto, o que puedan consumir cuando están subidos en los árboles. Por otra parte, en el caso de los recintos pequeños, que por lo general tenían poca vegetación, se observó que el personal ofrecía material vegetal a los animales una vez por semana, lo cual pudo haber tenido un efecto la digestibilidad y en la observación de materiales fibrosos en las heces.

No se encontró información relativa al aprovechamiento de los diferentes tipos de materiales fibrosos en especies de felinos costarricenses. Según Despauw et ál. (2011), al realizar un estudio con guepardos alimentados con dos dietas que difieren en la proporción de tejido animal (presa completa de conejo versus carne de res suplementada), indican que, como los felinos silvestres son carnívoros estrictos, es probable que los tejidos animales pobremente digeribles

determinen la fermentación en el intestino posterior, en lugar de la fibra proveniente de las plantas, por lo que el efecto del material indigestible que proviene de tejidos animales difiere de éstas.

A este respecto, Fekete et ál. (2002) analizaron el efecto de diferentes tipos de fibra en la digestibilidad de nutrientes en gatos domésticos, suplementado dietas a base de pollo con pulpa de remolacha, alfalfa y cascarilla de maní, donde se obtuvo que, además de que la administración de suplementos de fibra no influyó en la ingesta diaria de materia seca de los gatos, la digestibilidad de la materia seca sí se afectó por su inclusión.

De esta forma, al parecer el consumo de fibra vegetal en la dieta de los carnívoros afecta los valores de digestibilidades en materia seca y proteína cruda, aunque se deben realizar más estudios al respecto.

Por otra parte, se observaron correlaciones inversamente proporcionales entre la digestibilidad de la proteína cruda y el consumo de alimento. Este tipo de relaciones se han observado en gatos domésticos, por ejemplo en el estudio realizado por Kerr et ál. (2008), en el cual se probaron dietas comerciales para gato, y dietas frescas a base de res, encontrando que los gatos alimentados con carne de res presentaron mayores digestibilidades de proteína cruda pero con un menor consumo de alimento.

Asimismo, Polanía et ál. (2008), utilizando dietas comerciales en gatos domésticos, concluyeron que el alimento más digestible presentó un consumo

2,08 veces menor en comparación con el alimento menos digestible. Como mencionan Mayntz et ál. (2009) este comportamiento puede estar asociado a efecto de regulación de nutrimentos por medio del consumo; hábito que se ha observado en algunos predadores obligados, pero que en gatos no ha mostrado un mayor grado de especificidad en esta regulación en comparación con algunos predadores insectívoros.

Con respecto a las variables ambientales, estas no tuvieron un efecto significativo en la digestibilidad. Sin embargo, aunque existieron limitaciones por el número de individuos y la variedad de dietas, los cuales pudieron tener una influencia directa en las respuestas obtenidas, se puede sugerir, que con respecto al ambiente, los parámetros de temperatura y humedad reportados durante el estudio se hallaban dentro de la zona de termoneutralidad de los animales, es decir, el ámbito de temperatura ambiental que exige esfuerzos mínimos al animal para mantener su temperatura corporal (González 2010).

Las características físicas de los animales, tales como las diferencias de tamaño entre especies, también pueden afectar la digestibilidad de las dietas consumidas. Como se mencionó anteriormente, el consumo de alimento varía de acuerdo al tamaño de estos, de forma que animales grandes poseen consumos mayores. Wynne (1989) durante su estudio de comparación de digestibilidades en cuatro especies de felinos, encontró que la digestibilidad de la proteína estaba inversamente relacionada con el tamaño del cuerpo del animal. Esto podría explicar el hecho de que la digestibilidad promedio de los cauceles fuera mayor al

de las demás especies, y que a su vez los manigordos presenten una mayor digestibilidad que los jaguares.

En promedio, los manigordos presentaron digestibilidades de materia seca de 81,87%, 95,05% de la proteína cruda, y 89,71% de extracto etéreo. Estos valores difieren de lo reportado por Bennet et ál. (2010), quienes obtuvieron menores digestibilidades de materia seca y proteína, y mayores de extracto etéreo. Dado lo anterior, es evidente que la información existente no es del todo concluyente.

Los jaguares, por otra parte, mostraron 82,59% de digestibilidad de materia seca, 93,19% de la proteína y 91,19% del extracto etéreo. Estos resultados se encuentran dentro de los ámbitos existentes para proteína cruda y extracto etéreo, mientras que son menores en cuanto a la materia seca (Vester et ál. 2008, Kerr et ál. 2013).

No se encontraron hasta el momento investigaciones relativas a estos parámetros para cauceles en cautiverio. Los cuales presentaron valores de digestibilidad en un 83,84% de materia seca; 95,13% de proteína cruda; y 93,08% de extracto etéreo.

Con relación a las dietas, no se encontraron diferencias significativas entre las dietas ofrecidas para ninguna de las variables de respuesta. Esto coincide con

lo reportado por Barbiers et ál. (1982), quienes no obtuvieron diferencias en la digestibilidad al usar dietas comerciales y a base de carne de res en leones africanos, tigres, pumas y leopardos en cautiverio, así como lo encontrado por Kane et ál. (1981) al utilizar dietas con diferentes fuentes de grasa en gatos adultos, pues no observaron diferencias significativas entre las digestibilidades obtenidas. Sin embargo, los felinos del estudio mostraron mayores digestibilidades de la proteína en comparación con la información generada para gatos domésticos.

Asimismo, Kerr et ál. (2013), al evaluar dietas compuestas por carne de bisonte, res, caballo y alce, y su efecto en la digestibilidad en gatos domésticos, gatos salvajes africanos, tigres malayos y jaguares, tampoco encontraron respuestas significativas por efecto de la dieta o por especie. A pesar de lo anterior, son necesarios más estudios para poder afirmar estos supuestos en especies costarricenses, sobre todo en los felinos pequeños.

Con respecto a los resultados obtenidos al analizar solamente la dieta 1 (carne de res), en la cual se encontraron diferencias significativas entre los jaguares y los cauceles, Vester et ál. (2010) al utilizar dietas con carne de res y caballo, obtuvieron también diferencias significativas de la digestibilidad de la materia seca por especie, entre guepardos, jaguares, tigres malayos, tigres siberianos y gatos domésticos.

Además, las regresiones lineales mostraron la dependencia entre el consumo y las diferentes digestibilidades estudiadas, donde las regresiones fuertemente relacionadas con su respectiva ecuación permitirían predecir a partir del consumo de materia seca la digestibilidad.

En el caso de los cauceles fue en las digestibilidades de la materia seca y proteína cruda, mientras que en los jaguares fue en las digestibilidades de proteína cruda y extracto etéreo, y para los manigordos no se presentaron relaciones fuertemente ligadas por lo que sus valores no resultan significativos.

6. Tasa de pasaje

Aunque no se encontraron diferencias significativas con respecto a la especie, existen algunas investigaciones al respecto en especies de animales carnívoros.

Por ejemplo, Karasov et ál. (1986) en su estudio con lagartijas e iguanas, no encontró diferencias significativas entre especies pero concluyó que la tasa de pasaje se incrementa con el tamaño del animal; además que el tiempo de pasaje es más lento en los animales herbívoros que los carnívoros.

Con respecto a la dieta, no se encontró que esta influyera significativamente en la tasa de pasaje. De forma similar, Childs-Sanford y Angel (2006), durante su comparación entre la digestibilidad y tasa del pasaje del perro (beagle) y el lobo de crin utilizando dos dietas (comercial de mantenimiento para lobos y una dieta experimental), obtuvieron un tiempo de tránsito de 47,2 a 47,5 y

de 43,3 - 45,2 h para el perro y el lobo respectivamente, y no se encontraron efectos significativos de la dieta o especie. Estos datos son similares a los encontrados en el presente estudio.

De manera similar, Edwards et ál. (2001) en su estudio con diferentes fuentes de fibra en caracal (*Caracal caracal michaelis*) y gato bengala (*Prionailurus bengalensis euptilura*) no encontró diferencia significativa para la dieta.

La tasa de pasaje se relaciona con la especie, sus características fisiológicas y hábitos de alimentación. Dentro del grupo de los carnívoros, los felinos cuentan con un aparato digestivo simple, adaptado para tener tasas de pasaje cortas, a diferencia de los cánidos, los cuales están adaptados a ingerir también materiales de origen vegetal, teniendo por tanto tasas de pasaje más largas (Ruff et ál. 2007). Por otra parte, la fibra también puede influir en el tiempo de tránsito de la digesta, al igual que en la digestibilidad, como se mencionó anteriormente, ya que la retención se da más que todo en el intestino grueso, donde la fibra es digerida por microorganismos intestinales, lo cual es un factor importante que afecta a la digestibilidad en los animales no rumiantes (Sakaguchi et ál. 1987). Se sugiere que este comportamiento es lo que presentaron algunos animales con tiempo de retención más largo, los cuales pueden estar relacionados con la ingesta de fibra (material vegetal o artrópodos).

La fibra dietética está constituida por un grupo heterogéneo de sustancias de origen vegetal que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, pero que sufren una digestión parcial o total en el colon. La fibra insoluble

ayuda a mantener un tránsito intestinal normal. Al incrementar la motilidad intestinal, un animal aumenta la velocidad de paso de alimento por el tracto gastrointestinal, lo que a su vez influye en la eficiencia de la absorción; la mayor viscosidad intestinal provocada por la fibra soluble también aminora la velocidad de tránsito, la velocidad debe ser lo suficientemente lenta para permitir la digestión y asimilación (Rodríguez-Palenzuela et ál. 2000, Valenzuela y Maiz 2006, Moyes y Schulte 2007).

Con respecto al efecto significativo que presentó la temperatura en el tiempo de tránsito, este se dio solamente en el caucel y manigordo del Centro de Rescate Jaguar, en el cual casualmente se ofrece el alimento dos veces al día.

La digestión integra procesos químicos, el transporte y compartimentación de la digesta en el intestino, y en última instancia la absorción. Para explicar estos procesos y su relación con la forma en el que el animal consume y aprovecha el alimento, se generó el modelo de reactor químico, que evalúa cómo los individuos cumplen las necesidades nutricionales mejorando el marco de optimización del alimento (Logan et ál. 2003).

Hume (2002) menciona que también existe la teoría de reactores de tanque, la cual se aplica para el problema del tiempo de retención óptimo de los carnívoros que consumen parcialmente una presa individual. Esta teoría indica que los animales requieren una infusión permanente de precursores (el alimento) y generan un flujo constante de nutrientes (Moyes y Schulte 2006).

Asimismo, Hume (2002) explica que a medida que la tasa de absorción de energía neta de un individuo comienza a declinar, se alcanza un punto en que se

hace más rentable para buscar y consumir presas frescas; es decir, el tiempo que un alimento debe ser retenido depende de la disponibilidad de las raciones posteriores; cuando la comida es continuamente disponible, el tiempo de retención óptimo es determinado por la energía invertida en la adquisición de alimentos.

La teoría anteriormente descrita podría explicar la relación de la tasa de pasaje con la temperatura ambiental encontrada en el caucel y el manigordo del CRJ. Se supone que, al encontrarse el animal en un lugar caliente, el consumo constante de alimento eleva el calor metabólico, de forma que como medida regulatoria aceleraron su tiempo de tránsito gastrointestinal. Esto podría reforzarse por el hecho de que las tasas de pasaje tan cortas, podrían también estar relacionadas con que se les realiza dos ofertas de alimento diarias.

Aunque el consumo de alimento tampoco ejerció un efecto significativo en la tasa de pasaje, estos resultados son similares a los reportados por Peachey et ál. (2000), al determinar el tiempo de tránsito total en gatos domésticos, no encontrando diferencias significativas entre la cantidad de alimento consumido y la tasa de pasaje, de 24,26 a 37,71 h. Esto coincide con los tiempos encontrados para los cauceles y manigordos del presente estudio. En este caso, al parecer el gato doméstico podría ser un modelo adecuado para evaluar la tasa de pasaje de felinos silvestres pequeños, aunque es necesario generar más información al respecto.

7. Evaluación de heces

Para el presente estudio se realizó la caracterización visual de las heces y se clasificaron en tipos.

Bang y Dahlström (1975) y Bjune (2000) citados por Chame (2003), mencionan que los excrementos son parte de material digerido y partes no digeridas de los animales y las plantas; los componentes fecales pueden incluir plumas, huesos, dientes, garras, escamas, quitina de artrópodos, semillas y tejidos vegetales, granos de polen, así como moco, células y una cantidad significativa de bacterias vivas y muertas.

Por otra parte, Chame (2003) indica que la forma y el contenido de las heces funcionan como una herramienta muy valiosa para identificar la especie animal de la que provienen, y que su tamaño y el contenido de los alimentos que contenga también coadyuvan en esta tipificación.

A este respecto, Weber et ál. (2002) durante su estudio con varias razas de perros, encontraron que hay una correlación positiva fuerte entre el tamaño del cuerpo y la escala fecal en animales adultos. Aunque en esta investigación no fue necesario realizar caracterizaciones de las heces para determinar la especie animal, la información obtenida de pesos, consistencias y otras características físicas brindan información que definitivamente puede relacionarse con la especie de la cual provienen.

Por esa razón, utilizar una escala que incluya los diferentes tipos de heces y su relación con la especie animal, permitiría observar cambios en los

comportamientos digestivos de los animales. Las heces son indicadores cualitativos de la interacción animal-dieta, en animales sanos, la consistencia de las heces nos puede orientar sobre el equilibrio nutricional del animal, permitiendo interpretar y corregir problemas (Bavera y Peñafort 2006). Por ejemplo, Despauw et ál. (2011), observaron un aumento de la producción y consistencia de heces, con presencia de vello no digerido y huesos, al probar dietas compuestas de conejo entero y carne de res consumidas por felinos silvestres.

La evaluación cualitativa de heces, clasificándolas en diferentes escalas de puntuación, es una herramienta implementada en felinos silvestres para analizar el estado de salud y parámetros relacionados con la nutrición y su funcionamiento digestivo (Iske et ál. 2014).

Nery et ál. (2010) mencionan que la tolerancia digestiva puede evaluarse mediante la determinación de la calidad fecal (consistencia, humedad, volumen, olor y color). A la producción de heces de pobre calidad (no bien formadas, y con más cantidad de agua), se les han propuesto dos explicaciones principales: reducción de la absorción global de electrolitos, o mayor fermentación en el intestino grueso, ya que la fermentación en el colon está relacionada con la absorción de agua y electrolitos debido al mayor potencial osmótico de sus productos. Se podría sugerir entonces que los animales que presentaron heces suaves (Tipo 3), presentaban también problemas de equilibrio hídrico y electrolítico, aunque no se realizaron este tipo de determinaciones a nivel químico, ni se observaron problemas evidentes de salud en los mismos durante el periodo de estudio.

8. Condición corporal

Aunque no se obtuvieron puntuaciones extremas en la evaluación, sí se observaron algunas situaciones las cuales es necesario corregir, con condiciones de delgadez en algunos casos, y de obesidad en otros.

Para los jaguares se puntuó en el ámbito de 2,5 a 4. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Treiber et ál. (2010), quienes formularon una escala de nueve puntos para el género *Panthera* que incluyó jaguares, en la cual se evaluaron los mismos puntos del cuerpo, y los animales evaluados en esos puntajes presentaron una conformación parecida a los utilizados en este estudio.

Los manigordos presentaron un ámbito de 2,5 a 4,5. Esto coincide con Vallenge (2012) quién creó una escala de cinco puntos, para cinco especies de felinos en la cual se encuentra los manigordos y jaguares, en los cuales los animales asemejan sus conformaciones a los estudiados.

En el caso de felinos pequeños, Scott et ál. (2002) realizaron análisis de condición corporal en gatos ferales con una escala de nueve puntos, obteniendo un ámbito de 3 a 7 puntos, lo cual, haciendo el ajuste correspondiente de la escala, se encuentra dentro del ámbito planteado para los cauceles.

Otro hallazgo interesante fue que la condición corporal no estuvo relacionada directamente con el tamaño del recinto. De esta manera, se observaron animales de las tres especies en condiciones corporales altas, tanto en recintos amplios como en más pequeños.

Las causas más comunes de obesidad en gatos se deben al exceso de ingesta de alimento y la falta de ejercicio (Miani 2009). La obesidad se define

como el depósito excesivo de la grasa corporal (German y Martin 2009). En el gato, los datos relativos al peso corporal ideal son más limitados, se considera que presentan sobrepeso cuando su peso corporal ideal se supera en más del 10% y son obesos cuando sobrepasa al ideal en un 20% (Lund et ál. 2005).

De acuerdo con Lund et ál. (2005, 2006) un 34% de los perros adultos en Estados Unidos presentan sobrepeso u obesidad, en el caso de los gatos se menciona que un 35% de la población recae en este rubro

Martin et ál. (2006) mencionado por German y Martin (2009) indican que en los gatos, la obesidad suele estar asociada casi siempre a un aumento de la concentración plasmática de prolactina, leptina y del factor de crecimiento similar a la insulina, tipo 1 (IGF)-1. Por su parte, Jeusette et ál. (2011) mencionan que las causas de la obesidad y el aumento de peso están asociados a una mayor expresión de citoquinas inflamatorias (TNF α , IL-6) y a una menor expresión de adiponectina antiinflamatoria en el tejido adiposo.

Además, como mencionan Osorio y Cañas (2012) el elevado mecanismo gluconeogénico del felino hace que los excesos de fuentes energéticas en la dieta se conviertan en tejido adiposo.

German y Martin (2009) indican que una manera de prevenir y tratar la obesidad en gatos es incentivando el movimiento, viéndose mejoras en los animales obesos que presentan mayor actividad física a medida que disminuyen de peso. Tomando en cuenta que el exceso de peso es un factor que acrecenta enfermedades específicas ortopédicas, endocrinas, cardiovasculares, neoplásicas, en perros y gatos; y también complica los procedimientos terapéuticos y

diagnósticos al reducir la tolerancia o la flexibilidad de las mascotas al estrés metabólico (Valdes 2011).

El enriquecimiento ambiental que incluye un aumento en el nivel de actividad en los animales, podría ser una herramienta útil en el control de su peso, sin embargo en el caso de felinos, es recomendable que estas prácticas se acompañen de un estricto seguimiento, para determinar si el estímulo de la actividad tiene un efecto significativo en la pérdida de peso en animales con síntomas de obesidad.

Por eso es que la escala de condición corporal es una herramienta que se recomienda utilizar, ya que es no invasiva y libre de costo, que evalúa el grado de tejido adiposo externo en un individuo (Bray y Edwards 2001).

Con una adecuada escala se puede relacionar la condición corporal con estados de la salud, como el riesgo de enfermedades para las condiciones corporales más altas en animales adultos (AAHA 2010).

En la presente investigación se observaron animales con puntuaciones altas (4), pero también bajas (2). Según Scarlett y Donoghue (1998), los gatos con exceso de peso pueden conducir a riesgos de enfermedades tales como la diabetes mellitus, cojera (presumiblemente relacionadas con las lesiones de la osteoartritis y tejidos blandos), así como problemas de piel relacionados con las alergias. Por el contrario, los animales caquéuticos y delgados son más propensos a tener diarrea, lo cual no está asociado con un diagnóstico definitivo.

Asimismo, Lund et ál. (2005) mencionan que en estudios con poblaciones caninas, se han encontrado relaciones entre la obesidad y trastornos músculo esqueléticos, problemas cardiovasculares, intolerancia a la glucosa y diabetes mellitus, hipertensión, disfunción inmune y renal.

Una de las prácticas que se utilizan para corregir condiciones corporales altas es el control del consumo de alimento. La disminución de las calorías de la dieta, ofreciendo alimentos con poca o nula cantidad de grasa, así como de la ración, favorecen la pérdida de peso en felinos en cautiverio. German y Martin (2009) mencionan que una de las técnicas para el control de la obesidad en gatos consiste en disminuir la cantidad de raciones ofrecidas.

La presente investigación generó información importante sobre evaluación de condición corporal, sin embargo, son necesarios más estudios para establecer una escala más precisa, con información de mayor número de individuos.

Por esa razón, se sugiere que los centros de cautiverio apliquen este tipo de herramientas que permitan determinar la condición en la que se encuentran los felinos de sus colecciones, lo cual arrojará información con la cual se podrán hacer ajustes en el manejo alimenticio, así como el manejo y el tipo enriquecimiento ambiental, de forma que se logre implementar un manejo de fauna más técnico y científico.

VII. CONCLUSIONES

En el caso de las condiciones ambientales, la temperatura puede presentar efectos de correlación con el consumo de alimento y la digestibilidad de la proteína, por lo que se debería considerar en las futuras investigaciones a realizarse en el país.

Se observó un efecto significativo del volumen del recinto en la digestibilidad de la materia seca, en el caso del recinto de la jaguar *Samba* con respecto a los otros, además en el caso de la digestibilidad de la proteína cruda, las diferencias se presentaron entre los recintos de *Samba*, *Sansón*, *Negrillo*, *Oleg*, *Roñía*, *Canela* y *Diabolino*.

El incremento en la actividad física que conlleva el volumen de los recintos, pueden afectar las digestibilidades de materia seca y proteína cruda de las dietas.

En los ensayos de digestibilidad que se lleven a cabo en los recintos de los animales, el enriquecimiento ambiental podría afectar los valores de consumo y digestibilidad observados, por la ingesta de los animales de vegetación y fauna (vertebrados e invertebrados) presentes en el mismo.

Todas las dietas son altamente digestibles para las tres especies de animales, sin embargo las dietas compuestas por carne de res y carne de caballo

con menudos de pollo, poseen un menor porcentaje de materia seca y son las más proteicas, mientras que la dieta que incluyó trozos y menudos de pollo presentó el mayor aporte de grasas.

En cuanto a los minerales, se observa que todas las dietas superan el requerimiento nutricional, siendo la dieta de carne de res la más cercana a los valores propuestos por el NRC, recordando que todas las demás dietas incluyen huesos que aumentan los valores de estas ofertas.

Además, todas cumplen con la relación calcio:fósforo de 1:1, donde la dieta de caballo con menudos de pollo es la que se ajusta más a esta proporción y la dieta de pollo entero con menudos de pollo la que presenta la relación más elevada (1,26:1) pero aún estando dentro del ámbito aceptado en esta relación particular.

El manejo de la entrega de alimento entre los centros de tenencia es muy similar, ya que la mayoría lo ofrece una vez al día en horas de la tarde.

En general los felinos consumieron el 100% de sus dietas, los casos de rechazo observados fueron particularmente debido a huesos no consumidos; en las dietas que combinan ingredientes, se da el rechazo del insumo menos palatable para el animal, que fue en su mayoría pollo (patas y pescuezos) para las tres especies. Los manigordos presentaron el menor rechazo de alimento entre las especies.

Aunque no se encontraron diferencias significativas entre las especies, se observó que los manigordos presentaron una menor digestibilidad de la materia seca, mientras que los cauceles mostraron similar digestibilidad de la proteína cruda con los manigordos; además los cauceles obtuvieron la mayor digestibilidad del extracto etéreo.

En los jaguares la dieta de res resultó más digestible. Para los manigordos la dieta de res presentó mayor digestibilidad de la materia seca y una similar digestibilidad de la proteína cruda con la dieta de res con pollo, la cual es más digestible en extracto etéreo. A los cauceles, la dieta de carne de caballo con menudos de pollo les resulta ser más digestible en cuanto a materia seca y proteína, pero la dieta de res con pollo es la más digestible en extracto etéreo.

Al analizar la digestibilidad de la materia seca de una dieta estándar (Dieta 1: carne de res) entre las especies se observaron diferencias significativas, de los jaguares con respecto a los cauceles.

La tasa de pasaje presenta muy poca afectación con relación al tamaño de los recintos. En general los manigordos fueron los que presentaron un menor tiempo de retención promedio.

Se observó un efecto significativo entre el tiempo de tránsito de 24 y 48 h con respecto a la temperatura de 26°C, siendo así significativo para el caucel y manigordos ubicados en el Centro de Rescate Jaguar.

El tiempo de tránsito de los animales se puede ver acelerado por la cantidad de ingestas y la temperatura ambiental, como un medio de regulación de calor metabólico.

Se realizó una escala de evaluación cualitativa de heces de felinos silvestres. Las heces Tipo 2 fueron las más observadas para las tres especies y específicamente en cauceles, mientras que los jaguares presentaron más heces Tipo 1 y los manigordos heces Tipo 3.

En la relación de la dieta con las heces se pudo observar que el porcentaje de inclusión de carne con hueso puede afectar la conformación de las heces.

Se propuso una escala de evaluación corporal en las tres especies de felinos, utilizando como base la existente para gato doméstico. Las puntuaciones variaron de 2 a 4.5, indicando que en algunos centros hay animales con tendencia a la obesidad, así como otros que se notan más delgados.

Se observó que la condición corporal de los animales no se vio influida por el tamaño del recinto en donde se encontraban.

En el caso de las condiciones corporales de los cauceles del Zoológico Simón Bolívar, se sugiere que se debieron a los comportamientos de dominancia de la hembra hacia el macho.

La oferta desbalanceada de nutrientes puede conllevar a muchas enfermedades en el organismo, resaltando así la importancia de que un zootecnista nutricionista formule las dietas, para evitar trastornos nutricionales y optimizar los recursos con los que se cuenta.

Generalmente la oferta de alimento es regulada por el personal de los centros de tenencia de una forma bastante empírica. Solamente dos de los centros estudiados poseen dietas formuladas nutricionalmente por una zootecnista, mientras que otro centro obtiene recomendaciones ocasionales sobre las dietas ofrecidas.

La alimentación de los animales sin tomar en cuenta los principios de nutrición animal, principalmente en una especie con restricciones nutricionales tan particulares como los felinos, merece especial atención, pues tiene un efecto directo en la salud y el bienestar animal.

Las investigaciones nutricionales en centros de cautiverio son difíciles de realizar, ya que muchas variables no se pueden estandarizar y los tamaños de población son pequeños, lo que conlleva a resultados son poco concluyentes.

La obtención de permisos para poder trabajar con los animales en algunos centros de cautiverio es muy difícil, ya que, aunque la fauna silvestre tiene tutela específica del Estado, las personas que están a cargo de los establecimientos en ocasiones se muestran poco cooperadoras con el quehacer científico. Éste no fue el caso de los centros que participaron en el presente estudio.

Se logró establecer varias herramientas que evalúan parámetros nutricionales y manejo alimenticio de utilidad para los centros de tenencia que poseen felinos en sus colecciones, y para los profesionales y encargados de estos animales.

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que las respuestas en el manejo nutricional varían según la especie de felino, por lo que el uso estricto del gato doméstico como modelo exclusivo para todos los felinos, no es una aproximación del todo adecuada.

Dada la gran diversidad existente entre los felinos silvestres a nivel global, es necesaria más investigación en el área nutricional para contar con información más precisa.

VIII. RECOMENDACIONES

Realizar un estudio con una mayor cantidad de individuos, para generar mayor grado de inferencia en las herramientas desarrolladas.

Elaborar investigaciones en centros que permitan estandarizar la mayor cantidad de variables de interferencia, ya que los centros de tenencia tienden a tener pocos animales, de forma que al aumentar la cantidad de animales también se incrementan las variables no deseadas.

Desarrollar estudios con una dieta estandarizada que permita medir mejor las demás variables propuestas, especialmente el efecto por especie.

Realizar estudios de digestibilidad basados en pollo, con el fin de registrar su efecto en la digestibilidad de las grasas especialmente, debido a que es un ingrediente muy utilizado en las dietas del país.

Evaluar la oferta de dietas basadas en carne de res y pollo entero con diferentes niveles de inclusión para la alimentación de estos felinos.

Realizar en los centros de tenencia las ofertas diarias de alimento de forma estandarizada (mismas cantidades, horarios y productos), estando estas debidamente balaceadas y suplementadas.

Investigar la utilización de fuentes de fibra en los carnívoros estrictos del país y sus efectos en la digestibilidad de los macronutrientes.

Alimentar a los jaguares con carne de res, a los manigordos con la mezcla de carne de res con carne de pollo y a los cauceles con la mezcla de carne de caballo con menudos de pollo.

Realizar estudios que incluyan un análisis cualitativo y cuantitativo de las heces de animales de vida libre, con el fin de contar con datos que sean útiles para la comparación de la información.

Elaborar escalas de condición corporal de los animales de vida libre con la ayuda de las fotografías obtenidas durante los monitoreos de las cámaras trampa.

Llevar un registro frecuente de los pesos de los animales, ya que se permitiría relacionar más la información obtenida, pues con los pesos se podría afinar la herramienta de puntuación de la condición corporal y así obtener ecuaciones de regresión que permitan inferir cuánto peso significa un punto en la clasificación de la condición corporal.

Se exhorta a que las autoridades gubernamentales posean un mayor grado de influencia sobre las investigaciones con los animales silvestres que se encuentran en los centros de tenencia, ya que dichos animales pertenecen al país, no a particulares.

IX. LITERATURA CITADA

- ABREU K, MORO-RIO R, SILVA-PEREIRA J, MIRANDA J, JABLONSKI E, PASSOS F. 2008. Feeding habits of ocelot (*Leopardus pardalis*) in Southern Brazil. *Mammalian Biology*. N° 73, 407- 411 p.
- ALLEN M, OFTEDAL O, EARLE K, SEIDENSTICKER J, VILARIN L. 1995. Do maintenance energy requirements of felids reflect their feeding strategies? *Nutrition Advisory Group Proc*. N°1, 97 – 103 p.
- ARAUJO O. 2005. Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales. IX Seminario de pastos y forrajes. Consultado el 14 de setiembre, 2014. En sitio web http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Consumo_a_pastoreo_II.pdf
- ASOCIACIÓN AMERICANA HOSPITALARIA DE ANIMALES. 2010. Guías para la evaluación nutricional de perros y gatos de la Asociación Americana Hospitalaria de Animales (AAHA). *Journal of the American Animal Hospital Association*. N° 46, volumen 4, 285 – 297 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). 1990. *Official methods of analysis of the AOAC*. 13 Th. ed. Washington, D. C.
- BARBIERS B, VOSBURGH S, KU K, ULLREY E. 1982. Digestive Efficiencies and Maintenance Energy Requirements of Captive Wild Felidae: Cougar (*Felis*

concolor); Leopard (*Panthera pardus*); Lion (*Panthera leo*); And Tiger (*Panthera tigris*) The Journal of Zoo Animal Medicine, Vol. 13, No. 1 (Mar., 1982), 32 – 37 p. Consultado el 13 de setiembre, 2014. En sitio web <http://www.jstor.org/stable/20094560>

BARNES A, MASSARINI A. 2008. Capítulo 38. Tasa metabólica y regulación térmica. Curtis Biología. Editorial Panamericana. 1160 p.

BARRUETA-ACEVEDO F. 2013. Requerimientos Básicos del Margay (*Leopardus wiedii*) en Cautiverio. Consultado el 4 de octubre, 2014. En sitio web <http://exzooticos.blogspot.com/2013/10/xyz.html>

BARRY K, WOJCICKI B, MIDDELBOSS I, VESTER B, SWANSON K, FAHEY G. 2010. Dietary cellulose, fructooligosaccharides, and pectin modify fecal proteincatabolites and microbial populations in adult cats. Journal of animal science, N° 88, 2978 - 2987 p. Consultado el 23 de setiembre, 2014. En sitio web <http://www.journalofanimalscience.org/content/88/9/2978>

BAVERA G, PEÑAFORT C. 2006. Lectura de la bosta del bovino y su relación con la alimentación. Consultada el 11 de noviembre, 2014. En sitio web http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/61-heces_del_bovino_y_relacion_con_la_alimentacion.pdf

BECHERT U, MORTENSON J, DIERENFELD E, CHEEKE P, KELLER M, HOLICK M, CHEN T, ROGERS Q. 2002. Diet composition and blood values of captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*) fed either supplemented meat or

comercial food preparations. Journal of zoo and wildlife medicine N°33, volumen 1, 16 – 28 p.

BECK E. 2010. Aspectos reproductivos de mamíferos silvestres de Costa Rica. Escuela de Medicina y cirugía veterinaria San Francisco de Asís. San José, Costa Rica. 306 p.

BEITZ D, BAUER J, BEHNKE K, DZANI D, FAHEY G, HILL R, KALLFELZ F, KIENZLE E, MORRIS J, ROGERS Q. 2006. Your cat's nutritional needs a science-based guide for pet owners. Nutrient requirements of dogs and cats. National research council of the national academies. 16 p.

BENNET C, BOOTH-BINCZIK S, STEELE S. 2010. Nutritional Composition and Digestibility by Ocelots (*Leopardus pardalis*) of Whole Animals and a Commercial Diet. Zoo Biology N° 29, 753 – 759 p. Consultado el 16 de setiembre, 2014. En sitio web <http://onlinelibrary.wiley.com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr:2048/doi/10.1002/zoo.20294/pdf>

BERG J, STRYER L, TYMOCZKO J. 2008. Bioquímica. Sexta Edición. Reverte. 1026 p.

BOND J, LINDBURG D. 1990. Carcass feeding of captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*) the effects of a naturalistic feeding program on oral health and psychological well-being. Applied Animal Behaviour Science N° 26, 373 – 382 p.

- BOSCH G, HENDRIKS W. 2014.Aspects of foraging ecology of carnivores that impact digestive physiology and metabolism. Proceedings of the comparative nutrition society. 229 p.
- BOZZOLI M. 1979. El nacimiento y muerte entre los bribris. Editorial de la Universidad de Costa Rica; San José.
- BRADSHAW J. 2006. The evolutionary basis for feeding behavior of dogs (*Canis familiaris*) and cats (*Felis catus*).Journal of Nutrition N°136, 1927 – 1931 p.
- BRAY R, EDWARDS M. 2001.Application Of Existing Domestic Animal Condition Scoring Systems For Captive (Zoo) Animals. Proceedings of Fourth Conference of the Nutrition Advisory Group (NAG). 25 – 28 p.
- BUFFINGTON C. 2006. Nutrition and nutritional disorders. Consultado el 3 de octubre, 2014. En sitio web www.vetmed.ucdavis.edu/ccah/local-assets/pdfs/FelHusCh6.pdf
- BUSH M, MUNSON L, PHILLIPS L, ALLEN M, KRAMER L, JUNGE R, LAMBERSKI N. 1998. A guide to medical/nutritional management of felids (including hand-rearing information).Husbandry manual for small felids. American Zoo and Aquarium Association.12 – 42 p.
- CARRILLO E, SÁENZ J. 2002. Felinos de Costa Rica. Revista Ambientico. N° 107. Consultado el 25 de marzo, 2012. Sitio web <http://www.una.ac.cr/ambi/Ambien-Tico/107/carrillo.htm>

- CARSON R. 2014. El proceso digestivo en perros y gatos. Notivet. Área técnica de Nestlé Purina Argentina. Consultado el 3 de octubre, 2014. En sitio web http://www.foyel.com/paginas/2009/12/1101/el_proceso_digestivo_en_perros_y_gatos/#sthash.vzW83sw5.dpuf
- CERNY H, MAZANEK S, CERNA E. 1991. Inmuno histochemical localitazion of endocrine G cell in the epithelium of pars pyloric mucosa of the cat and mouse stomach. Acta Veterinaria Brno. N° 60, 317 - 322 p.
- CHAME M. 2003. Terrestrial mammal feces: a morphometric summary and description. Memorias do instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro. vol.98 suppl.1 Consultado 4 de octubre, 2014. En sitio web www.scielo.br/scielo.php?pid=S0074-02762003000900014&script=sci_arttext
- CHILDS-SANFORD S, ANGEL R. 2006. Transit time and digestibility of two experimental diets in the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*) and domestic dog (*Canis lupus*). Zoo Biology N° 25, 369 – 381 p.
- CLAVIJO A, RAMÍREZ G. 2010. Taxonomía, distribución y estado de conservación de los felinos suramericanos: revisión monográfica. Boletín Científico Centro de Museos, Museo de historia natural. Colombia. N°13, volumen 2, 43–60 p.
- COOLS A, DE CUYPER A, PAUWELS J, JANSSENS G. 2014. Animal fiber: a key nutrient to carnivores, but how to determine this dietary fraction analytically?. Proceedings of the comparative nutrition society. 229 p.

- CRISSEY S, SWANSON J, LINTZENICH B, BREWER B, SLIFKA K. 1997. Use of raw meat-based diet or a dry kibble diet for sand cat (*Felis margarita*). Journal of animal science. N° 75, 2154 – 2160 p.
- DELANEY S, FASCETTI A, BRENTSON P. 2012. Integration of nutrition into clinical practice. Applied Veterinary Clinical Nutrition, Wiley-Blackwell. 402 p.
- DESPAUV S, HESTA M, WHITEHOUSE-TEDD K, VANHAECKE L, VERBRUGGHE A, JANSSENS G. 2011. Animal fibre: The forgotten nutrient in strict carnivores? First insights in the cheetah. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. N° 97, 146 – 154 p. Consultado el 18 de setiembre, 2014. En sitio web <http://onlinelibrary.wiley.com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr:2048/store/10.1111/j.1439-0396.2011.01252.x/asset/j.1439-0396.2011.01252.x.pdf>
- DESPAUV S, BOSCH G, HESTA M, WHITEHOUSE-TEDD K, HENDRIKS H, KAANDORP J, JANSSENS G. 2012. Fermentation of animal components in strict carnivores: A comparative study with cheetah fecal inoculum. Journal of animal science, N° 90, 2540 – 2548 p. Consultado el 23 de setiembre, 2014. En sitio web <http://www.journalofanimalscience.org/content/90/8/2540>
- DIAZ-PULIDO A, PAYÁN E. 2011. Densidad de ocelotes (*Leopardus pardalis*) en los llanos colombianos. Mastozoología Neotropical. N° 1, volumen 18, 63 – 71 p. Consultado el 4 de octubre, 2014. En sitio web <http://www.scielo.org.ar/pdf/mznt/v18n1/v18n1a05>

DIERENFELD E, HINTZ H, ROBERTSON J, VAN SOEST P, OFTEDAL O. 1982. Utilization of bamboo by the giant panda. The Journal of Nutrition. 636-64 p.

DIERENFELD E. 2008. Nutrición de Mamíferos: Conocimientos Generales y Puntos Críticos. Wildlife Conservation Society. 7 p. Consultado 16 de agosto, 2014. En sitio web <http://www.zoo.ba.gov.br/wp-content/files/mammalnutrition.pdf>

DIRIENZO J, CASANOVES F, BALZARINI M, GONZALEZ L, TABLADA M, ROBLEDO C. InfoStat version 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. En sitio web <http://infostat.com.ar>

EDWARDS M, GAFFNEYM, BRAY R. 2001. Influence Of Fiber Source On Apparent Digestibility, Rate Of Passage And Fecal Consistency In Small Felids Fed A Beef based Carnivore Diet. Consultado 5 de octubre, 2014. En sitio web <http://nagonline.net/wp-content/uploads/2014/02/Edwards-FiberinFelids.pdf>

ELIZONDO L. 1999. Búsqueda de especies. INBIO. Consultado el 21 de mayo, 2011. En sitio web <http://darnis.inbio.ac.cr/ubisen/FMPro?>

ESPINOSA A. 2006. Patrones de diversidad de mamíferos terrestres del municipio Santiago Comaltepec, Oaxaca, México. Instituto Politécnico Nacional. Santa Cruz Xoxocotlán, México. Consultado 5 de octubre, 2014. En sitio web http://azul.bnct.ipn.mx/tesis/repositorio/879_2006_CIDIR-OAXACA_MAESTRIA_alfaro_espinosa_anamaria.pdf

- FAHEY G, FLICKINGER E, GRIESHOP C, SWANSON K. 2014. The role of dietary fibre in companion animal nutrition. En Dietary fiber: bioactive carbohydrates for food and feed, parte 54. Wageningen Academic Publishers, Wageningen. 295 – 328 p.
- FEKETE S, HULLÁR I, ANDRÁSOF SZKY E, KELEMEN F. 2002. Effect of different fiber types on the digestibility of nutrient in cat. Proceedings of the comparative nutrition society; resumen extendido. 153 – 154 p.
- FERNÁNDEZ P, GUTIÉRREZ G, CARRILLO E. 2012. Felinos en la arqueología de Costa Rica: pasado y presente. Fundación Museos del Banco Central. 130 p.
- FICK K, MILLER S, FUNK J, MCDOWELL L, HOUSER R. 1976. Methods of mineral analysis for plant and animal tissues. Gainesville, University of Florida. Animal Science Department.
- FISKE C H, SUBBAROW Y. 1925. The colorimetric determination of phosphorus. J. Biological Chemistry. N° 66, 375 – 400 p.
- FLORES-ESCA TE E, IANNACONE J. 2011. Plan de manejo en cautiverio del otorongo (*Panthera onca* Linnaeus, 1758) en el zoológico del parque de las leyendas Patpal, Felipe Benavides Barreda, Lima – Perú. Scientia (Lima) 01/2011; 13(1):107-141. Consultado 5 de octubre, 2014. En sitio web [http://www.researchgate.net/publication/260316779_PLAN_DE_MANEJO_EN_CAUTIVERIO_DEL_OTORONGO_\(PANTHERA_ONCA_LINNAEUS_17](http://www.researchgate.net/publication/260316779_PLAN_DE_MANEJO_EN_CAUTIVERIO_DEL_OTORONGO_(PANTHERA_ONCA_LINNAEUS_17)

58) EN EL ZOOLOGICO DEL PARQUE DE LAS LEYENDAS PATPAL
FELIPE BENAVIDES BARREDA LIMA PER

FRANDSON R, WILKE W, FAILS A. 2003. Anatomy and physiology of farm animals. Sexta edición. Blackwell Publishing. 481 p.

FUNDAZOO 2014. Historia del zoológico Simón Bolívar y Centro de Conservación Santa Ana. Fundación Pro Zoológicos (FUNDAZOO). Consultado 20 abril, 2014. En sitio web <http://fundazoo.org/web/>

GERMAN A, MARTIN L. 2009. Obesidad felina: epidemiología, fisiopatología y manejo. Enciclopedia de la nutrición clínica felina. Consultado el 12 de setiembre, 2014. En sitio web http://www.ivis.org/advances/rcfeline_es/A5301.0909.ES.pdf?L

GODOY M, KERR K, FAHEY G. 2013. Alternative Dietary Fiber Sources in Companion Animal Nutrition. Nutrients, N° 5, 3099 – 3117 p. Consultado el 24 de setiembre, 2014. En sitio web <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3775244/pdf/nutrients-05-03099.pdf>

GONZÁLEZ P. 2010. Fisiología de los animal, necesidades de alimento y agua comportamiento, concepto y medida de estrés. El bienestar animal en el transporte. Instituto de investigación y formación agraria y pesquera, consejería de agricultura y pesca. Junta de Andalucía. Consultado el 15 de setiembre, 2014. En sitio web

http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337159678BienestarAnimal_baja.pdf

GOY-THOLLOT I, ELLIOT D. 2010. Nutrición y cuidados intensivos en el gato. Enciclopedia de la nutrición clínica felina. Consultado el 28 de setiembre, 2014. En sitio web

http://www.ivis.org/advances/rcfeline_es/A5312.0810.ES.pdf?LA=2

GRAHAM J, LIPMAN A, NEWELL S. 2000. Esophageal transit of capsules in clinically normal cats. Am Journal Vet Res N° 61, 655 – 657 p.

GREEN A, FASCETTI A. 2008. Beta-carotene metabolism in domestic cats. Proceedings of the comparative nutrition society. 94 – 99 p.

GRELLET A, FEUGIER A, GRANDJEAN D. 2011. Desarrollo de una nueva puntuación fecal en cachorros. Proceeding of the 21th ECVIM-CA Congress. Sevilla. 234 -235 p. Consultado el 1 de octubre, 2014. En sitio web www.royalcanin.es/download.php?idg=2711

HARMON D. 2007. Experimental approaches to study the nutritional value of food ingredients for dogs and cats. Revista Brasileira de Zootecnia. Volumen 36, 251 – 262 p.

HEGNER K, VOLLMERHAUS B. 1996. Applied anatomy of the feline esophagus, part III: view, measures, construction, method. Kleintierpraxis N° 42, 621 – 629 p.

- HERMES M. 2004. "Abundancia relativa de jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*) y ocelote (*Leopardus pardalis*) en el parque nacional laguna lachuá, coban, alta verapaz" Informe de tesis para Biólogo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Consultado 5 de octubre, 2014. En sitio web http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2246.pdf
- HORWITZ D, SOULARD Y, JUNIEN-CASTAGNA A. 2010. Comportamiento Alimentario del gato. Royal Canin. Consultado 5 de octubre, 2014. En sitio web http://www.ivis.org/advances/rcfeline_es/A5313.0910.ES.pdf?LA=2
- HOWARD J, ALLEN M, CRISSEY S. 1998. Alternative to commercially-prepared diets for felids. Husbandry manual for small felids. American Zoo and Aquarium Association. 43 – 46 p.
- HUGUES B, NAVAROLI F, TORRES M, SOTO C. 2008. La visión cromática en los animales. Revista Electrónica de Veterinaria (REDVET). N° 11, volumen IX, 1 – 6 p. Consultado el 21 de setiembre, 2014. En sitio web <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617112010>
- HUME I. 2002. Digestive strategies of mammals. Acta Zoologica Sinica. N° 1, volumen 48, 1 – 19 p. Consultado 4 de octubre, 2014. En sitio web <http://www.actazool.org/temp/%7B8FFA8A0E-A180-42AB-8E86-BBD35D1A2B5C%7D.pdf>
- ISKE C, MORRIS C, KAPPEN K. 2014. Influence of pork and pork by-products on macronutrient digestibility in large captive felids. Large felid research; Iowa State University Department of Animal science. Consultado el 29 de

setiembre, 2014. En sitio web

<http://www.carnivoreessentials.com/static/files/Large-Felids.pdf>

JEUSSETT I, SALAS A, TORRE C, SÁNCHEZ N, VILASECA L. 2011. Obesidad y sobre peso en gatos. Advance Veterinary Diets. Research reports. Consultado el 6 de octubre 2014. En sitio web http://www.affinity-petcare.com/veterinary/sites/default/files/obesidad_y_sobrepeso_en_gatos.pdf

JIMENEZ M, JIMÉNEZ M. 2009. Félidos (Panteras y Felinos). Consultado el 31 de mayo, 2011. En sitio web <http://www.damisela.com/zoo/mam/carnivora/felidae/onca/index.htm>

KANE E, MORRIS J, ROGERS Q. 1981. Acceptability and digestibility by adult cats of diets made with various sources and levels of fat. The journal of animal science, N° 6, volumen 53, 1516 - 1523 p. Consultado el 13 de setiembre, 2014. En sitio web <http://www.journalofanimalscience.org/content/53/6/1516>

KARASOV W, PETROSSIAN E, ROSENBERG L, DIAMOND M. 1986. How do food passage rate and assimilation differ between herbivorous lizards and non ruminant mammals. Journal of comparative physiology B. N° 156, 599 – 609 p.

KERR K, BELOSHAPKA A, SWANSON K. 2008. Nitrogen metabolism and nutrient digestibility of extruded, cooked beef-based, and raw beef-based diets in domestic cats. Proceedings of the comparative nutrition society. 119- 121 p.

KERR K. 2010. Nitrogen metabolism, macronutrient digestibility, and fecal fermentative end-products in domestic cats fed extruded, raw beef-based and cooked beef-based diets. Tesis para optar por el grado de maestría en nutrición animal. University of Illinois, Estados Unidos de América. 74 p.

KERR K, BELOSHAPKA A, MORRIS C, SWANSON K. 2010a. Nitrogen metabolism of four raw meat diets in domestic cats. British Journal of Nutrition N° 106, S174 – S177 p.

KERR K, BELOSHAPKA A, MORRIS C, BURKE S, SIMMONS L, SWANSON K. 2010b. Nutrient digestibility evaluations of four raw meat diets using avians, domestic cats and captive exotic felids. Proceedings of the comparative nutrition society. 114 – 117 p.

KERR K, VESTER B, MORRIS C, LIU K, SWANSON K. 2012. Apparent total tract energy and macronutrient digestibility and fecal fermentative end-product concentrations of domestic cats fed extruded, raw beef-based, and cooked beef-based diets. The journal of animal science, N° 90, 515 - 522. p. Consultado el 13 de marzo, 2014. En sitio web <http://jas.fass.org/content/90/2/515>

KERR K, BELOSHAPKA A, MORRIS C, PARSONS C, BURKE S, UTTERBACK P, SWANSON K. 2013. Evaluation of four raw meat diets using domestic cats, captive exotic felids, and cecectomized roosters. The journal of animal science, N° 91, 225 - 237 p. Consultado el 11 de setiembre, 2014. En sitio web <http://www.journalofanimalscience.org/content/91/1/225>

KRAKAUER A. 2002. "*Leopardus wiedii*". Animal Diversity Web. Consultado el 22 de setiembre, 2014. En sitio web http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Leopardus_wiedii/

KROCKENBERGER M, BRYDEN M. 2009. Rate of passage of digesta through the alimentary tract of southern elephant seals (*Mirounga leonina*) (Carnivora: Phocidae). Journal of Zoology. N° 2, volumen 234, 229 – 237 p. Consultado 16 de agosto, 2014. En sitio web <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-7998.1994.tb06071.x/abstract>

LACHMANN M, ARAUJO O. 2001. La estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes. Consultado el 14 de setiembre, 2014. En sitio web <http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/xcongreso/Digestibilidadderumiantes.pdf>

LAFLAMME D, XU H, LONG G. 2010. Effect of diets differing in fat content on chronic diarrhea in cats. JournalVetInternMed N° 25, 230 – 235 p. Consultado el 1 de octubre, 2014. En sitio web https://www.breederclub.it/vet/pdf/Effect_of_Diets_Differing_in_Fat_Content_on_Chronic_Diarrhea_in_Cats.pdf

LANYON J, MARSH H. 1995. Digesta passage times in the dugong. Australian J Zool. N° 43, 119 – 127 p.

LAPPIN M. 2011. Effect of probiotics on selected acute and chronic disease syndromes in dogs and cats. Symposium proceedings: critical updates on canine & feline health. Consultado el 26 de setiembre, 2014. En sitio web

<http://www.purinaveterinarydiets.com/veterinarian/education/getresource.axd?category=content&id=1395>

LARSEN F, MOUGHAN P, WILSON M. 1993. Dietary fiber viscosity and endogenous protein excretion at the terminal ileum of growing rats. *The journal of nutrition*, N° 123, 1898 - 1904 p. Consultado el 18 de setiembre, 2014. En sitio web <http://jn.nutrition.org/content/123/11/1898.full.pdf>

LEVEY D, GRAJAL A. 1991. Evolutionary implications of fruit-processing limitations in Cedar Waxwings. *The American Naturalist* N°138, volume 1, 171 – 189 p.

LEWIS L, MAGERKURTHJ, ROUDEBUSH P. 1994. Stool characteristics, gastrointestinal transit time and nutrient digestibility in dogs fed different fiber sources. *Journal of nutrition* N° 75, 2716 – 2718 p.

LOGAN J, LOGANA D, JOERN A, WOLESENSKY W. 2003. Chemical reactor models of optimal digestion efficiency with constant foraging costs. Elsevier. Consultado 4 de octubre, 2014. En sitio web http://www.k-state.edu/grassland/Pubs/2003_ChemReactorModels_LoganJoernWoles_EcolMODEL.pdf

LÓPEZ F. 2006. Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas Holstein. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*. N° 1, volumen 4, 77 – 86 p.

- LUND E, ARMSTRONG P, KIRK C, KLAUSNER J. 2005. Prevalence and Risk Factors for Obesity in Adult Cats from Private US Veterinary Practices. Res VetMed. N° 2, volumen 3. Consultado 6 de octubre, 2014. En sitio web <http://jarvm.com/articles/Vol3Iss2/LUND.pdf>
- LUND E, ARMSTRONG P, KIRK C, KLAUSNER J. 2006. Prevalence and Risk Factors for Obesity in Adult Dogs from Private US Veterinary Practices. Res VetMed. N° 2, volumen 4. Consultado 6 de octubre, 2014. En sitio web <http://jarvm.com/articles/Vol4Iss2/LUND.pdf>
- LUTZ T. 2009. Diabetes mellitus felina: estrategias nutricionales. Enciclopedia de la nutrición clínica felina. Royal Canin. 181 – 221 p.
- MACDONALD D, LOVERIDGE A, NOWELL K. 2010. Biology and conservation of wild felids. Oxford Biology. Oxford University Press. New York. 783 p.
- MALCA S, LUCAS O, ARBAIZA T, CARCELÉN F, SAN MARTÍN F. 2006. Comparación de dos técnicas para determinar la digestibilidad proteica de insumos y alimentos comerciales para caninos. RevInvVet Perú; N° 2, volumen 17, 96 – 103 p.
- MANRÍQUEZ J. 2014. La digestibilidad como criterio de evaluación de alimentos- su aplicación en peces y en la conservación del medio ambiente. Departamento de pesca. FAO. Consultado el 1 de octubre, 2014. En sitio web <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab482s/AB482S08.htm>

MAYNARD L, LOOSLI J, HINTZ H, WARNER R. 1981. Nutrición animal. Septimaedicion. McGraw-Hill. México. 640 p.

MAYNTZ D, NIELSEN V, SORENSEN A, TOFT S, RAUBENHEINMER D, HEJLESEN C, SIMPSON S. 2009. Balancing of protein and lipid intake by a mammalian carnivore, the mink, *Mustela vison*. *Animal Behaviour* N° 77, 349 – 355 p. Consultado el 10 de noviembre, 2014. En sitio web http://ac.els-cdn.com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr:2048/S0003347208005009/1-s2.0-S0003347208005009-main.pdf?_tid=62a50ff2-68de-11e4-9469-00000aab0f6b&acdnat=1415626687_c2a7c27c57c1e07e75020f0ef5d06c87

MAYOR P, LÓPEZ C.2014. Atlas de anatomía de especies silvestres de la amazonia peruana. Consultado el 8 de setiembre, 2014. En sitio web: http://atlasanatomiaamazonia.uab.cat/atlas_autores.asp

MIANI M. 2009. Obesidad en felinos domésticos; el sobrepeso y la obesidad en gatos. Consultado 6 de octubre, 2014. En sitio web www.foyel.com/paginas/2009/10/918/obesidad_en_felinos_domesticos_primera_parte/

MILLS M. 2014. La anatomía comparada de los animales (en relación al tipo de alimento). Consultado el 5 de octubre, 2014. En sitio web <http://www.uva.org.ar/anatomiacomparada.html>

MINAM. 2011. Informe Final del Estudio de Especies CITES de Carnívoros Peruanos. Ministerio de ambiente. Perú. Consultado 5 de octubre, 2014. En

sitio

web

http://sinia.minam.gob.pe/modsinia/admDocumento.php?accion=bajar&doca_djunto=3597

MONTES D. 2010. Manejo zootécnico de felinos silvestres de México en cautiverio. Práctica para obtener título de médico veterinario zootecnista. Morelia, Michoacán, México. 80 p

MORALES L, MENDOZA C. 2000. Manejo de felinos en cautiverio. SEMARNAP. México. Diseño y Publicidad Gráfica, S.A. de C.V. Consultado 1 de octubre, 2014. En sitio web <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/331.pdf>

MORRIS J. 1985. Nutritional and metabolic responses to arginine deficiency in carnivores. Journal of nutrition. N° 115, 52 - 531 p.

MORRIS J. 2001. Unique nutrient requirements of cats appear to be diet- induced evolutionary adaptations. Department of molecular biosciences. 187 -194 p.

MORRIS J. 2002. Idiosyncratic nutrient requirements of cats appears to be diet- induced evolutionary adaptations. Nutrition research reviews N°15, 153-168p.

MOYES C, SCHULTE P. 2007. Principios de fisiología animal. Pearson educación, S.A. Madrid, España. 771 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1986. Nutrient requirement for cats. National Academy of Sciences. 49 p.

- NERY J, BIOURGE V, TOURNIER C, LERAY V, MARTIN L, DUMON H, NGUYEN P. 2010. Influence of dietary protein content and source on fecal quality, electrolyte concentrations, and osmolarity, and digestibility in dogs differing in body size. *J ANIM SCI* 2010, N° 88, 159 – 169 p.
- OJASTI J. 2000. Manejo de fauna silvestre Neotropical. SIMAB. Smithsonian Institution/MAB Program. Washington, DC. 290 p.
- OJIMA K, TAKAEDA M, MATSUMOTO S. 1997. Funcional role of V form distribution seen in microvascular cats specimens of the filiform and fungiform papillae on the posterior central dorsal surface of the cat tongue. *Ann Anat.* N°179, 321 – 327 p.
- OLIVEIRA T. 1998. Mammalian species *Leopardus wiedii*. Margay. American Society of Mammalogists. N° 579, 1 – 6 p. Consultado el 22 de setiembre, 2014. En sitio web <http://www.science.smith.edu/msi/pdf/i0076-3519-579-01-0001.pdf>
- ORMSETH O, BEN-DAVID M. 2000. Ingestion of crude oil: effects on digesta retention times and nutrient uptake in captive river otters. *J CompPhysiol B.* N° 170, 419 – 428 p.
- OSORIO J, CAÑAS E. 2012. Fundamentos metabólicos en *Feliscatus* Linnaeus, 1758 (Carnivora: Felidae). Boletín científico centro de museos museo de historia natural. N° 1, volumen 16, 233 – 244 p.

PARK T, ROGERS Q, MORRIS J. 1999. High dietary protein and taurine increase cysteine desulfhydration in kittens. *Journal of Nutrition* N° 129, 2225–2230p.

PAYAN E, EIZIRIK E, DE OLIVEIRA T, LEITE-PITMAN R, KELLY M, VALDERRAMA C. 2008. *Leopardus wiedii*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. Consultado el 22 de setiembre, 2014. En sitio web <http://www.iucnredlist.org/details/11511/0>

PEACHEY S, DAWSON J, HARPER E. 2000. Gastrointestinal transit times in young and old cats. Elsevier Science Inc. *Comparative Biochemistry and Physiology* N°126 (Part A): 85 – 90 p.

PÉREZ H. 2009. Fisiología animal II. Departamento de Morfofisiología. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Agraria de la Habana. Cuba. Consultado 4 de octubre, 2014. En sitio web <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENL50P438.pdf>

PINO F. 2012. Qué es el melanismo: 8 espectaculares animales negros. Consultado el 21 de setiembre, 2014. En sitio web <http://curiosidades.batanga.com/3770/que-es-el-melanismo-8-espectaculares-animales-negros>

PINO F. 2013. Biología Animal: el ojo de los gatos. Consultado el 21 de setiembre, 2014. En sitio web <http://curiosidades.batanga.com/3556/biologia-animal-el-ojo-de-los-gatos>

- POLANÍA C, SILVA R, CUESTA A, MELIAN M. 2008. Palatabilidad y digestibilidad de tres alimentos secos comerciales para gatos adultos (*Felis domesticus*). Zoociencia Vol. 2 No. 1. Consultado el 10 de setiembre, 2014. En sitio web <http://www.udca.edu.co/zoociencia/gatos.html>
- REPPERT A, TREIBER K, WARD A. 2011. Body condition scoring in cheetah (*Acinonyx jubatus*): advancements in methodology and visual tools for assessment. Proceedings of the Nutrition Advisory Group; Zoo and Wildlife Nutrition, novena conferencia. 40 - 48 p.
- RIBEIRO L, DIAZ L. 2010. Aspectos nutricionais de gatos domésticos (*Felis silvestris catus*) - considerações sobre metabolismo, fisiologia e morfología. Revista Científica Electrónica de Medicina Veterinaria. N° 15, 6 p.
- RITTENBERG M. 2013. Fecal scoring system foothill pet hospital. Nestlé Purina. Consultado el 5 de octubre, 2014. En sitio web http://www.foothillpethospital.com/pet_info-fecalscoring.html
- RIVERIA R. 2012. Manifestaciones clínicas de dietas desbalanceadas. Virbac al día. N° 30. Consultado el 3 de octubre, 2014. En sitio web <http://www.webveterinaria.com/virbac/news28/ac.pdf>
- RODRÍGUEZ-HERRERA B, RAMÍREZ-FERNANDEZ J, VILLALOBOS-CHABES D, SÁNCHEZ R. 2014. Actualización de la lista de especies de mamíferos vivientes de Costa Rica. Mastozoología Neotropical. 15 p. Consultado el 25

de octubre, 2014. En sitio web http://www.sarem.org.ar/wp-content/uploads/2014/09/SAREM_MastNeotrop_en-prensa_Rodriguez.pdf

RODRÍGUEZ-PALENZUELA J, GARCÍA J, BLAS C. 2000. Fibra soluble y su implicación en nutrición animal: enzimas y probióticos. XIV Curso de Especialización Avances en nutrición y alimentación animal. Consultado 2 de octubre, 2014. En sitio web www.uco.es/servicios/nirs/fedna/capitulos/98CAPXIV.pdf

RUFF K, HEINRICH H, STEINLECHNER S, ZENTEK J. 2007. Comparison of digestibility and passage rate of diets in eurasian otters (*Lutra lutra*) and mink (*Mustela vison*). Optimizing the nutrition of captive Eurasian otters (*Lutra lutra*). University of Hanover .108 p.

RUIZ A. 2005. Abundancia relativa de mamíferos silvestres en áreas el parque recreativo y zoológico piscilago y en límites con el fuerte militar Tolemaida (Vereda la Esmeralda, Nilo, Cundinamarca). Trabajo de grado para Biólogo. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. Consultado 5 de octubre, 2014. En sitio web <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis67.pdf>

SAKAGUCHI E, ITOH H, UCHIDA S, HORIGOME T. 1987. Comparison of the fibre digestion and digesta retention time between rabbits, guinea-pigs, rats and hamsters. British journal of Nutrition N° 58, 149 – 158 p.

- SCARLETT J, DONOGHUE S. 1998. Associations between body condition and disease in cats. Journal Animal Veterinarian Association. N° 11, volumen 212, 1725 - 1731 p.
- SCOTT K, LEVY J, GORMAN S. 2002. Body Condition of Feral Cats and the Effect of Neutering. Journal of applied animal welfare science, N° 3, volumen 5, 203 – 213 p.
- SHAH N, ATALLAH M, MAHONEY R, PELLETT P. 1982. Effect of Dietary Fiber Components on Fecal Nitrogen Excretion and Protein Utilization in Growing Rats. The journal of Nutrition N°112, 658 - 666 p. Consultado el 18 de setiembre, 2014. En sitio web <http://jn.nutrition.org/content/112/4/658.full.pdf>
- STATISTICA 6.0 2001. Stat Soft. Inc. Hewlett-Packard Company. En sitio web <http://www.statsoft.com>
- SUMMERS L, CLINGERMAN K, YANG X. 2012. Validation of a body condition scoring system in rhesus macaques (*Macaca mulatta*) assessment of body composition by using dual-energy X-ray absorptiometry. Journal of the American Association for Laboratory Animal Science. N°1, Vol. 51, 88 – 93p.
- TOLETINO C, ICOCHEA E, REYNA P, VALDIVIA R. 2008. Influencia de la temperatura y humedad ambiental del verano e invierno sobre parámetros productivos de pollos de carne criados en la ciudad de Lima. Rev. Investigaciones veterinarias del Perú, N°1, volumen 19. Consultado el 13 de setiembre, 2014. En sitio web

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172008000100002

TREIBER K, WARD A, MAHAN K. 2010. Body condition scoring in Panthera species: longitudinal and comparative observations. Proceedings of the comparative nutrition society. 231 – 237 p.

TREVIZAN L, KESSLER A. 2009. Lipídeos na nutrição de cães e gatos: metabolismo, fontes e uso em dietas práticas e terapéuticas. Revista Brasileira de Zootecnia Volumen 38: 15 - 25 p.

VALDES E. 2011. Nutritional management of healthy senior wild felines: using the domestic cat as a model. Proceedings of the ninth conference on Zoo and Wildlife Nutrition Advisory Group. Consultado el 23 de setiembre, 2014. En sitio web <http://nagonline.net/2276/nutritional-management-healthy-senior-wild-felines-using-domestic-cat-model/>

VALENZUELA B, MAIZ A. 2006. El rol de la fibra dietética en la nutrición enteral. RevChilNutr Vol. 33, Suplemento Nº 2, 342 – 351 p. Consultado 5 de octubre, 2014. En sitio web http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182006000400002

VALLANCE C. 2012. Feline body condition guidelines. FelidTag. Consultado el 6 de octubre 2014. En sitio web <http://felid-tag.org/wp-content/uploads/2014/03/Felid-poster-FINAL.pdf>

VESTER B, BURKE S, DIKEMAN C, SIMMONS L, SWANSON K. 2008. Nutrient digestibility and fecal characteristics are different among captive exotic felids feed a beef-based raw diet. Zoo Biology N° 27: 126 – 136 p.

VESTER B, BELOSHAPKA A, MIDDELBOSS I, BURKE S, DIKEMAN C, SIMMONS L, SWANSON K. 2010. Evaluation of nutrient digestibility and fecal characteristics of exotic felids fed horse-or beef-based diets: use of the domestic cat as a model for exotic felids. Zoo Biology N° 29: 432 – 448 p.

VIJGEBOOM W. 2011.Fecal scoring system. Animal welfare web. European Association of Zoos and Aquaria (EAZA).Consultado el 5 de octubre, 2014. En sitio web <http://edepot.wur.nl/212464>

VILARIÑO M, LEÓN A, PICARD M. 1996. Efecto de la composición y presentación del alimento sobre el comportamiento de las aves en clima tropical. Zootecnia Tropical, N° 2, volumen 14, 191 - 213 p. Consultado 13 de setiembre, 2014. En sitio web http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt1402/texto/composicion.htm

WAINWRIGHT M. 2002. The natural history of Costa Rican mammals.Zona Tropical, S.A. Miami. 331 p.

WATSON P. 2007. Enfermedad gastrointestinal crónica en gatos adultos. The veterinarian Eukanuba veterinarian diets. N°3. Consultado el 5 de octubre,

2014. En sitio web www.clinicalvetnews-eukanuba.com/es/pdf/theVeterinarian_0307_SP.pdf

WEBER M, STAMBOULI F, MARTIN L, DUMON H, BIOURGE V, NGUYEN P. 2002. Influence of age and body size on gastrointestinal transit time of radiopaque markers in healthy dogs. Am J Vet Res. N° 63, volumen 5, 677 - 82 p. Consultado el 3 de octubre, 2014. En sitio web <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12013468>

WYNNE J. 1989. Comparative Digestibility Values in Four Species of Felidae. The Journal of Zoo Animal Medicine, Vol. 20, No. 1, Nutrition Issue (Mar, 1989), 53 – 56 p. Consultado el 13 de setiembre, 2014. En sitio web <http://www.jstor.org/stable/20094917>

WYSE C, MCLELLAN J, DICKIE A. 2003. A review of methods for assessment of the rate of gastric emptying in the dog and cat. Journal Vet Intern Med. N° 17, 609 – 621 p.

ZAGHINI G, BIAGI G. 2005. Nutritional peculiarities and diet palatability in the cat. Vet Res Commun. N° 29, 39 – 44 p.

ZAPATA B, CAIOZZI A. 2012. Manual para el Bienestar de Fauna Silvestre en Cautiverio. Informe de la asesoría al DIPROREN-SAG Central: Evaluación de centros de exhibición, costos de caza y criaderos fauna silvestre de la zona centro y sur de Chile. Criterios Técnicos para la Mantención y Manejo de Fauna Silvestre en Cautiverio. Chile. 100 p.

ZENTEK J, FREICHE V. 2009. Patologías digestivas en el gato: papel de la nutrición. Enciclopedia de la nutrición clínica felina. Consultado el 20 de setiembre, 2014. En sitio web http://www.ivis.org/advances/rcfeline_es/A5303.1109.ES.pdf?LA=2

ZORAN D. 2002. The carnivore connection to nutrition in cats. Timely Topic in Nutrition. N° 11, volumen 221, 1559 – 1567 p.

X. ANEXO

1. Descripción de recintos

a) Recinto de Jaguares del CCSA

Los jaguares *Samba*, *Gordillo* y *Sansón* se encuentra en un recinto formado por un exhibidor con forma hexagonal, piso de tierra con pasto, socalo de block, colocado alrededor de casi toda el área de exhibición, paredes de malla ciclón N° 10. Dentro del exhibidor se encuentra una fuente con pileta, y una estructura de cinco tarimas (Figura 39). Como parte del enriquecimiento ambiental se encuentran dos llantas para que los animales jueguen, además vegetación, árboles de los cuales hay dos frutales (Figura 40 y 41).

Además, cuenta con una serie de contenciones en la parte de atrás, con piso de concreto lujado, paredes compuestas concreto, y las otras malla ciclón N° 10, las dos últimas cuentan con un patio de ejercicio, piso de tierra con un 60% de cobertura de pasto (Figura 42).

Cada contención posee una tarima y bebedero de concreto de forma cúbica, asimismo los patios de ejercicio cuentan con una tarima y un par de troncos para que los animales rasguñen y una llanta; el techo del recinto cubre todas las contenciones, los patios de ejercicio y el exhibidor no poseen techo (Figura 43).

En la entrada del recinto hay un sistema de doble puerta, esto debido a que cuenta con una serie de compuertas que unen las diferentes partes internas y externas del mismo a través de mecanismo de guillotinas, las cuales son activadas desde el exterior.

La hembra *Samba* permanecía en el exhibidor, mientras que los machos *Gordillo* y *Sansón* estaban alojados cada uno en una contención con acceso al patio de ejercicio. Durante la noche todos los animales permanecen encerrados en las contenciones.

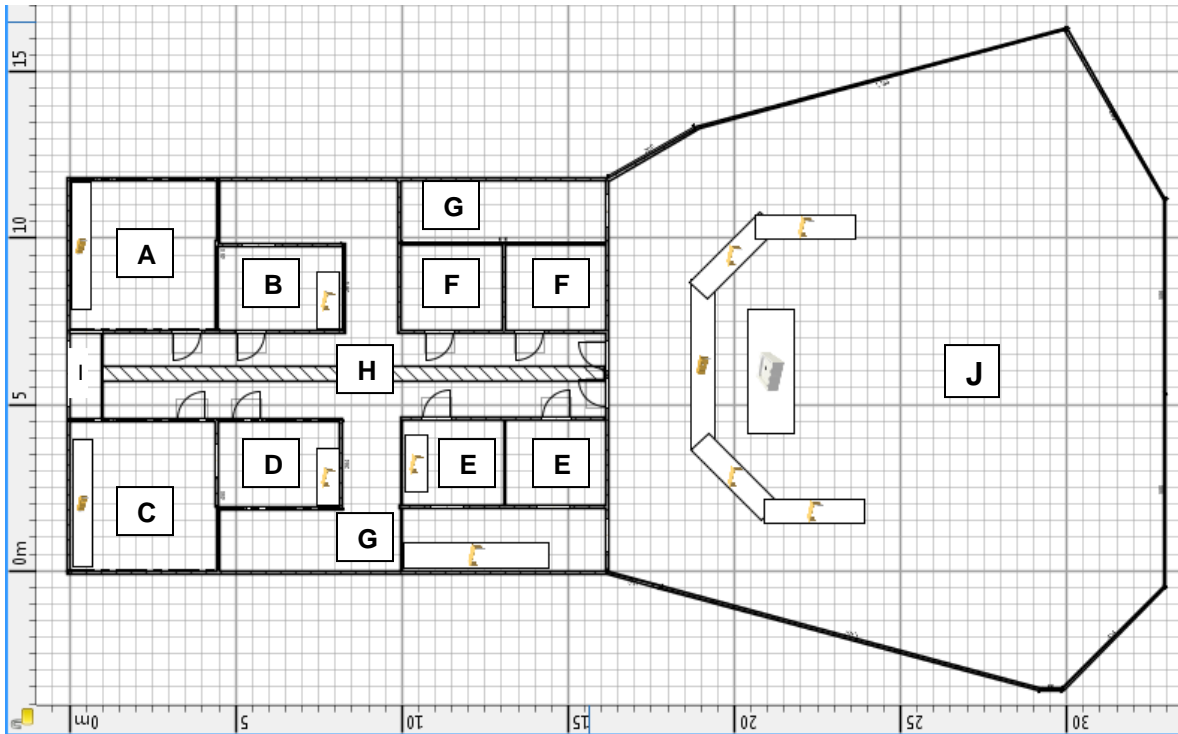


Figura 39. Croquis del recinto de jaguares del CCSA. A: patio de ejercicio de *Gordillo*; B: contención de *Gordillo*, C: patio de ejercicio de *Sansón*; D: contención de *sansón*; E: contenciones utilizadas por *Samba*; F: contenciones que estaban libres al momento del estudio; G: área de pasillo donde se conectan las contenciones de cada lado para pasar al área de exhibición; H: canal de paso para el agua de lavado de las contenciones y pasillo principal; I: pasadizo entre los patios de ejercicio; J: exhibidor. Se indican entradas para los cuidadores, tarimas y fuente. Escala 1:1.



Figura 40. Exhibidor del recinto de jaguares del CCSA.



Figura 41. Vista del interior del exhibidor desde una de las tarimas.



Figura 42. Vista lateral del A: patio de ejercicio y B: Patio de ejercicio de *Gordillo*.



Figura 43. Detalle de la contención con acceso al patio de ejercicios. A: Vista frontal de la contención. B: Vista lateral del patio de ejercicio de Gordillo. C: Sansón.

b) Recintos de Jaguares del CRLP

En el caso de *Rafa* y *Curubanda*, los recintos también están compuestos por un exhibidor y una contención respectivamente. Están contruidos con forma rectangular, poseen sócalo de block, paredes de malla ciclón N°10, piso de tierra el cual posee un 35% de cobertura de pasto, y una pileta. La contención es la única área techada (Figura 44 y 45).

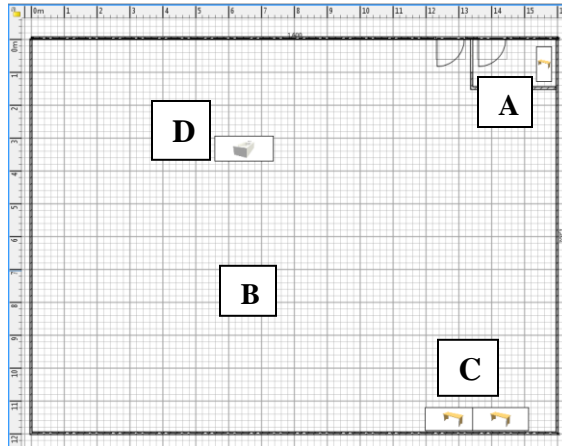


Figura 44. Croquis del recinto del jaguar *Rafa*. A: contención; B: área de exhibición; C: tarimas; D: pileta. Escala 1:1.

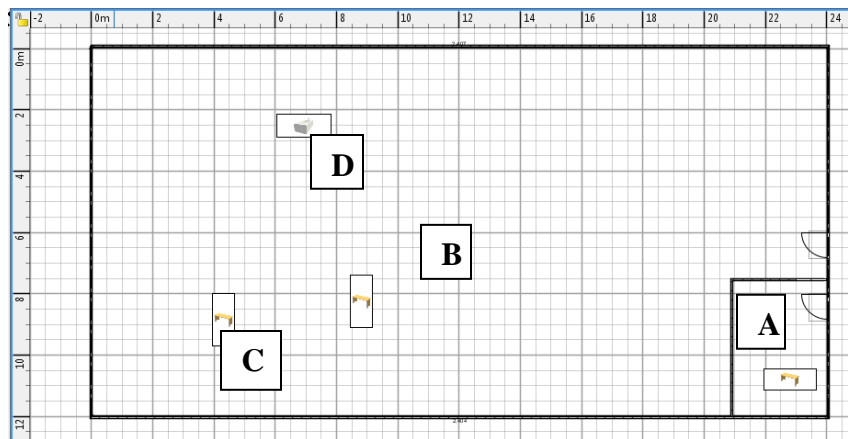


Figura 45. Croquis del recinto de *Curubanda* A: contención; B: área de exhibición; C: tarimas; D: pileta. Escala 1:1.

Los recintos poseen en su interior árboles, vegetación y una llanta para juegos, así como varios troncos y tarimas (Figura 46).



Figura 46. Interior del A: área de exhibición y B: contención del recinto de *Rafa*. C: Vista interna del recinto y D: contención de *Curubanda*.

c) Recinto del Manigordo del ZSB

El recinto del manigordo *Negrillo* es de forma rectangular. Posee diseño vertical con 4 niveles (Figura 47).

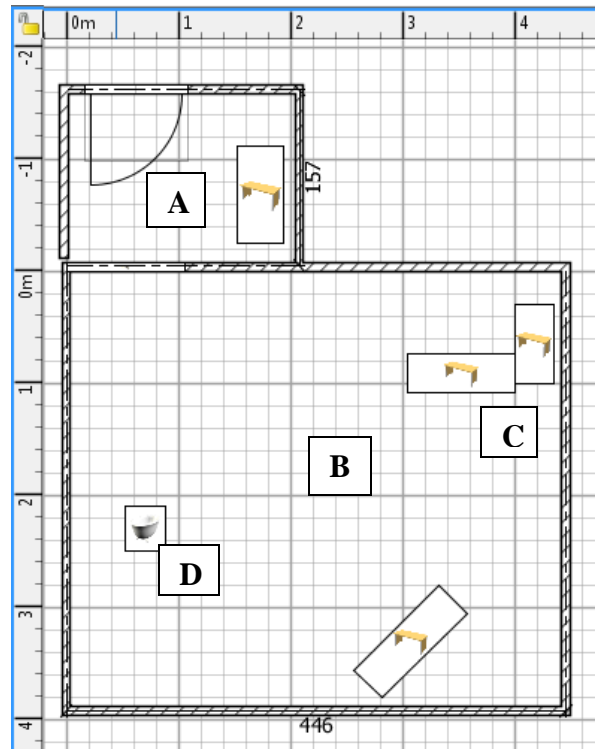


Figura 47. Croquis del recinto de *Negrillo*.
 A: contención; B: exhibidor; C: tarimas; D: pileta. Escala 1:1.

El suelo del primer nivel es cementado al igual que en la contención, en los demás es combinación de tierra, piedras y arena, posee un sócalo de block desde el segundo nivel. El recinto está construido con malla ciclón N° 10. El techo abarca la contención hasta el cuarto nivel, y una parte de la sección lateral donde se encuentra la tarima en la cual duerme.

Además el recinto cuenta con cinco tarimas (tres en exhibición y 2 en contención); también posee una pequeña pileta que contiene el agua de bebida. Además cuenta con una llanta para juegos (Figura 48 y 49).



Figura 48. Cobertura de techo en el recinto.



Figura 49. Vista frontal del recinto de *Negrillo*.

d) Recintos de los manigordos del CRLP

En el caso de *Max*, el recinto tiene forma rectangular, todo el piso es de tierra, sócalo de block, construida se con malla ciclón N° 10 (Figura 50).

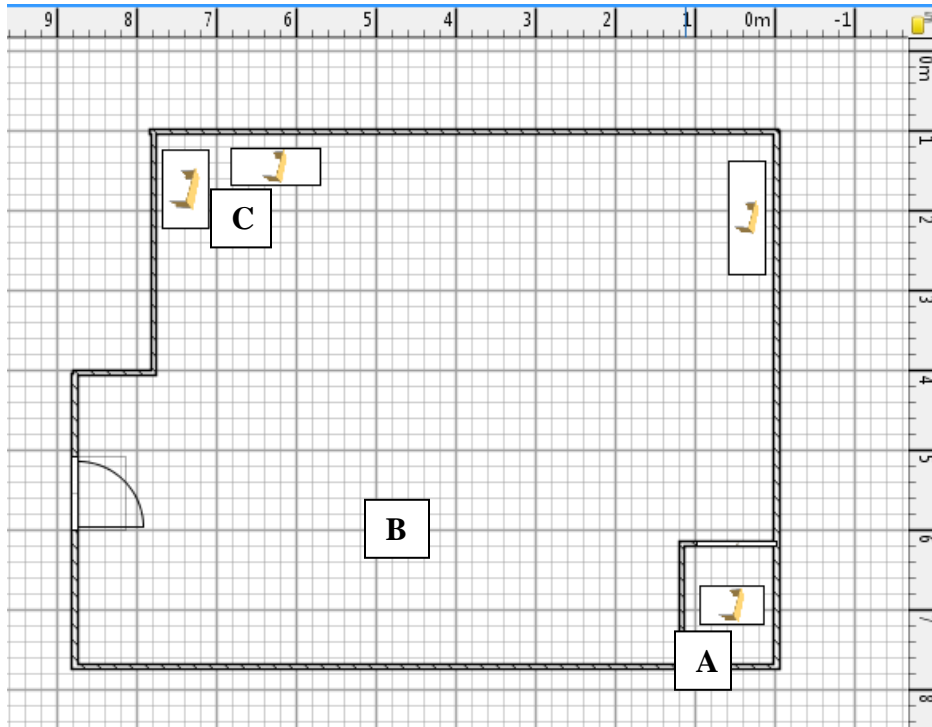


Figura 50. Croquis del recinto de *Max*. A: contención; B: área de exhibición; C: tarimas. Escala 1:1.

El enriquecimiento ambiental incluye árboles, troncos, vegetación y una llanta, así como tres tarimas en el exhibidor y una en la contención y tres cajas de madera que funcionan como refugios (Figura 51).



Figura 51. Vista A: interna y B: frontal del recinto de Max.

Por otra parte, el recinto de *Rayito* que inicialmente eran dos recintos que se unieron, es de forma rectangular, piso de tierra con una cobertura de un 50% de pasto, sócalo con block, paredes de malla ciclón N° 10 (Figura 52).

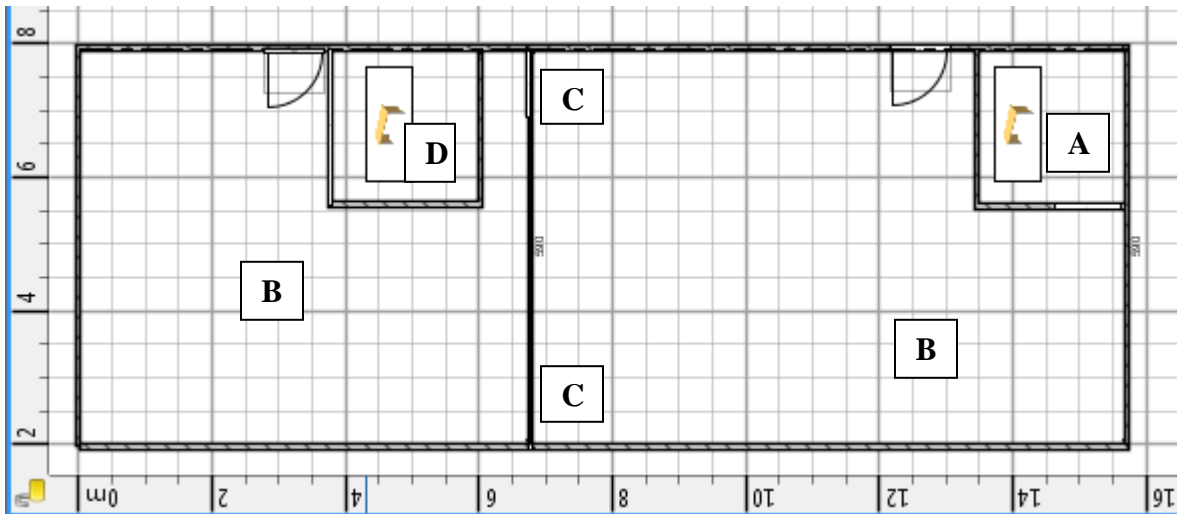


Figura 52. Croquis del recinto de *Rayito*. A: contención; B: área de exhibición; C: compuertas de paso hacia el otro recinto; D: tarimas. Escala 1:1.

Como parte del enriquecimiento ambiental hay mucha vegetación, un par de árboles, troncos en el piso, troncos colgantes y un par de tarimas. El techo se encuentra solo sobre las contenciones (Figura 53).



Figura 53. Vista lateral(A) interior (B) y contención (C) del recinto de *Rayito*.

e) Recinto del manigordo del RHCR

En cuanto a *Oleg*, se encuentra en un recinto con forma circular, suelo de tierra con una cobertura del 85% de pasto. Las paredes están compuestas por un socalo de block, malla ciclón N° 10, cuenta con una ventana mirador (Figura 54).

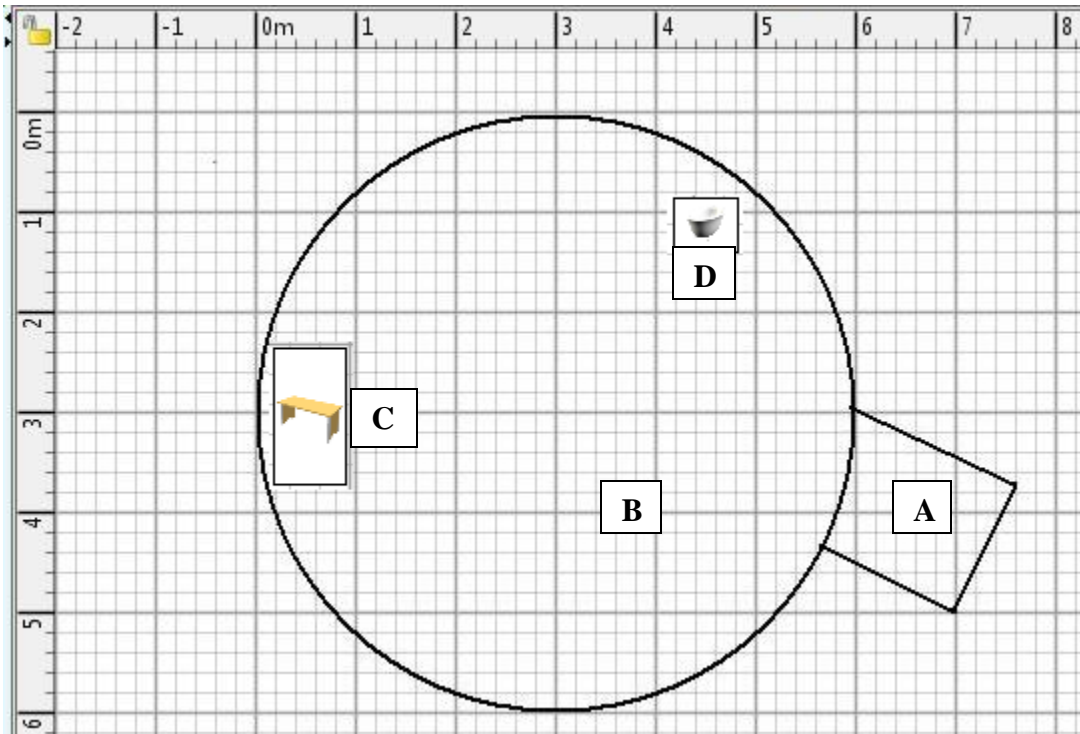


Figura 54. Croquis del recinto de *Oleg*. A: contención; B: área de exhibición; C: tarimas; D: pileta. Escala 1:1.

Con respecto al enriquecimiento ambiental, posee gran cantidad de vegetación, troncos, una tarima, una pileta y un refugio fabricado con cemento. La contención es rectangular adyacente al recinto, piso cementado y techada (Figura 55).



Figura 55. Vista interior (A) y trasera (B) del recinto de *Oleg*.

f) Recinto del manigordo del CRJ

El recinto de *Roy* es de forma rectangular, no posee contención, el piso es de arena, está construido en un costado y la parte posterior por malla electrosoldada, y en el otro con zinc desde el suelo hasta una altura aproximada de un metro y luego malla hasta el techo; además, en la sección frontal hay un vidrio cuya función es facilitar la observación del visitante (Figura 56).

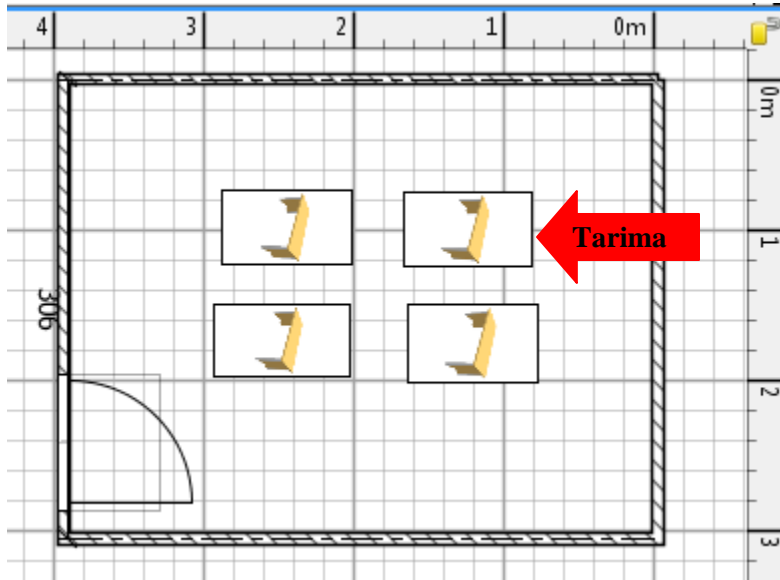


Figura 56. Croquis del recinto de Roy. Se indican puertas de entrada de los cuidadores. Escala 1:1.

Como enriquecimiento ambiental hay un refugio, cuatro tarimas, además se le introducen hojas y ramas de palma o amapola, este recinto está totalmente techado (Figura 57).



Figura 57. Vistas A: frontal, B: lateral e C: interior del recinto de Roy.

g) Recinto de los cauceles del ZSB

Aquí se encuentran *Bigotes* y *Hembra*, este recinto es similar al de *Negrillo*, además posee un estanón que es usado por la hembra como refugio, cinco tarimas en el área de exhibición y dos en la contención (Figura 58 y 59).

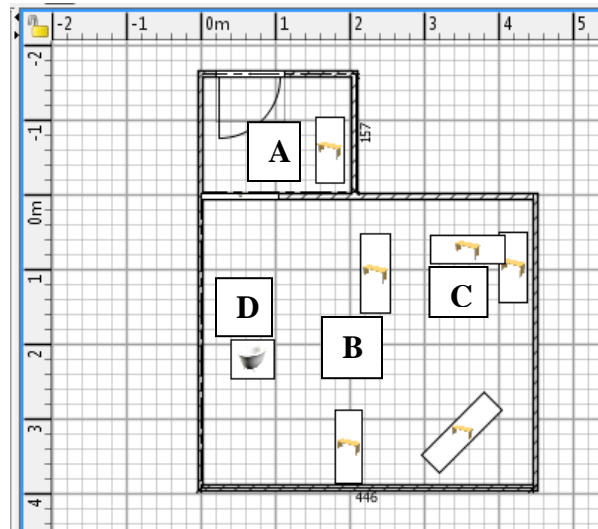


Figura 58. Croquis del recinto de cauceles
 A: contención; B: área de exhibición; C: tarimas; D: pileta.
 Escala 1:1.

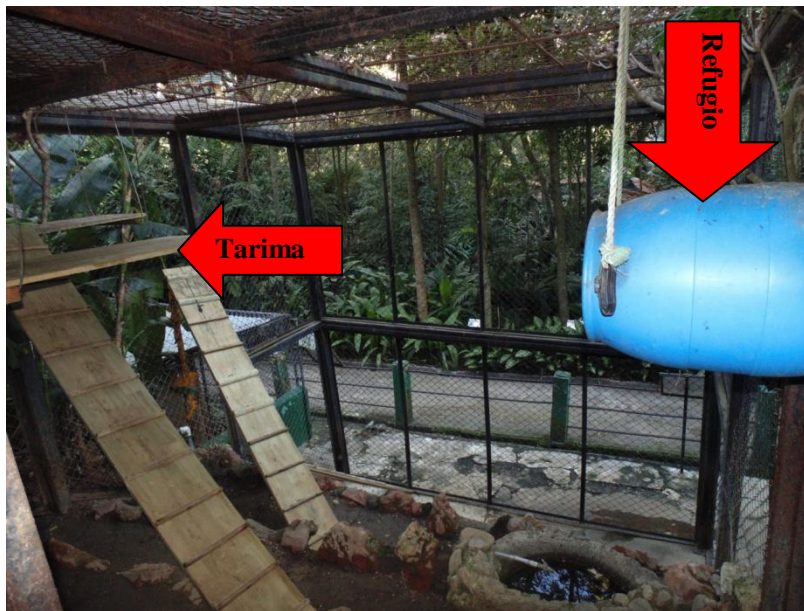


Figura 59. Vista interior del recinto de cauceles.

h) Recintos de los cauceles del CRLP

En el caso de los recintos de *Canela* y *Roña*, estos son similares, tienen forma rectangular, el piso es de tierra con una cobertura del 60% de pasto, paredes con socalo de block, malla ciclón N° 10 (Figura 60 y 61).

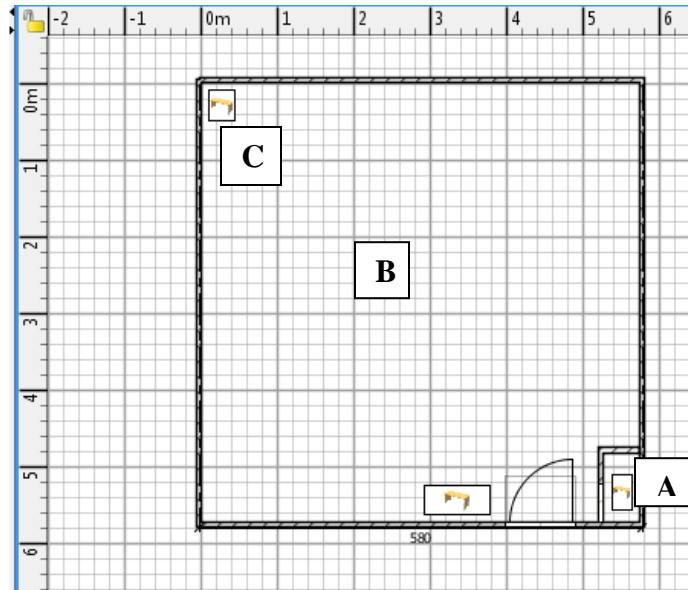


Figura 60. Croquis del recinto de *Canela*. A: contención; B: área de exhibición; C: tarimas. Escala 1:1.

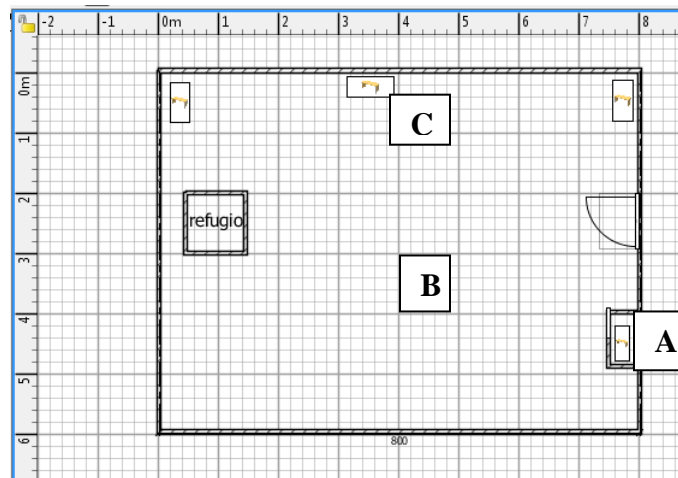


Figura 61. Croquis del recinto de *Roñía*. A: contención; B: área de exhibición; C: tarimas. Escala 1:1.

El recinto cuenta con gran variedad de vegetación, troncos y una tarima techada que se encuentra en la contención. El recinto de *Canela* tiene tres tarimas; mientras que el recinto de *Roñía* posee además de las tres tarimas, un refugio cementado en su totalidad (Figura 62).



Figura 62. Vista frontal de recinto de A: *Canela* e interior del recinto de B: *Roñía*.

i) Recinto del caucel del CRJ

Diabolino se encuentra en un recinto de forma rectangular, el suelo está cubierto de arena, dos lados de las paredes son de malla electrosoldada, y una es completamente de zinc, ya que se comparte con otros recintos y la sección frontal posee bambú del suelo hasta un metro de altura y luego vidrio hasta el techo (Figura 63).

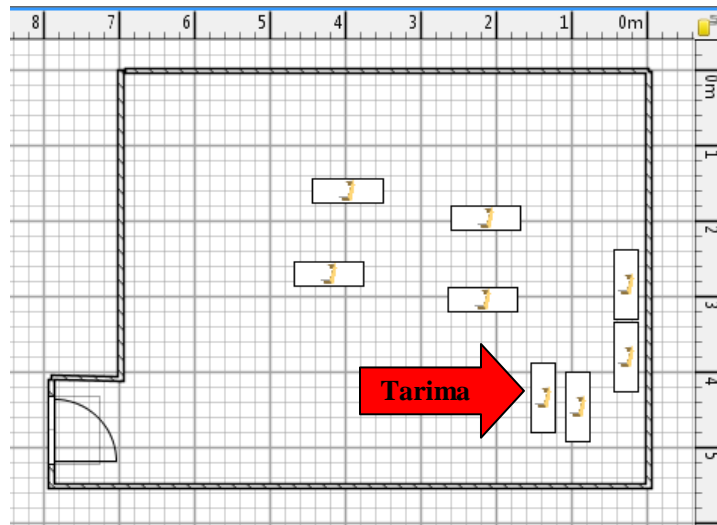


Figura 63. Croquis del recinto de *Diabolino*.
Escala 1:1.

En cuanto a enriquecimiento del ambiente existen dos refugios, además de ocho tarimas, cocos adornados y cortes de bambú donde se le esconde el alimento, y también se le introducen hojas y ramas de palma o amapola y pasto guinea como cama para los refugios. El recinto no posee contención y se encuentra totalmente techado (Figura 64).



Figura 64. Vista A: frontal y B: enriquecimiento ambiental en el recinto de *Diabolino*.