

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE

SCUOLA DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN BIOLOGIA - CURRICULUM DEL
COMPORTAMENTO**

**Valutazione degli effetti di arricchimenti ambientali
sul comportamento del lupo (*Canis lupus*) in cattività**

**Evaluation of environmental enrichments on the
behaviour of wolf (*Canis lupus*) in captivity**

RELATORE:

Prof. Francesco Dessì-Fulgheri

CORRELATORI:

Prof.ssa Patrizia Messeri

Dott.ssa Francesca Bandoli

TESI DI LAUREA DI:

Isabella Maggini

Anno Accademico 2013 / 2014

A mi mamá,

*che quando avevo 8 anni leggeva "La
vita di Konrad Lorenz" e via via me
la raccontava facendomi da subito
appassionare all'affascinante Etologia!*

INDICE

<u>ABSTRACT</u>	1
<u>1.INTRODUZIONE</u>	3
1.1 IL LUPO	6
1.1.1 SISTEMATICA	6
1.1.2 DISTRIBUZIONE	7
1.1.3 MORFOLOGIA	8
1.1.4 TERRITORIALITA'	8
1.1.5 COMPORTAMENTO	10
• IL BRANCO COME UNITA' SOCIALE	10
• RIPRODUZIONE	11
• INTELLIGENZA SOCIALE	12
1.1.6 <i>STATUS</i> LEGALE DELLA SPECIE E CONSERVAZIONE	14
1.1.7 IL LUPO IN CATTIVITA'	17
1.2 ZOO	20
1.2.1 STORIA	20
1.2.2 I MODERNI PARCHI FAUNISTICI	26
1.2.2.1 DEFINIZIONE E CLASSIFICAZIONE	28
1.2.3 FUNZIONI	30
1.2.3.1 CONSERVAZIONE	30
1.2.3.2 RICERCA	35
1.2.3.3 EDUCAZIONE	37
1.2.4 ETICA	39
1.3 ARRICCHIMENTI AMBIENTALI	41
1.3.1 STORIA	43
1.3.2 PROBLEMATICHE DELLA CATTIVITA'	44
• SPAZI LIMITATI	44

• CARENZE SENSORIALI	45
• PROBLEMATICHE SOCIALI	46
• PRESENZA DEGLI UOMINI	46
1.3.3 BENESSERE ANIMALE	47
1.3.3.1 BENESSERE ANIMALE E DIFFERENTI CONTESTI ETICI	49
1.3.3.2 IL COMPORTAMENTO NATURALE	51
1.3.4 CATEGORIE DI ARRICCHIMENTI	53
• ARRICCHIMENTI STRUTTURALI	53
• ARRICCHIMENTI COGNITIVI E MANIPOLATIVI	55
• ARRICCHIMENTI ALIMENTARI	56
• ARRICCHIMENTI SENSORIALI	58
• ARRICCHIMENTI SOCIALI	60
• ARRICCHIMENTI COME POSSIBILITA' DI CONTROLLO E SCELTA	60
• TRAINING	61
1.3.5 STRESS	63
<u>2. MATERIALI E METODI</u>	66
2.1 IL GIARDINO ZOOLOGICO DI PISTOIA	66
2.2 EXHIBIT DEI LUPI	68
2.3 ESEMPLARI OGGETTO DI STUDIO	68
2.4 PERIODO DI OSSERVAZIONE	69
2.5 METODI DI CAMPIONAMENTO	71
2.5.1 <i>FOCAL ANIMAL SAMPLING</i>	71
2.5.2 <i>SCAN SAMPLING</i>	71
2.5.3 SUDDIVISIONE DELLO SPAZIO	72
2.5.4 REGISTRAZIONE DEI DATI	72
2.6 ARRICCHIMENTI AMBIENTALI INTRODOTTI	74
2.7 ETOGRAMMA	75

2.8 ANALISI DEI DATI	80
<u>3. RISULTATI</u>	83
3.1 ANALISI DELLO SPAZIO	83
3.1.1 INDICE SPI	83
3.1.2 UTILIZZO DEL PERIMETRO	84
3.1.3 UTILIZZO DELLE ZONE POSTE IN CORRISPONDENZA DEI PUNTI DI OSSERVAZIONE PER IL PUBBLICO	85
3.2 ANALISI DELL' <i>ACTIVITY BUDGET</i>	86
3.3 ANALISI DEI COMPORTAMENTI REGISTRATI CON <i>FOCAL</i> <i>ANIMAL SAMPLING</i>	91
3.3.1 ATTIVITA' LOCOMOTORIA	91
3.3.2 INDICE DI DIVERSITA' DI SHANNON	92
3.3.3 CATEGORIE COMPORTAMENTALI PIU' RAPPRESENTATIVE	93
3.3.4 INTERAZIONI CON GLI ARRICCHIMENTI	96
<u>4. DISCUSSIONE</u>	97
<u>APPENDICE</u>	101
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	107
RINGRAZIAMENTI	127

ABSTRACT

Lo scopo di questa ricerca è stato quello di valutare gli effetti dell'introduzione di arricchimenti ambientali sul comportamento del lupo, al fine di migliorarne il benessere psicofisico in condizioni di cattività. La ricerca si è svolta presso il Giardino Zoologico di Pistoia che ospita un branco di lupi, al tempo costituito da quattro individui.

Gli obiettivi dell'arricchimento ambientale possono essere così riassunti: aumentare la diversità comportamentale, ridurre la frequenza di comportamenti anormali, aumentare la gamma di modelli comportamentali normali (cioè naturali), aumentare l'utilizzazione dello spazio, aumentare la capacità di far fronte alle sfide in maniera più naturale. L'arricchimento ambientale è, quindi, finalizzato ad aumentare il benessere animale.

Il periodo di osservazione ha avuto una durata di 3 mesi (maggio-luglio 2012) ed è stato preceduto da alcuni mesi di osservazioni preliminari, che hanno consentito di elaborare un etogramma, integrato con quello disponibile in letteratura. Sono stati utilizzati due metodi di campionamento: *focal animal sampling* e *scan sampling*. Il campionamento è stato suddiviso in 5 condizioni sperimentali, di 6 giorni ciascuna: *baseline* (BL, fase preliminare), arricchimento A1, arricchimento A2, arricchimento A3, giorni senza arricchimento (SA). Per le condizioni A1, A2, A3, SA, è stato scelto un disegno sperimentale di tipo randomizzato, in modo da ridurre l'influenza di fonti casuali di variazione, quali le condizioni meteorologiche e il numero di visitatori. Inoltre, ogni arricchimento è stato somministrato con un intervallo di 7 o 15 giorni dal precedente, al fine di evitare l'abituazione da parte dei soggetti. Il campionamento giornaliero è stato suddiviso in 7 sessioni di 30 minuti ciascuna, per un totale di 105 ore di osservazione. L'exhibit dei lupi, di 1350 m², è stato suddiviso in 5 zone, in modo da consentire un'analisi dell'utilizzo dello spazio da parte degli individui. La fase di *baseline*, che è stata continua, e i suggerimenti ricavati dalla letteratura, sono serviti per valutare i 3 arricchimenti da utilizzare nella ricerca: *scatter feeding* di pulcini scongelati come arricchimento alimentare (A1); un arricchimento sensoriale/olfattivo costituito da essenza di cannella (A2); ghiaccioli di carne scelti come arricchimento alimentare/manipolativo (A3). Per l'analisi statistica sono stati utilizzati lo *Spread of Participation Index* (SPI), l'indice di diversità di Shannon, il test del χ^2 , il test *t* per dati appaiati.

L'analisi della *baseline* ha evidenziato che il branco non manifesta comportamenti anomali, tende a utilizzare in maniera non completa tutto lo spazio a disposizione e a passare la maggior parte del tempo riposando. Queste caratteristiche sono tipiche dei lupi

in cattività con un buon grado di benessere. L'utilizzo dello spazio è aumentato durante il periodo di somministrazione della cannella. In presenza di arricchimenti, il livello di attività stimato sia con il metodo *scan sampling*, che con il metodo *focal animal sampling*, risulta incrementato. L'indice di Shannon ha dimostrato un aumento significativo del repertorio comportamentale soltanto in presenza della cannella e dei ghiaccioli. Nel periodo di somministrazione dei pulcini e nel periodo senza arricchimento, permane una tendenza all'ampliamento del repertorio comportamentale in tutti i soggetti, ad eccezione della lupa C. In particolare, i comportamenti che si sono rivelati più sensibili all'introduzione di arricchimenti ambientali, mostrando un incremento, sono: "leccarsi bocca" e "leccarsi naso" (con probabile significato affiliativo); comportamento esplorativo; marcature e *corsa lungo il recinto*. Questo studio evidenzia che l'essenza di cannella e i ghiaccioli di carne, che hanno suscitato una maggiore attività e aumento del repertorio comportamentale, possono essere arricchimenti ambientali efficaci, economici, facili da preparare e distribuire. Questa ricerca è stata utile per la progettazione e implementazione di programmi di arricchimento specie-specifici, basati su uno schema di somministrazione random, attualmente in atto presso il Giardino Zoologico di Pistoia.

1. INTRODUZIONE

Il lupo (*Canis lupus*) è uno dei mammiferi terrestri con distribuzione più ampia e maggiore adattabilità. L'unità sociale di questo animale è il branco, generalmente costituito dalla coppia parentale e i loro figli (Mech, 1970). Originariamente la sua distribuzione comprendeva tutto l'emisfero settentrionale, dall'America Settentrionale sino al Messico, e dall'Eurasia sino al Giappone. Una forte contrazione dell'areale si è verificata, in tempi storici, in seguito all'eradicazione della specie operata dall'uomo. Il lupo è diventato una specie protetta, prima con la Convenzione di Berna (1979), e poi con la direttiva europea 92/43/CEE ("Direttiva Habitat" 1992). Nel 2004 è passato da "vulnerabile" a "rischio minimo" nella Red List della IUCN (International Union for Conservation of Nature), ma in Italia, con una popolazione stimata di circa 1000 individui, resta ancora una specie "vulnerabile", basti pensare agli episodi che si sono verificati di recente in Maremma, e addirittura "minacciata" sull'arco alpino occidentale (Randi *et al.*, 2012; pagina web IUCN 2014).

La conoscenza del comportamento di una specie è essenziale per sviluppare qualsiasi programma di gestione e/o di conservazione. Lo studio del comportamento del lupo in cattività può essere un valido complemento agli studi in natura: questo approccio è iniziato negli anni sessanta, dopodiché è cresciuto rapidamente, probabilmente perché il comportamento del lupo, particolarmente ricco e complesso, ha attratto ricercatori di diverse discipline. I primi lavori includono contributi da parte di etologi, come Konrad Lorenz (1959) e zoologi, quali Rudolph Schenkel (1947).

Grazie a questo tipo di studi in cattività, negli ultimi anni, è stata posta una grande attenzione sul ruolo che gli zoo possono giocare nella conservazione di specie minacciate e in via di estinzione (Hutchins & Smith, 2003; Kirkwood, 2003; Rustiati & Chanin, 2000). In virtù di questo ruolo, lo zoo moderno mette a disposizione del pubblico molto più di una semplice giornata di svago per vedere gli animali esotici, offrendo alle nostre comunità, ormai per lo più urbane, l'opportunità di fare un salto nella natura e osservarla in maniera consapevole, meravigliandosi davanti all'incredibile biodiversità del nostro pianeta. Queste caratteristiche fanno sì che i giardini zoologici moderni siano diventati dei luoghi strategici per la ricerca e l'educazione ambientale (Dickie, 2013).

L'obiettivo più importante per uno zoo è il mantenimento del benessere degli animali ospitati. I potenziali effetti negativi associati al mantenimento in cattività sono stati ampiamente riconosciuti (Mason, 2010). Condizioni statiche e mancanza di stimoli

appropriati, possono portare all'incapacità di far fronte agli stressori quotidiani, alla mancanza di motivazione, di opportunità di esprimere comportamenti specie-specifici (McPhee, 2002), e allo sviluppo di comportamenti inattivi, anomali o stereotipati (Swaigood *et al.*, 2003). In particolare, gli animali che in natura occupano un vasto *home range*, tendono a essere più vulnerabili ai problemi di benessere (Clubb & Mason, 2007). Gli arricchimenti ambientali incoraggiano gli individui ad aumentare il loro repertorio comportamentale, favoriscono le interazioni sociali, diminuendo l'aggressività e promuovendo il gioco, riducono i comportamenti anomali, e migliorano lo stato di salute (Carlstead & Shepherdson, 1994; Shepherdson, 1998). Gli arricchimenti ambientali rendono anche più piacevole la visita dello zoo, potenziandone il valore educativo, grazie all'interesse generato da animali più attivi, che esprimono un etogramma simile a quello dei conspecifici in natura (Shepherdson, 1998; Jones *et al.*, 2005).

Gli effetti degli arricchimenti ambientali sono stati descritti qualitativamente per la prima volta da Hebb, in seguito a un'osservazione occasionale: avendo portato a casa un ratto di laboratorio come animaletto domestico per i suoi figli, osservò che, una volta riportato in laboratorio, l'animale era molto più bravo degli altri nell'eseguire compiti di apprendimento e memoria (Berardi & Pizzorusso, 2006). Da allora, numerosi studi hanno affrontato l'argomento, documentando cambiamenti anatomici sull'organismo adulto, nelle arborizzazioni dendritiche e nel numero di sinapsi formate da un neurone (osservati, per esempio, nella corteccia, ippocampo e cervelletto) (Rosenzweig, 1966; Greenough & Volkmar, 1973; Renner & Rosenzweig, 1987; Rampon *et al.*, 2000). Questi cambiamenti morfologici sono associati ad un aumento dell'apprendimento, della memoria, della plasticità neurale (van Praag *et al.*, 2000) e una riorganizzazione delle mappe corticali somatosensitive (Polley *et al.*, 2004). Inoltre gli arricchimenti ambientali hanno dimostrato un effetto positivo nella riduzione dei deficit cognitivi e nella progressione della malattia di numerosi modelli di patologie neurodegenerative, quali Huntington e Alzheimer (Lazarov *et al.*, 2005; Nithianantharajah & Hannan 2006; Berardi *et al.*, 2007). Recentemente è stato osservato che gli arricchimenti ambientali promuovono un completo recupero dell'acuità visiva in animali adulti affetti da ambliopia (Sale *et al.*, 2007b). Nei topi, la somministrazione di arricchimenti ambientali olfattivi, ha quasi raddoppiato il numero di nuovi neuroni a livello del bulbo olfattivo (Rochefort, 2002). Topi allevati in presenza di arricchimenti ambientali, hanno mostrato uno sviluppo precoce del sistema visivo (Cancedda *et al.*, 2004; Sale *et al.*, 2004; Ciucci *et al.*, 2007; Landi *et al.*, 2007; Sale *et al.*, 2007a).

La somministrazione continuativa di un arricchimento ambientale può portare all'abituazione, definita da Harris come "la diminuzione della risposta dovuta a una stimolazione ripetuta" (1943). È stato osservato che l'abituazione può avvenire anche in risposta a stimoli simili. Dopo un determinato periodo di tempo, durante il quale l'arricchimento non viene più presentato all'animale, si osserva un ritorno alla risposta comportamentale iniziale (Murphy *et al.*, 2003). Un disegno sperimentale che tenga conto di una distribuzione randomizzata degli arricchimenti ambientali, risulta quindi efficace nella riduzione dell'abituazione ai diversi arricchimenti (Quirke & O'Riordan, 2011).

Lo scopo di questo studio è stato quello di valutare gli effetti dell'introduzione di arricchimenti ambientali sul comportamento del lupo, al fine di migliorarne il benessere psicofisico in condizioni di cattività. La ricerca si è svolta presso il Giardino Zoologico di Pistoia che ospita un branco di lupi, al tempo costituito da quattro individui. Le osservazioni preliminari hanno permesso di analizzare il repertorio comportamentale esibito dagli esemplari. Dopodiché sono stati progettati e somministrati tre diversi arricchimenti ambientali, utilizzando un disegno sperimentale randomizzato: *scatter feeding* di pulcini scongelati e ghiaccioli di carne, essenza di cannella.

1.1 IL LUPO

1.1.1 SISTEMATICA

Regno: Animalia

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Classe: Mammalia

Sottoclasse: Eutheria

Ordine: Carnivora

Famiglia: Canidae

Genere: *Canis*

Specie: *Canis lupus*



Fig. 1 *Canis lupus* (Foto di Don Gossett, International Wolf Center)

Canis lupus (Linnaeus, 1758) è un mammifero placentato che appartiene all'ordine dei Carnivori, famiglia dei Canidi, genere *Canis*. Quest'ultimo include altre 6 specie selvatiche: il coyote (*C. latrans* Say, 1832), lo sciacallo dorato (*C. aureus* L., 1758), lo sciacallo della gualdrappa (*C. mesomelas* Schreber, 1755), lo sciacallo striato (*C. adustus* Sundevall, 1847), lo sciacallo del Simien o lupo abissino (*C. simensis* Rüppell, 1869) e il lupo rosso (*C. rufus* Bayley, 1905). Il cane domestico è stato riconosciuto come sottospecie domestica del lupo (*C. lupus familiaris* Wilson & Reeder, 1993).

L'areale di distribuzione del lupo è molto esteso. Di conseguenza, si ritrova una grande variabilità fenotipica che ha reso difficile la classificazione a livello di sottospecie. Nowak (1995), basandosi sull'analisi multivariata di 10 diverse misure del cranio di lupi maschi, ha indicato la presenza di 5 sottospecie nel continente americano (*arctos*, *occidentalis*, *nubilus*, *baileyi*, *lycaon*) e 5 in Eurasia (*albus*, *communis*, *lupus*, *cubanensis*, *pallipes*). In una recente revisione (Nowak, 2003) sono state distinte altre 4 sottospecie (*arabs*, *hattai*, *hodophilax*, *lupaster*). L'esistenza di una sottospecie italiana (*C. lupus italicus*) è stata a lungo dibattuta: proposta da Altobello nel 1921, è stata confermata da Nowak e Federoff nel 2002.

1.1.2 DISTRIBUZIONE

Originariamente la distribuzione del lupo interessava qualunque habitat contenente grandi ungulati nell'emisfero settentrionale, dal 20°N di latitudine (Messico, Sud Arabia Saudita, India) fino alla calotta artica (Young & Goldman, 1944). Tuttavia, questo grande areale è stato molto ridotto da secoli di persecuzioni da parte dell'uomo: esistono testimonianze di azioni pianificate contro i lupi nella Grecia del VI sec a.C., nel Medioevo, in Nord America dopo l'arrivo dei Padri Pellegrini e infine negli anni che seguirono la seconda guerra mondiale. A partire dai primi anni '80 le popolazioni di lupo hanno avuto una ripresa grazie alle campagne di sensibilizzazione, ai provvedimenti legislativi e alla migrazione delle comunità rurali verso le città. Attualmente la specie risulta diffusa in Asia, in Canada e in Alaska; negli Stati Uniti è circoscritta ad aree nelle quali si è avuta una ricolonizzazione spontanea o è stata reintrodotta (Parco Nazionale di Yellowstone, Idaho); in Europa è presente nei paesi scandinavi, Portogallo, Spagna, Italia, Alpi francesi, Grecia, paesi dell'ex-Jugoslavia e in tutta l'Europa orientale (Boitani, 2003).



Fig. 2 Distribuzione mondiale attuale del lupo (www.iucnredlist.org)

In Italia il lupo venne sterminato sulle Alpi negli anni '20 (Brunetti, 1984), in Sicilia negli anni '40 (Cagnolaro *et al.*, 1974) e, durante il ventennio che seguì il secondo conflitto mondiale, la popolazione venne ulteriormente ridotta (Cagnolaro *et al.*, 1974). All'inizio degli anni '70 la distribuzione era costituita da pochi frammenti nell'Appennino centro-meridionale (Zimen & Boitani, 1975). A questo declino è seguita

una graduale espansione e oggi la specie è presente dall'Aspromonte all'arco alpino, raggiungendo Piemonte, Valle d'Aosta e Lombardia (Randi *et al.*, 2012).

1.1.3 MORFOLOGIA

Il lupo presenta una corporatura snella e robusta, con muso allungato, orecchie triangolari diritte e non molto lunghe, collo relativamente corto, arti piuttosto lunghi e sottili. Il peso varia tra 18-20 kg (penisola arabica) e 60-80 kg (Canada, Siberia), aumentando con la latitudine (fatta eccezione per le regioni artiche). La lunghezza dalla testa alla base della coda è compresa tra i 110 e i 148 cm, mentre l'altezza al garrese è di circa 50-70 cm. La postura è digitigrada. Le impronte mostrano 4 dita ma in realtà negli arti anteriori è conservato lo "sperone" che però non poggia sul terreno. L'anatomia di questo animale rende ottimali movimenti agili e un'andatura al trotto regolare e leggera. Inoltre permette agli arti anteriori e posteriori di muoversi sulla stessa linea, formando così una singola linea di impronte.

Il mantello presenta colorazioni molto variabili, con predominanze di bianco, argento, marrone, rossiccio, grigio e nero, cui si associano bandeggi su testa, collo, fianchi e zampe.

La testa del lupo è larga e massiccia con muso allungato e scatola cranica fortemente ossificata.

La dentatura (42 denti) è quella caratteristica di un animale carnivoro, con lunghi canini e ferini molto taglienti.

In Italia il peso medio di un maschio adulto è compreso tra 25 e 35 kg, mentre quello delle femmine è minore di circa il 20 % (Ciucci & Boitani, 1998). Per quanto riguarda la colorazione, questa è tipicamente grigio-fulva nei mesi invernali, mentre in quelli estivi tende al marrone-rossiccio. Inoltre sono ben visibili bandeggi scuri sul dorso, sulla punta della coda e delle orecchie, sugli arti anteriori. Le regioni ventrali e addominali sono più chiare, così come la mascherina facciale nella parte inferiore del muso.

1.1.4 TERRITORIALITA'

Generalmente il lupo è molto territoriale (Mech, 1973,1994; Van Ballenberghe *et al.*, 1975; Fritts & Mech, 1981; Jordan *et al.*, 1967; Peterson, 1977; Peterson *et al.*, 1984;

Messier, 1985; Ballard *et al.*, 1987; Fuller, 1989b; Ream *et al.*, 1991; Meier *et al.*, 1995; Mech *et al.*, 1998). Wilson (1975) spiega lo sviluppo della territorialità come di seguito: “la territorialità è un tipo di competizione in cui l’animale ha bisogno di vincere solo una o relativamente poche volte. Di conseguenza il residente spende molta meno energia rispetto a quanto accadrebbe se, ogni qual volta cercasse di mangiare in presenza di un animale conspecifico, venisse costretto a uno scontro”. Per definizione, il territorio è un’area difesa attivamente (Burt, 1943). Per una specie territoriale la difesa deve essere utile dal punto di vista energetico (Brown, 1964) e non deve togliere molto tempo ed energia al corteggiamento, all’accoppiamento e alla cura della prole (Wilson, 1975). I lupi hanno risolto queste problematiche con la loro abilità nel compiere lunghi spostamenti: possono percorrere 40 km in meno di un giorno (Mech, 1966, 1970). Dato che marcano e cacciano mentre si spostano, e le marcature odorose sono persistenti per lunghi periodi, ne risulta una “bolla olfattiva” (Peters & Mech, 1975) che permette loro un’ottima difesa territoriale. Complementare alla marcatura odorosa vi è quella acustica che consente di coprire lunghe distanze: 11 km nelle foreste (Harrington & Mech, 1979) e 16 km nella tundra (Stephenson dati non pubblicati, L. D. Mech dati non pubblicati). Le dimensioni del *home range* variano in modo consistente: dai 33 km² occupati da un branco di 6 lupi a Farm Lake (nord-est Minnesota) (Mech & Tracy, dati non pubblicati) ai 6.272 km² coperti da un branco di 10 lupi in Alaska in un periodo di 6 settimane (Burkholder 1959). In Europa si hanno valori compresi tra 80 e 200 km² (Okarma *et al.*, 1998). Esistono casi in cui i lupi intraprendono enormi viaggi per seguire le migrazioni di prede quali il bisonte e il caribù (Carbyn, 1997), arrivando a coprire in media 63.058 km² all’anno (Walton *et al.*, 2001). Pare che si tratti però di aree non difese, anche se ancora si conosce poco riguardo alla territorialità durante le migrazioni.

Tra i territori di due branchi confinanti ci può essere una certa sovrapposizione, limitata alle immediate vicinanze dei confini territoriali. Queste aree sono state denominate *buffer zones* (Mech, 1977) e hanno dimensioni che variano tra 2 e 6 km di ampiezza (Peters & Mech, 1975; Mech, 1994). Si tratta di zone cuscinetto, frequentate dai branchi in momenti diversi, dove aumenta il tasso di marcatura (Mech, 1994) e dove è più probabile trovare lupi uccisi da altri lupi.

Quando una giovane coppia sceglie una zona in cui stabilirsi, ha due possibilità: optare per un’area circa 15 volte più grande di quella di cui hanno bisogno, calcolando il fabbisogno della futura prole, oppure espandersi in un secondo momento. La scelta

prevalente è la prima, quindi nella maggior parte delle popolazioni intatte la relazione tra dimensione del territorio e dimensione del branco è trascurabile (Potvin, 1988; Fuller, 1989b; Mech *et al.*, 1998).

Basandosi su dati relativi a lupi che predano alci (Messier, 1985) e cervi dalla coda bianca (Fuller, 1989b; Wydeven *et al.*, 1995), è stato dimostrato che il 33% della variazione delle dimensioni del territorio dipende dalla biomassa delle prede. Quest'ultima diminuisce con la latitudine, di conseguenza se ne ricava una nuova relazione secondo la quale per latitudini maggiori si hanno *home range* più grandi.

L'utilizzazione interna del territorio varia durante l'anno: in primavera e in estate è concentrata intorno agli *home-sites*, mentre in inverno diviene più ampia poiché la ricerca di cibo si fa più difficile.

1.1.5 COMPORTAMENTO

▪ IL BRANCO COME UNITA' SOCIALE

L'organizzazione sociale dei lupi è basata sul branco. Questo generalmente è un gruppo familiare, costituito dalla coppia parentale e da figli di più anni, che si muove all'interno di un dato *home range* ed è ostile agli individui appartenenti a branchi limitrofi.

Alla domanda "Perché i lupi vivono in branco?", la risposta che più comunemente viene data è che esso rappresenti un adattamento alla caccia di grosse prede. Di conseguenza, la dimensione del branco varierà con la dimensione della preda in modo che l'energia spesa per la predazione sia minima, e quella guadagnata sia massima (MacDonald, 1983). In realtà lupi solitari e coppie senza prole riescono comunque a sopravvivere cacciando grandi ungulati, e anche quando la caccia avviene in branco, non tutti i membri contribuiscono ad attaccare la preda. La tendenza dei lupi a vivere in branco può essere allora spiegata considerando l'aiuto che i figli ricevono dai genitori che condividono una grossa preda (Mech 1970, 1991; Schmidt & Mech, 1997). Infatti, secondo l'ipotesi della *kin selection* (Schmidt & Mech, 1997) gli adulti investono sui figli distribuendo il cibo in esubero e attraverso l'insegnamento, in modo da massimizzare la propria fitness. In effetti dal punto di vista fisiologico questa specie può non essere completamente matura fino ai 5 anni, visto che i livelli di estrogeni e androgeni aumentano fino a tale età (Seal *et al.*, dati non pubblicati). Dunque la permanenza nel branco permette un "tetto sicuro" durante la crescita e un

apprendimento delle componenti più sottili del comportamento di caccia che non sono innate (Leyhausen, 1965, citato in Eaton, 1970).

Di solito un branco viene fondato da un maschio e una femmina non imparentati (Smith *et al.*, 1997), in dispersione, che si muovono insieme in un'area non difesa da altri branchi (Rothman & Mech, 1979; Fritts & Mech, 1981).

Numerosi autori (Zimen, 1976; Van Hoff & Wensing, 1987) vedono nel branco una gerarchia lineare di dominanza dove i subordinati sono tenuti in riga dai dominanti e ogni individuo occupa un ruolo ben definito: il rango più alto è prerogativa della coppia *alfa*, l'unica a riprodursi; seguono i subordinati, distinti in *beta*, *gamma*, ecc. In realtà, nella maggior parte dei branchi le dinamiche sono più complesse. Essi sono formati da famiglie i cui componenti sono fortemente uniti da una complessa rete di legami. D'altra parte, ogni individuo deve assicurarsi la propria sopravvivenza, altrimenti non sarà in grado di assistere i propri parenti (Packard, 2003). Quindi il conflitto può essere visto come un modo di assicurare la sopravvivenza della famiglia a lungo termine. Secondo questa visione, i ruoli non sono così statici e ben determinati, ma ogni lupo ha un temperamento individuale che cambia in relazione all'esperienza sociale e allo stato d'animo (Packard, 1980; Fentress, 1982; Packard & Mech, 1983; Packard *et al.*, 1983; Fentress *et al.*, 1987; McLeod *et al.*, 1991,1996).



Fig. 3 “Pack of Eurasian wolves greeting” © Philippe Clement / naturepl.com

▪ RIPRODUZIONE

Le femmine iniziano a ovulare al loro secondo-quarto inverno (Rausch 1967; Mech *et al.*, 1998) ma il loro sviluppo è influenzato dallo stato nutrizionale e da altri fattori come lo stress (Packard *et al.*, 1985; Mech & Seal, 1987; Packard, 1989). L'accoppiamento

avviene tra gennaio e aprile (latitudini più alte) (Mech, 1970). In Italia di solito ricade in un periodo compreso tra febbraio e marzo. La gestazione dura 61-64 giorni. La nascita dei cuccioli (in media 6) di lupo a primavera coincide con quella degli erbivori, che diventano facili prede per i lupi adulti. In autunno i cuccioli sono abbastanza grandi per poter aiutare i genitori nella caccia di prede più grosse. Al sopraggiungere dell'inverno hanno quasi raggiunto le dimensioni adulte (Van Ballenberghe & Mech, 1975).

La femmina incinta può iniziare la ricerca della tana fino a un mese prima del parto (Harrington & Mech, 1982a; Fuller, 1989a; Boyd *et al.*, 1993). La scelta predilige zone non periferiche del territorio, dove sarebbero probabili incontri con altri branchi (Ballard & Dau, 1983; Fuller, 1989a; Ciucci & Mech, 1992); in territori vasti è centrale (Ciucci & Mech, 1992), a meno che non siano presenti risorse attrattive come corsi



d'acqua (Mech *et al.*, 1998); può essere influenzata dall'esperienza (Fuller, 1989a). Gli adulti e i giovani di entrambi i sessi partecipano a scavare la tana (Ryon, 1977; Mech *et al.*, 1996), a nutrire la femmina incinta (Fentress & Ryon, 1982) e a farle compagnia.

Fig. 4 “Wolf Mother”. LordWolfgang I cuccioli restano vicino alla tana fino alle 8 settimane di vita (Mech, 1970). Poi, fino alle 20 settimane, si spostano nel *rendez-vous site* (Murie, 1944; Joslin, 1967; Theberghe & Pimlott, 1969), un'area di limitate dimensioni con una tana dove rannicchiarsi insieme, una rete di percorsi e varie zone per giocare. Tane e *rendez-vous site* costituiscono gli *home-site* (Harrington & Mech, 1978). Durante l'allattamento, che dura circa un mese, il padre contribuisce indirettamente al fabbisogno dei cuccioli cacciando e difendendo l'*home-site*. Dopo lo svezzamento la madre torna a cacciare e tutti gli adulti forniscono ai piccoli cibo rigurgitato. Tra i 4 e i 10 mesi i cuccioli possono già cacciare con gli adulti, benché non abbiano ancora raggiunto le dimensioni definitive.

▪ INTELLIGENZA SOCIALE

L'intelligenza sociale è stata definita come “l'insieme dei processi attraverso i quali gli animali ottengono e mantengono informazioni riguardo al loro ambiente sociale, le quali vengono usate per fare delle scelte comportamentali” (Holekamp *et al.*, 2006). Nel lupo

l'intelligenza sociale è legata soprattutto alla flessibilità e alla resilienza, che sono ritenuti adattamenti a un ambiente soggetto a continui cambiamenti. La flessibilità implica una variazione in risposta a nuove situazioni; la resilienza, la capacità di recuperare rapidamente quando minacciato da un problema serio (Packard, 2012). I lupi si possono adattare a una varietà di fattori fisici oltre a quelli sociali descritti nel paragrafo precedente (Packard, 2003).

Quando i segnali predittivi variano con il tempo e le stagioni, i canidi riescono a imparare i nuovi pattern e ad adattarvi la loro attività (Packard, 2003). I pattern di attività dei lupi possono slittare per adattarsi ai cambiamenti dei pattern della temperatura (Harrington & Mech, 1982b; Fancy & Ballard, 1995), dell'attività delle prede (Oosenbrug & Carbyn, 1982; Scott & Shackleton, 1982; Theuerkauf *et al.*, 2003), della probabilità di incontrare esseri umani (Boitani, 1986; Vilà *et al.*, 1995), della presenza di una carcassa (Harrington & Mech, 1982b; Ballard *et al.*, 1991; Mech & Merrill, 1998) e della stagione riproduttiva (Harrington & Mech, 1982a,b; Ballard *et al.*, 1991; Vilà *et al.*, 1995). Inoltre, è stato riscontrato che i pattern di attività variano anche nei branchi in cattività (Packard, 2003).

Mech e Merrill (1998) hanno osservato che le partenze dalla tana di Ellesmere avveniva in orari prevedibili, e hanno quindi proposto che questo fosse dovuto a un ritmo interno, perché in estate, a una latitudine di 80°N, non sono presenti *zeitgeber*.

Nel branco ospitato presso il Giardino Zoologico di Pistoia sono state documentate la riconciliazione e la consolazione (Cordoni & Palagi, 2012). Entrambe implicano che gli individui abbiano imparato ad aspettarsi delle conseguenze delle loro azioni, all'interno dell'ambiente sociale (Packard, 2012). La riconciliazione è risultata uniformemente distribuita tra i sessi e non sembra influenzata dalle relazioni gerarchiche. L'atto consolatorio è stato più frequente tra individui legati da una buona relazione ed è stato ricambiato da parte della vittima. Questo ha messo in evidenza la capacità dei lupi di discriminare compagni di maggiore valore e suggerisce la natura reciproca del meccanismo (mutualismo). Questo tipo di affiliazione ha prodotto benefici immediati alla vittima, interrompendo l'aggressione e restaurando la sua coesione al gruppo (Cordoni & Palagi, 2012).

1.1.6 STATUS LEGALE DELLA SPECIE E CONSERVAZIONE

Il lupo è inserito fra le specie soggette ad un particolare regime di protezione sia dalle convenzioni comunitarie sia dalle normative nazionali. Di seguito se ne riporta un elenco completo:

Convenzioni internazionali

- 1) La Convenzione di Berna (firmata nel 1979 e ratificata dall'Italia con la Legge 503 del 5 agosto 1981) inserisce il lupo nell'Allegato II che include le specie particolarmente protette e pertanto ne vieta la cattura, l'uccisione, la detenzione ed il commercio.
- 2) La Direttiva Habitat (92/43 /CEE, recepita dall'Italia con DPR n. 537 del 8 settembre 1997) inserisce il lupo nell'allegato D IV (protezione rigorosa) e ne proibisce il disturbo, la cattura, l'uccisione, la detenzione ed il commercio. La Direttiva tutela il lupo a due livelli: a) gli stati membri hanno l'obbligo di identificare Siti di Importanza Comunitaria (SIC) nell'ambito della rete Natura 2000 per la protezione delle popolazioni di grandi carnivori di specie incluse nell'Allegato II; b) l'Articolo 12 della Direttiva obbliga gli stati membri ad attivare sistemi di protezione per tutte le specie incluse nell'Allegato IV, sia all'interno che al di fuori di siti di Natura 2000. L'Articolo 16 della Direttiva concede possibili deroghe alle normali condizioni di protezione, in caso sia necessario controllare singoli individui "problematici". Tali deroghe devono essere motivate e documentate ogni anno alla Commissione Europea. In alcuni stati alcune specie di predatori sono incluse nell'Allegato V, che consente misure di gestione e prelievo controllato, le quali, tuttavia, non devono mettere a rischio lo stato favorevole di conservazione della specie. Perciò, gli stati membri sono tenuti ad attivare programmi di monitoraggio delle popolazioni di grandi carnivori. Conseguentemente, il Piano d'azione nazionale per la conservazione del lupo ha identificato fra i primi obiettivi specifici la realizzazione di un Programma Nazionale di Monitoraggio.
- 3) La convenzione di Washington (1973) sul commercio delle specie animali e vegetali minacciate di estinzione (CITES) è stata recepita dal nostro paese con la Legge n. 874 del 19 dicembre 1975 ed è entrata in vigore nel 1980. Include la popolazione italiana di lupo nell'Appendice II (specie potenzialmente minacciate), che impone una specifica autorizzazione per l'importazione e la detenzione in cattività di lupi. In base a quanto previsto dalla Convenzione di Washington, nel Reg.(CE) 338/97 e s.m.i. di attuazione

della stessa convenzione nell'Unione Europea, le specie da proteggere sono state suddivise, a seconda del grado di controllo e protezione che si vuole esercitare, in quattro Allegati (A, B, C, D). In Italia il lupo è inserito nell'Allegato A, che comprende le specie che figurano nella Appendice I della CITES e alcune altre specie di Appendice II inserite secondo diversi criteri (rarietà, pressione commerciale di utilizzo, presenza allo stato selvatico sul territorio comunitario).

4) Il Consiglio d'Europa ed il WWF hanno lanciato nel 1995 la *Large Carnivore Initiative for Europe* (LCIE) allo scopo di “conservare, in coesistenza con l'uomo, popolazioni vitali di grandi carnivori”. La LCIE ha prodotto documenti ed un Piano d'azione europeo sul lupo (2000), che è stato adottato dal comitato permanente della Convenzione di Berna (raccomandazione n. 72 del 2 dicembre 1999). Più precisamente la LCIE ha prodotto le Linee Guida per i piani di gestione delle popolazioni di grandi carnivori (2008).

5) L'Unione Mondiale per la Conservazione della Natura (IUCN), attraverso l'inserimento nella Lista Rossa (www.iucnredlist.org), classifica il lupo in Italia come specie criticamente in pericolo o vulnerabile, come l'orso, la lince, la lontra, il camoscio d'Abruzzo.

Normative nazionali

Il Decreto Ministeriale Natali del 23 luglio 1971, tolse il lupo dall'elenco degli animali “nocivi”, ne proibì la caccia e vietò l'uso di bocconi avvelenati. Il Decreto Ministeriale Marcora del 22/11/1976, rappresenta il decreto definitivo per la protezione del lupo, con il quale la specie diviene integralmente protetta. La Legge 157/92 inserisce il lupo fra le specie particolarmente protette. Il DPR recepisce la Direttiva Habitat e colloca il lupo, nell'allegato D, tra le specie che richiedono una protezione rigorosa. Pertanto, il quadro normativo nazionale per la salvaguardia del lupo:

- 1) Vieta il disturbo, la detenzione, la cattura, il trasporto, lo scambio, la commercializzazione e l'uccisione del lupo (DPR 357/97);
- 2) Impone l'autorizzazione per l'importazione di esemplari vivi o morti di lupo (L. 874/75, art. 4);
- 3) Richiede l'autorizzazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) e parere dell'INFS per ogni intervento di immissione in natura (DPR 357/97, art. 12);

- 4) Richiede un'autorizzazione regionale (L.157/92, art. 4) del MATTM e dell'INFS per ogni attività di cattura a scopo scientifico;
- 5) Consente la possibilità, con specifica autorizzazione del Ministero dell'Ambiente, di derogare ai divieti di cattura e di abbattimento in casi per i quali non esistano altre soluzioni praticabili ed accertato che la deroga non pregiudichi il mantenimento di uno stato di conservazione favorevole della popolazione di lupo (L. 157/92, art. 19; DPR 357/97, art. 11);
- 6) Prevede la costituzione di un fondo per la prevenzione ed il risarcimento dei danni (L. 157/92, art. 26);
- 7) Prescrive che gli enti di gestione dei parchi debbano risarcire i danni causati al lupo all'interno delle aree protette (L. 394/91);
- 8) Richiede l'attivazione di programmi di monitoraggio delle popolazioni di lupo, che devono essere effettuati dalle regioni sulla base di linee guida del MATTM dell'INFS e del Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali (DPR 357/97, art. 7).

Attualmente, in Europa, il lupo sta mostrando segni di ripresa e sta progressivamente riconquistando nuovi spazi del suo areale potenziale di distribuzione (Boitani, 2000). D'altro canto il lupo è ancora fortemente minacciato, principalmente per i conflitti con alcune attività economiche e la conseguente percezione negativa che l'uomo associa alla presenza di questo grande predatore. Infatti, nonostante in generale l'opinione dell'uomo nei confronti del lupo sia molto migliorata rispetto al passato, una percezione negativa continua a persistere in molte comunità locali, sia per l'effettivo impatto che il lupo esercita su alcune attività produttive, sia per il permanere di una visione della natura basata ancora sull'atavica paura del "lupo cattivo" e su miti popolari ereditati dal passato. E' quindi molto importante mettere in atto un'opera di educazione e comunicazione volta a presentare un'immagine positiva del lupo, per promuovere la coesistenza tra uomo e predatore (Genovesi, 2002).

Il conflitto con l'uomo non rappresenta comunque l'unica minaccia per il lupo in Europa; anche la contrazione e l'impoverimento degli habitat naturali e in alcuni casi l'impatto delle infrastrutture (strade, urbanizzazione, inquinamento, ecc.) minacciano la sopravvivenza di questo grande predatore (Boitani, 2000).

La conservazione di popolazioni vitali di lupo costituisce inoltre un contributo importante al mantenimento della biodiversità, anche per l'effetto "ombrello" su altre specie e sull'habitat (Genovesi, 2002).

I recenti sviluppi politici e amministrativi dell'Unione Europea, soprattutto con la scomparsa, almeno parziale, dei confini degli Stati membri, offrono nuove e promettenti opportunità per gestire in modo unitario le popolazioni di grandi carnivori. Questo è particolarmente vero per il lupo, che si muove su aree vastissime, presenta densità molto basse e una distribuzione caratterizzata dalla presenza di numerose popolazioni in aree di confine tra diversi stati. Il futuro del lupo in Europa è legato pertanto sia all'impegno di ogni singolo stato, sia alla possibilità di coinvolgere e attuare uno sforzo coordinato di tutte le nazioni che fanno parte dell'areale (reale o potenziale) della specie.

Il lupo rappresenta una delle priorità conservazionistiche e gestionali del nostro Paese e la popolazione italiana riveste particolare importanza anche a livello internazionale, essendo una delle poche popolazioni superstiti dell'Europa occidentale (Genovesi, 2002).

MINACCE E FATTORI LIMITANTI	RILEVANZA
Bracconaggio	Primaria
Conflitti con la zootecnia	Primaria
Conflitti con l'attività venatoria	Primaria
Riduzione e frammentazione degli habitat	Secondaria
Disturbo antropico	Secondaria
Piccoli numeri, basse densità e fluttuazioni demografiche	Secondaria
Forma e frammentazione dell'areale	Secondaria
Inquinamento genetico	Primaria
Altre minacce legate alla presenza di cani vaganti	Primaria
Assenza di coordinamento degli interventi di conservazione	Primaria

Tabella 1 Principali fattori di minaccia per il lupo in Italia (Genovesi, 2002).

1.1.7 IL LUPO IN CATTIVITA'

A partire dagli anni 60 si è assistito a un incremento della ricerca sul lupo, sia in natura che in cattività, negli zoo e nei laboratori. Inoltre le osservazioni condotte in natura da ricercatori quali Murie, Mech, Allen e Peters, hanno suggerito che i pattern comportamentali fondamentali del lupo, soffrono poche distorsioni, fatta eccezione per condizioni di isolamento e privazione estreme. D'altra parte in cattività vengono necessariamente imposti dei limiti al range di attività dell'animale. Per esempio, anche nel più grande recinto naturale, il lupo non può compiere gli spostamenti che occupano

la maggior parte del tempo di un conspecifico free-ranging, e il suo comportamento predatorio è ridotto. Inoltre non sono consentite immigrazione ed emigrazione. Questo può essere particolarmente importante durante la stagione riproduttiva, quando, in natura, i subordinati sono espulsi dal branco (Frank, 1987).

Nel corso di diverse generazioni, le caratteristiche ambientali create dall'uomo vanno a costituire una pressione selettiva, che può alterare le basi genetiche del comportamento. Gli animali con una inclinazione per la libertà contribuiscono con minore probabilità al pool genetico del branco. Lo stesso accadrà per gli individui che sono più suscettibili allo stress da affollamento e quelli più vulnerabili alle malattie associate al confinamento (Frank, 1987).

Un'altra problematica è legata alle pratiche di mantenimento di questa specie. Spesso, individui di un branco vengono spostati in un altro branco per evitare l'affollamento o per scelte di riproduzione. Quando tali spostamenti sono basati solo su considerazioni gestionali, e non etologiche, ne può risultare una distribuzione innaturale di età, sesso e rango sociale. Inoltre la composizione dei branchi in cattività è influenzata dagli interventi del veterinario, che riduce la mortalità soprattutto dei più giovani e dei più vecchi (Frank, 1987).

Per quanto riguarda le dimensioni del recinto, Schassburger (1987) consiglia un'estensione quanto più elevata possibile, con un'alta varietà di caratteristiche del territorio. Questo consente maggiori novità ambientali, maggiore attività e opportunità di ritirarsi dagli altri membri del branco quando necessario. Vengono inoltre suggerite aree di riposo e di osservazione, vasche con ricircolo d'acqua per rinfrescarsi e bere, tane artificiali o siti dove gli animali abbiano la possibilità di scavarle. L'autore sottolinea anche l'importanza delle necessità della ricerca, che vanno considerate in fase di progettazione, come per esempio postazioni di osservazione esclusive per i ricercatori, telecamere con controllo remoto e microfoni.

Per quanto riguarda la relazione con gli esseri umani, può essere vantaggiosa la socializzazione tra le due specie. Lupi socializzati possono essere avvicinati più facilmente e possono ricevere le cure mediche di routine e i trattamenti di emergenza, senza metodi traumatici, che potrebbero peggiorare la condizione fisica dell'animale e renderlo soggetto all'attacco da parte di altri membri del branco dopo il trattamento. Inoltre la pulizia settimanale dell'exhibit è facilitata perché richiede minori sforzi logistici e allo stesso tempo, il personale può esaminare gli escrementi e l'utilizzazione

del mangiare. Nei giardini zoologici si può avere il vantaggio di una maggiore presenza degli animali vicino alle vetrine di osservazione dei visitatori. Ai fini della ricerca sono da preferire lupi allevati dall'uomo, nei quali sono stati osservati gli stessi comportamenti sociali di lupi in cattività allevati dal branco. Lupi non socializzati, al contrario, in presenza di umani, possono aumentare i comportamenti anomali. Questi lupi, però, richiedono un minore investimento di tempo nel training dei *keepers* e nell'allevamento dei cuccioli. Inoltre se vengono mandati in un'altra istituzione, si possono adattare meglio perché non sono privati dei "compagni" umani. Questa scelta è sicuramente migliore quando il ricambio di personale è alto (Klinghammer & Goodman, 1987).

Così, per garantire una gestione corretta nel rispetto del benessere psico-fisico delle specie mantenute in cattività, i giardini zoologici italiani seguono le linee guida e gli standard per la cura e il mantenimento definiti dall'EAZA (European Association of Zoos and Aquaria) e adottati dall'organizzazione italiana UIZA (Unione Italiana Zoo e Acquari), enti dei quali anche il Giardino Zoologico di Pistoia è membro. I trasferimenti di esemplari tra parchi, sono coordinati a livello nazionale e regionale e vengono attuati con lo scopo di gestire gli esemplari e i gruppi presenti negli zoo come membri di più ampie metapopolazioni, al fine di promuovere lo sviluppo di popolazioni autosufficienti, importante risorsa per la conservazione *in-situ*.

Inoltre, molti progetti e iniziative per la salvaguardia dei carnivori nel loro habitat naturale sono attivamente promossi e sostenuti dai giardini zoologici. Tra queste iniziative la "*European Carnivore Campaign*" promossa dall'EAZA nel 2008. I giardini zoologici membri dell'EAZA, hanno raccolto fondi e realizzato attività di sensibilizzazione a favore della salvaguardia dei piccoli e grandi carnivori europei, tra cui il lupo. I fondi raccolti, un importo totale pari a € 437.000, sono stati interamente devoluti a progetti di conservazione *in-situ*. La specie è inoltre allevata con successo in molti zoo. Secondo i dati ISIS-ZIMS (International Species Information System-Zoological Information Management System), la popolazione *ex-situ* di *Canis lupus* è attualmente costituita da 1.574 esemplari.

1.2 ZOO

Le circa 10.000 collezioni di animali che attualmente esistono nel mondo sotto il nome di zoo, ricevono ogni anno una cifra stimabile in centinaia di milioni di visitatori (Gusset & Dick, 2011). Questo ci dice che la motivazione a visitare animali esotici vivi è molto forte fra la gente e che, di conseguenza, le comunità mondiali di zoo possono esercitare una grande influenza sulla formazione di quell'interesse e conoscenza verso il mondo animale, che può contribuire a elevarne gli standard di benessere e a promuoverne la conservazione in natura (Hosey *et al.*, 2013).

I moderni zoo non sono più luoghi dove mantenere esemplari di specie domestiche e selvatiche con intento meramente espositivo e ricreativo. Sono, per lo più, istituzioni scientifiche, regolate da atti governativi. Molti di essi iscrivono il loro ruolo in quattro parole-chiave: conservazione, ricerca, educazione, ricreazione, e pongono al centro del loro interesse il benessere degli animali ospitati (Hosey *et al.*, 2013).

1.2.1 STORIA

Sebbene lo zoo, nella sua forma a noi familiare sia un fenomeno recente, l'uso di tenere animali selvatici in cattività ha origini antichissime e si può far risalire al Neolitico, quando l'uomo cacciatore-raccoglitore, trasformandosi lentamente in agricoltore, iniziò a catturarli e rinchiuderli in recinti allo scopo di allevarli. Questa pratica aveva la funzione di fornire non solo cibo, ma anche vittime destinate a sacrifici. In alcuni monasteri dell'Estremo Oriente ancora oggi esistono collezioni di esemplari allevati con questa finalità di carattere sacro (Finotello, 2004).

A partire dal II millennio, grandi civiltà come quella sumerica, assira, babilonese, persiana, minoica ed egiziana, dettero inizio alle prime consistenti raccolte di animali (Finotello, 2004).

- CIVILTÀ MESOPOTAMICHE

Nelle civiltà mesopotamiche collezionare animali assunse anche un valore di prestigio politico e sociale ed era riservato alle classi aristocratiche e sacerdotali. Si hanno anche, però, i primi tentativi di mantenere grossi animali selvatici a scopi commerciali e, quindi, di sfruttamento controllato della grossa selvaggina (Finotello, 2004).

- EGIZIANI

Gli egiziani mostrarono un grande interesse per la raccolta di animali selvatici, tentando di allevare alcune specie di scimmie, iene, felini di media e piccola taglia, diverse specie di antilopi e almeno una specie di mangusta. Furono, probabilmente, i primi a cimentarsi con l'acclimatazione di specie selvatiche (un aspetto fondamentale per i giardini zoologici) (Finotello, 2004). Dalla Somalia fu portata anche una giraffa, elefanti dalla Mesopotamia e, successivamente, elefanti africani. Giraffe ed elefanti popolavano il Nord Africa fino all'epoca romana (Finotello, 2004).

- GRECI

Un carattere prettamente culturale, diremmo didattico-educativo (funzione che oggi è considerata strategica dai moderni giardini zoologici), ebbero le raccolte zoologiche presso i greci. Intorno al IV sec a.C. erano vere e proprie istituzioni, tenute in alta considerazione, tanto che venivano fatte visitare regolarmente dai discepoli delle scuole. La storia naturale era, quindi, considerata materia fondamentale nel contesto generale dell'istruzione (Finotello, 2004). Aristotele (384-322 a.C.) aveva una sua *ménagerie* privata (Hosey *et al.*, 2013) e fu il primo a redigere una enciclopedia zoologica, la "Storia degli animali", dando alla materia, sia pur con molti limiti, il primo assetto scientifico. In quest'opera (che appartiene agli scritti esoterici, destinati alla scuola), ci sono anche osservazioni di carattere zoopsicologico, riguardanti le capacità cognitive e psicologiche degli animali, studiando i comportamenti, ad esempio, di cervi, capre, cani, pantere, rondini, pernici (Toniolo, 2013).

Famosa fu la grande collezione di Alessandria d'Egitto, nel IV secolo. Esibita spesso in parate e cerimonie religiose, ospitava anche animali domestici. L'uso di affiancare, animali domestici alle specie selvatiche, nei giardini zoologici, è restato fino ad oggi (Toniolo, 2004).

- ROMANI

Anche i Romani, specialmente nell'ultimo periodo della Repubblica e durante l'Impero, furono grandi importatori di animali vivi, a tal punto che la scomparsa dall'Asia Minore del leone e dall'Africa mediterranea della giraffa, oltre che a vicende climatiche, è da imputarsi anche, in gran parte, all'intenso e incontrollato prelievo operato dai cacciatori romani. A differenza di quelli greci, destinati ad un uso "educativo" o celebrativo, i serragli romani erano depositi di esemplari destinati ad essere prevalentemente uccisi

nelle arene, nei giochi circensi, nelle cacce. Gli animali erano mantenuti all'interno di "vivari", veri e propri reparti zoologici, che il giorno dello spettacolo potevano anche essere visitati dal pubblico (Finotello, 2004). Il termine serraglio (*menagerie* in francese), deriva dal latino *seraliium*, steccato. Esso indica una raccolta di animali feroci o selvatici ingabbiati, spesso addestrati a compiere vari esercizi (Il Devoto Oli, 2014).

Con il consolidarsi del Cristianesimo, che sperimentò tristemente le spietate usanze dei giochi circensi, la progressiva frammentazione dell'Impero e le invasioni barbariche, i giochi del circo lentamente decadde, così come i serragli, che sopravvissero nell'Impero Romano d'Oriente (Finotello, 2004).

In epoca romana ci furono, comunque, persone interessate all'aspetto zoologico, alle tecniche di acclimatazione o al puro godimento estetico, come Plinio il Vecchio e altri zoofili (Finotello, 2004).

- MEDIOEVO

Conseguentemente al declino culturale che investì l'Europa soprattutto nell'Alto Medioevo, collezioni faunistiche e serragli erano molto rari. In questo panorama di decadimento fece eccezione la figura di Federico II di Svevia (1194-1250), che fu appassionato naturalista e ornitologo (il suo testo di ornitologia fu forse il primo in assoluto sull'argomento) e rilanciò l'usanza dei grandi serragli, a Melfi e a Palermo (Finotello, 2004).

Se in Europa l'usanza di mantenere animali in cattività si era affievolita, grandi collezioni faunistiche prosperavano, invece, in Asia, come ci informano le cronache e i racconti dei Polo (Finotello, 2004).

- RINASCIMENTO

Il pensiero rinascimentale, che poneva nuovamente l'Uomo e la Natura al centro dell'Universo, non poteva non influenzare anche l'interesse per la zoologia. E, come spesso accadeva nel Rinascimento, si stabilirono feconde relazioni fra Arte, Letteratura, Filosofia, Scienza e così nacque anche un significativo legame fra zoologia e pittura. Pittori come Benozzo Gozzoli e Giovanni Stradano riprodussero animali esotici. Dürer dipinse il rinoceronte indiano. Leonardo da Vinci condusse accurati studi su alcune specie ospitate presso il serraglio di Federico il Moro e mantenne un piccolo numero di animali per condurre i propri studi (Hancocks, 2001).

Molte raffigurazioni (Raffaello, Aretino) ebbe anche Annone, il famoso elefante bianco asiatico regalato dal Re del Portogallo al Papa Leone X, nel 1514. Leone X era solito muoversi per Roma accompagnato da strabilianti parate di animali, tra cui pantere, giullari e, appunto, Annone (Gippoliti, 2011).

Nel Rinascimento, un forte impulso alla raccolta di animali vivi fu offerto anche, oltre che dal rinnovato interesse per la Natura, dalle nuove scoperte geografiche, che portavano in Europa sconosciute e abbondanti specie animali e vegetali. Naturalmente, le più importanti collezioni sorsero nelle nazioni che stavano diventando potenze coloniali e molte specie divennero oggetto di un vero e proprio commercio.

Hernán Cortés ebbe modo di visitare il grandioso parco faunistico di Montezuma, edificato dal re azteco presso la capitale dell'Impero, Tenochtitlán. Vi erano racchiusi esemplari di giaguari, puma, ocelot, lama, vigogne, uccelli acquatici e canori e un'importante collezione di erpetofauna. (Finotello, 2004).

Le caratteristiche generali e gestionali dei giardini zoologici dei periodi trattati, erano molto diverse da quelle dei parchi moderni e contemporanei.

Molte delle *ménagerie* create nel Medioevo e nel Rinascimento presso le dimore dei nobili europei, erano strutture biologicamente inadatte per la contenzione degli animali. Ad esempio, gli ungulati venivano tenuti in spazi esterni assai limitati, o nei fossati asciutti che circondavano i castelli. Le stalle erano generalmente oscure, disadorne, muffose e maleodoranti. Le gabbie e i recinti dei carnivori erano caratterizzata da piccola volumetria e da tipici “fossati”, usati ancora oggi in molti zoo come forma di contenzione, per esempio degli orsi. Sistemi di drenaggio della pavimentazione e specificità del substrato, non erano presi in considerazione (Finotello, 2004). Gli animali, vivendo in spazi ristretti, umidi e freddi, soffrivano spesso di reumatismi e altre patologie. Condizioni particolarmente svantaggiate toccavano a uccelli, scimmie e altri mammiferi, che vivevano in gabbie spesso accatastate una sopra all'altra, collocate in ambienti chiusi, privi di luce naturale e ventilazione. Questa situazione, unita alla mancanza totale di qualsiasi norma igienico-sanitaria, portava ad un alto tasso di mortalità (Finotello, 2004).

- I GIARDINI ZOOLOGICI MODERNI (XVIII-XX sec.)

Nel XVIII secolo, presso la corte di Potsdam, sotto Federico II il Grande, fu creata una delle prime collezioni con un indirizzo di gestione di tipo scientifico. Nel 1842, il re di Prussia, Federico Guglielmo IV, ne fece dono all'*Actien Verein des Zoologischen*

Garten zu Berlin, che era una società appositamente costituita al fine di dotare Berlino di un moderno parco faunistico (Finotello, 2004).

Nel sec. XVIII, il serraglio costruito in Svezia nel 1561, rappresentò uno strumento importantissimo per l'opera di Linneo. Il XIX secolo ha segnato il passaggio dalla *ménagerie* al giardino zoologico: le vecchie strutture dove si collezionavano stranezze e rarità per il diletto degli aristocratici furono trasformate in un patrimonio culturale comune. Il vecchio Giardino Reale di Parigi, creato nel 1635, che ospitava una discreta collezione di animali, divenne, dopo la Rivoluzione francese, col nome di *Jardin des Plantes*, il primo giardino “pubblico” dei tempi recenti e una istituzione statale, che assolse funzioni sia scientifiche che educative e di intrattenimento del pubblico. L'unico giardino zoologico di ispirazione seicentesca ancora oggi aperto al pubblico è quello di Schönbrunn ed è considerato il più antico zoo del mondo (Finotello, 2004).

Nel corso dell'Ottocento, in Europa molte *ménagerie* delle case regnanti e nobiliari vennero chiuse. I nuovi giardini zoologici che sorgevano, in America come in Europa, appartenevano a società costituite per tale scopo, le quali, benché concepite secondo finalità scientifiche, non si discostavano molto, per l'aspetto esteriore, dai serragli settecenteschi. Compaiono unità spaziali ben definite (Casa delle Scimmie, Casa dei Felini...), recinti esterni, stanze per inservienti, ma le strutture architettoniche sono ancora di tipo “umanistico”, con stucchi, pitture, esotismi.

La diffusione delle teorie evoluzionistiche di Darwin e Wallace fece sì che queste istituzioni fossero riconosciute come centri di divulgazione zoologica e di ricerca scientifica e, conseguentemente, condusse allo sviluppo di numerosi zoo in Europa e nel resto del mondo.

I nuovi giardini zoologici ottocenteschi nacquero a Londra, ad Amsterdam (dove, insieme allo zoo, sorse un museo di etnografia e zoologia e una ricca biblioteca), ad Anversa, a Basilea, a Firenze (nel 1861, per iniziativa della Società Zoologica Fiorentina, al Parco delle Cascine). Negli USA, a New York (Central Park Zoo), Buffalo, Chicago. Il numero dei giardini zoologici aumentò notevolmente in Europa, Stati Uniti ed Estremo Oriente, soprattutto dopo la seconda guerra mondiale, manifestando, però, in molti casi, una scarsa qualità nelle strutture e la mancanza di adeguata competenza del personale (Hancocks, 2001).

Nel secolo XX si ebbero importanti avanzamenti nell'organizzazione e gestione degli zoo. Nel 1907, ad Amburgo, venne realizzato, dal commerciante di animali Carl Hagenbeck, il primo e innovativo giardino zoologico pensato con criteri moderni

(completamente diversi da quelli allora esistenti), basati sull'idea di mantenere gli animali in condizioni di semilibertà in aree sgombre dai tradizionali recinti metallici o dalle pesanti palizzate in legno. Si creano strutture paesaggistiche assai varie: ambienti montani con rocce artificiali, terrazzamenti, cascate, gole, laghetti, boschetti. Gli architetti chiamati da Hagenbeck a realizzare le sue idee, sistemano i vari recinti separati da fossati, uno dietro l'altro, in modo che l'osservatore percepisca un unico spazio naturale, punteggiato da comunità di animali apparentemente libere. Le innovative teorie del commerciante tedesco non riguardavano solo il modo di esporre gli animali, ma anche condizioni assai più adeguate per il loro benessere psicofisico: stalle coibentate, asciutte e ventilate, riscaldate dalla semplice presenza dell'animale; fossati colmi d'acqua per abbeverarsi e bagnarsi; possibilità di formare gruppi sociali, nella consapevolezza di quanto fosse nociva la solitudine per alcune specie. Parchi sul modello di quello di Amburgo vennero realizzati a Roma (1911) e a Parigi (1934) (Finotello, 2004).

La nascita di nuove discipline scientifiche come l'ecologia e l'etologia animale, nel corso del '900, ebbe importanti riflessi nel modo di concepire e gestire le collezioni zoologiche. Una tappa importante di questa evoluzione fu segnata dal biologo svizzero Heini Hediger, direttore dello zoo di Basilea e, successivamente, dello zoo Zurigo e fondatore nel 1942, con il suo lavoro *Wildtiere in Gefangenschaft*, della "Zoo Biology" ovvero, secondo la definizione italiana, della "Biologia applicata alla gestione degli animali nei giardini zoologici". Hediger capì che era importante non solo l'ampliamento degli spazi, ma anche una loro chiara definizione qualitativa, e che gli animali potevano condurre una vita normale anche sotto le cure degli uomini, purché in condizioni ambientali adeguate (Hancocks, 2001). In Inghilterra, nel 1966, per iniziativa del marchese di Bath e del proprietario di circhi Chipperfield, sorge un nuovo ed ulteriore modo di interpretare il giardino zoologico. Grazie alla recinzione di una vasta porzione di territorio vengono lasciate libere alcune famiglie di leoni, consentendo la visita in automobile mediante un apposito e rigido percorso. Nasceva, così, l'epoca e la moda degli zoosafari (o safari park). La concezione degli zoosafari, ispirata agli ambienti e fauna africani, è di tipo puramente commerciale e ricreativo, ma avrebbe grosse potenzialità, diversamente gestita, per la conservazione e la ricerca (Finotello, 2004).

1.2.2 I MODERNI PARCHI FAUNISTICI

Negli anni Settanta, con i primi rapporti sull'ambiente, i temi ambientali emergono con particolare forza. Si comincia a capire che anni e anni di sfruttamento incontrollato e intensivo delle risorse terrestri, hanno messo in grave pericolo il "sistema terra", sia perchè queste stesse risorse non sono un bene rinnovabile a perenne disposizione dell'Uomo, sia perché il loro utilizzo distrugge irrimediabilmente enormi ambienti ed ecosistemi. Nasce una nuova disciplina, l'Ecologia, che si rivela presto in grado di influenzare abitudini e comportamenti e si affermano numerosi movimenti ambientalisti e animalisti sensibili alla causa dei diritti degli animali (Finotello, 2004).

I parchi zoologici risentono di questo clima e vengono a trovarsi in una situazione delicata: da una parte un'opinione pubblica priva di conoscenze in campo biologico e conservazionistico, ma assai sensibile al tema del benessere di ogni singolo esemplare; dall'altra la necessità, da parte degli zoo, di innalzare il livello qualitativo della presentazione degli animali, favorendo l'espressione dei normali comportamenti specie-specifici e al tempo stesso di sensibilizzare il pubblico su tematiche quali benessere animale e tutela della biodiversità. Comincia a farsi strada il concetto di conservazione delle specie negli zoo e in natura, e di informazione del pubblico circa le azioni di conservazione. Occorreva trasformare profondamente la concezione dei giardini zoologici, nella maggior parte dei quali le tradizionali strutture di contenzione erano inadeguate a trasmettere il messaggio sulla situazione ambientale di molti paesi del Sud del mondo che ospitavano le ultime specie a rischio di estinzione. Ci furono aspre critiche e polemiche e molti zoo furono costretti a chiudere. Una prima risposta a questa negativa situazione venne, nel 1976, dallo zoo di Seattle che, in suo documento, dichiarava che gli animali erano i primi "clienti" di un giardino zoologico, con gli stessi diritti dei visitatori e del personale che ci lavorava. Lo zoo di Seattle si trasformò in una struttura espositiva che ricreava il più possibile condizioni naturali, dove animali e visitatori si trovavano a vivere nello stesso habitat, secondo le idee della "*landscape immersion*" (Hancocks, 2001), introdotte dal direttore dello zoo, David Hancocks (Hosey *et al.*, 2013). La presenza dell'animale non era necessariamente l'obiettivo primario dell'exhibit, ovvero la sua "esibizione", ma la sua conservazione e protezione. Sulla base di queste caratteristiche, inoltre, i criteri espositivi dovevano risultare un potente strumento educativo per promuovere temi inerenti alla conservazione e gestione sostenibile dell'ambiente naturale. In Italia, attualmente, strutture che rispondono a

questi criteri si trovano, fra le altre, a Pistoia, Lignano, Roma, Genova (Acquario), Falconara, Torino e Verona (Finotello, 2004).

Nel 1999 è stata emanata la direttiva della Commissione Europea 1999/22/CE che riporta una serie di norme riguardo alle condizioni in cui devono essere mantenuti gli animali, e le caratteristiche basilari delle installazioni di parchi e giardini zoologici. Questa direttiva obbliga gli stati membri a mettere in essere regolamenti, disposizioni legali e amministrative conformi ad essa (ZOOHBW, 2013). In Italia la sovraccitata Direttiva è stata attuata tramite il Decreto Legislativo n.73/2005. L'Art.1 della Legge sancisce che "il ruolo del moderno giardino zoologico è la conservazione della biodiversità e la protezione della fauna selvatica". A tal fine, l'Art.3 indica tra i requisiti del giardino zoologico, "la partecipazione a ricerche scientifiche, l'attuazione di programmi di educazione e sensibilizzazione del pubblico e le attività di conservazione".

Parchi, giardini zoologici e acquari hanno formato, da diversi anni, delle organizzazioni di settore nazionali, internazionali e mondiali. Essere membri di queste organizzazioni porta vantaggi, come riconoscimenti di qualità, scambi di informazioni attraverso forum e convenzioni, scambi di animali e partecipazione a programmi di allevamento in cattività coordinati a livello regionale, programmi di ricerca e conservazione *in-situ* ed *ex-situ*, promozione e pubblicità. La funzione di queste associazioni è anche quella di fornire ai membri un sistema di autoregolamentazione, che deve espressamente rispondere e integrarsi con le norme legali governative (ZOOHBW, 2013).

Le principali organizzazioni oggi esistenti sono la WAZA (World Association of Zoos and Aquariums), organizzazione mondiale che unifica i principi e le azioni di oltre 1000 tra zoo e acquari e l'EAZA, fondata nel 1992, di ambito europeo, ma che comprende anche paesi limitrofi (ad es. Turchia, Israele) e rappresenta 345 istituzioni in 41 paesi.

Gli standard dell'EAZA sono articolati in 8 sezioni che riguardano:

- 1 - definizione, funzioni e classificazioni;
- 2 - classi di animali;
- 3 - benessere (fisico, comportamentale, sociale attraverso alloggiamenti, ambienti, alimentazione, cure mediche e contatto sociale);
- 4, 5, 6 - recinzioni;
- 7 - animali pericolosi;
- 8 - carnivori pericolosi.

1.2.2.1 DEFINIZIONE E CLASSIFICAZIONE

Fino all'Ottocento, le collezioni di animali esotici erano chiamate *ménagerie*, di solito appartenenti a facoltosi personaggi e create per il loro divertimento. Fu dopo l'apertura del Giardino Zoologico in Regent's Park a Londra, che il termine "zoo" divenne d'uso comune (Hosey *et al.*, 2013). Oggi l'appellativo di zoo dovrebbe essere riservato a quelle strutture che si riconoscono negli obiettivi assegnati loro dalla "Strategia Mondiale per la Conservazione di Zoo e Acquari" stabiliti da WAZA nel 2005 (Gippoliti, 2011).

- GIARDINO ZOOLOGICO E PARCO FAUNISTICO

IUDZG/WZA (International Union Directors Zoological Gardens/ World Zoo Association) parla di "giardino zoologico", intendendo con questo termine "Tutti gli Zoo ed Acquari che sono stati istituiti e che vengono gestiti fondamentalmente per fini culturali, educativi, scientifici e di conservazione".

EAZA parla di "parchi faunistici" definendoli come "istituzioni permanenti aperte al pubblico e per esso amministrate, al fine di promuovere la conservazione della natura e di fornire educazione, informazione e ricreazione, attraverso l'ostensione e la conservazione delle specie selvatiche" (Finotello, 2004).

Entrambe le definizioni identificano una collezione vivente di animali, ospitata in un apposito parco debitamente delimitato, con aree per gli animali concepite in base alle esigenze di vita degli stessi, progettato e realizzato secondo uno schema di base ben definito, gestito da personale professionalmente qualificato, con finalità divulgative, di conservazione e di ricerca scientifica. Dunque, non esiste una netta distinzione qualitativa fra le due istituzioni. Una distinzione più marcata riguarda, invece, l'estensione: i parchi dovrebbero avere estensioni superiori ai 20ha (Finotello, 2004).

Altre definizioni esprimono, oggi, più o meno, la stessa concezione. E' interessante notare che la definizione dell'americana AZA (Association of Zoos and Aquariums) include esplicitamente anche una componente estetica nell'organizzazione di zoo e acquari: "...*exhibiting them in aesthetic manner*..." (Hosey *et al.*, 2013).

- ZOOSAFARI

Le caratteristiche principali di questo tipo di parco faunistico sono già state illustrate. Concepito soprattutto per la pratica fotografica e lo svago, lascia gli animali (carnivori, ungulati e ratiti) in condizioni di apparente libertà e consente la visita in auto attraverso

percorsi prestabiliti. L'ambiente è lasciato naturale il più possibile. Gli zoosafari sono circondati da doppia recinzione con rete alta alcuni metri, provvista anche di fili elettrici. Come già detto, gli zoosafari nascono per interessi puramente commerciali e solo di rado vi si svolgono attività di ricerca, conservazione e divulgazione (Finotello, 2004).

- COLLEZIONI FAUNISTICHE SPECIALIZZATE

Sono parchi o giardini faunistici la cui connotazione più evidente è la tipologia della collezione e la funzione, che è spiccatamente di ricerca scientifica, universitaria (studi sul comportamento e biologia della specie) e di conservazione delle specie, oltreché divulgativa ed educativa. Comprendono:

- Parchi ornitologici, molto noti quelli francesi, inglesi e tedeschi.
- Collezioni di primati, molto nota quella della Duke University negli USA.
- Rettilari, che ospitano rettili squamati.
- Insectari.
- Butterfly Houses dove, in ampie serre climatizzate, il visitatore passeggia in ambienti di tipo tropicale popolati dalle più appariscenti farfalle esistenti.
- Vivari, collezioni della cosiddetta “fauna minore”: rettili, anfibi, pesci e invertebrati. E' interessante notare che spesso sono collegati alle istituzioni museali. Nei paesi con tradizioni e cultura naturalistiche, il vivario è spesso concepito come sezione *vivente* dei musei di Storia Naturale (Finotello, 2004).

- ACQUARI, DELFINARI E/O OCEANARI

In questi parchi, che si trovano nelle città costiere, l'acqua è il tema conduttore che accomuna la presenza di pesci e altri animali che vivono in ambiente acquatico o la cui esistenza dipende dall'acqua. Vi si trovano, infatti, anche rettili, anfibi, mammiferi e uccelli che legano la loro sopravvivenza all'acqua. Per questo motivo, per tali istituzioni, che stanno incontrando sempre di più il favore del pubblico, sarebbe più opportuno sostituire la parola “acquario” con “acquazoo” (Finotello, 2004).

- BIOPARCO

Il concetto di “bioparco” fu prefigurato, per la prima volta, nel 1969, da Boyden, con la creazione di un centro biologico olistico. Soltanto, però, a partire dagli anni Novanta,

specialmente negli USA e soprattutto negli ultimi anni, si è iniziato a concepire il parco faunistico in modo completamente diverso dall'attuale.

Il concetto parte dalla considerazione che il parco tradizionale, anche nella sua denominazione, si basa su una visione in cui l'animale è al centro dell'esposizione, mentre l'ambiente naturale vegetale, più o meno ricostruito e arricchito, gli fa da sfondo, senza nessuna interconnessione se non come descrizione puramente paesaggistica, ignorando quanto alberi e arbusti, siano determinanti nel contesto ecologico di una specie. Il concetto di bioparco non prevede le separazioni imposte dalla biologia accademica (botanica/zoologia/paleontologia), ma intende la realtà in cui viviamo come un insieme di parti intimamente interdipendenti, costituito da tutti gli esseri viventi.

Nella ristrutturazione del parco faunistico in bioparco, occorrerà tenere conto anche della moltitudine di specie di piccole dimensioni, come per esempio, gli invertebrati (i soli insetti superano i mammiferi del valore di 100 a 1), se si vuole evidenziare le complesse relazioni fra le specie animali e vegetali (Finotello, 2004).

1.2.3 FUNZIONI

1.2.3.1 CONSERVAZIONE

Esistono varie definizioni del concetto di "conservazione". Potremmo riassumerle e dire che la conservazione è "la scienza applicata destinata a mantenere la diversità biologica della terra" (Hunter, 1995).

E' ormai un fatto comunemente acquisito che migliaia di specie animali sono oggi a rischio estinzione, come logica conseguenza di uno sfruttamento incontrollato delle risorse da parte dell'Uomo iniziato lentamente migliaia di anni fa e caratterizzato da un'accelerazione impressionante dopo la Rivoluzione Industriale, a partire dalla seconda metà del sec. XIX fino ad oggi.

I problemi legati (e fra loro interconnessi) al degrado ambientale, all'esaurimento delle risorse, alle condizioni sociali ed economiche dei paesi poveri ed emergenti, alla ricerca dello sviluppo sostenibile, sono ormai diventati di dominio pubblico e sono saliti all'attenzione di molti governi e agenzie governative mondiali. Accordi internazionali sono stati firmati tra importanti associazioni, come la Convenzione di Washington (che regola il commercio di specie animali e vegetali) e la Convenzione di Ramsar (conservazione delle zone umide). Inoltre sono sorte numerose organizzazioni

internazionali tra cui IUCN (International Union for Conservation of Nature), UNEP (United Nations Environment Programme), WWF (World Wildlife Found), Fauna & Flora Conservation Society, Wildlife Conservation Society (Finotello, 2004).

Gli zoo hanno cominciato a percepire le potenzialità del loro contributo nella conservazione della natura agli inizi del sec. XX e tale processo subisce un forte incremento a partire dagli anni Sessanta (WAZA, 2005).

Accordi e organizzazioni internazionali assumono via via un peso sempre maggiore nella conservazione e protezione delle specie e dei relativi habitat.

Il trattato internazionale più importante sulla conservazione a livello di specie è la Convenzione di Washington o CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) redatta nel 1973 sotto l'egida dell'UNEP. Questo trattato vieta o limita il commercio internazionale di più di 35.000 specie di piante e animali. Il successo più famoso della CITES è stato il divieto del commercio d'avorio che era alla base del rapido declino dell'elefante africano (Primack, 2003; ZOOHBW, 2013).

Nel 1980 la IUCN pubblica la World Conservation Strategy (WCS), che è considerata dalla WZCS (World Zoo Conservation Strategy) un impianto fondamentale per i programmi di conservazione. Nel 1992 la Convention on Biological Diversity (CBD), adottata dall'Earth Summit di Rio de Janeiro, firmata da 180 Paesi, diventa legalmente vincolante e si pone tre obiettivi:

- 1) Conservazione della diversità biologica.
- 2) Uso sostenibile degli elementi della biodiversità.
- 3) Equa distribuzione dei benefici derivanti dall'uso delle risorse genetiche.

Oggi, è fondamentale per gli zoo, aderire ai programmi internazionali di conservazione, e integrare la loro opera in questo campo con le proprie attività interne ed esterne (Hosey *et al.*, 2013; Miller *et al.*, 2004; Conway, 2003; Hutchins & Smith, 2003). Il modo migliore per mantenere la biodiversità sarebbe negli habitat naturali, la cosiddetta conservazione *in situ*. D'altra parte, per varie ragioni (tra cui il disturbo e l'impatto antropico), appare chiaro che essa non è una scelta sicura e affidabile per alcune delle specie più a rischio e che questa deve avvenire, perciò, in condizioni artificiali sotto la supervisione dell'uomo (Kleiman *et al.*, 1996), realizzando la strategia nota come conservazione *ex situ*. La conservazione *ex situ* non mira a preservare la specie in cattività a oltranza, ma a ricreare in natura popolazioni autonome, una volta che ci sia un numero sufficiente di individui e condizioni ambientali adatte (Primack, 2003). I

programmi di conservazione *ex situ* acquistano una grande importanza, dato che un settimo delle specie di vertebrati terrestri che sono minacciati vivono in cattività (Conde *et al.*, 2011). Le due strategie *in situ* ed *ex situ* sono complementari (Robinson, 1992), e possono essere definite oggi come “conservazione integrata” (Hosey *et al.*, 2013).

Il contributo degli zoo alle strategie di conservazione deve avvenire fornendo conoscenze, competenze, risorse, attraverso iniziative nell'allevamento, traslocazioni e reintroduzioni, salute degli animali, ricerca, formazione, educazione e finanziando attività sul campo. Questa azione deve avvenire mettendo in comune mezzi, specialmente finanziari (WAZA, 2005). Gli zoo e gli acquari possono costituire una risorsa importante per la conservazione mondiale, impiegando o sostenendo operatori sul campo, attivi nella conservazione degli animali selvatici e dei loro habitat (WAZA, 2005).

Grazie alla stabulazione delle loro collezioni di animali, gli zoo si trovano in una posizione privilegiata per contribuire alla ricerca scientifica destinata a potenziare la conservazione delle specie (Hosey *et al.*, 2013; Rees, 2011; Soriano, 2012).

La conservazione *ex situ*, operata dagli zoo, ha lo scopo di scongiurare il rischio di imminenti estinzioni. Il semplice far riprodurre e allevare animali selvatici non è fare conservazione *ex situ*, come per es il *farming*. Tecniche dirette di conservazione *ex situ* riguardano, invece, il *captive raising* e il *captive breeding*. La IUCN stabilisce che quando la consistenza di una specie (o sottospecie) scende sotto 1000 unità, deve essere necessariamente iniziato un programma di riproduzione in cattività (Finotello, 2005).

I primi progetti di conservazione delle popolazioni selvatiche negli zoo furono condotti attraverso l'allevamento e la reintroduzione, sulla base del successo nell'allevamento del Bisonte americano (*Bison bison*) e del Bisonte Europeo (*Bison bonasus*) (WAZA, 2005). Quest'ultimo è stato reintrodotta per la prima volta nel 1952 e attualmente sono presenti tre mandrie, per un totale di circa cento individui (Van de Vlasakker, 2014).

Gli zoo e acquari possono agire come “arche” dove siano allevate popolazioni di animali, attentamente gestite, e la progenie rilasciata in natura. Gli zoo possono offrire animali, conoscenze e competenze per gli allevamenti, identificando *breeding stocks* (attraverso analisi genetiche, quando necessario) e stabilendo appropriate unità sociali per ottenere allevamenti realizzati con successo (WAZA, 2005).

In Oman, l'orice arabo (*Orix leucoryx*), praticamente estinto in natura, è stato oggetto di un intenso programma di reintroduzione nel suo habitat, partendo da individui allevati in cattività. Il programma ha avuto esito positivo non solo per le popolazioni di orice,

ma anche perché ha rappresentato una fonte di lavoro per i beduini locali, attivamente coinvolti nelle varie fasi di realizzazione del progetto. In tal modo, l'orice è divenuto in Oman una sorta di simbolo nazionale (Stanley-Price, 1989), sebbene le nuove popolazioni siano ancora oggetto di caccia di frodo (Primack, 2003). 17 scimpanzé furono rilasciati nell'isola di Rubondo in Tanzania, tra il 1966-69 e da allora sono cresciuti di circa 50 unità. Un caso recente, che tocca da vicino il nostro paese, è quello dell'Ibis eremita, una specie migratrice che era presente nell'Europa centrale fino al XVII secolo, prima che si estinguesse del tutto a causa della pressione venatoria. A partire dalla metà di agosto del 2014, più di 120 ibis eremita hanno migrato dalle pendici settentrionali delle Alpi all'area di svernamento presso l'Oasi WWF della Laguna di Orbetello (Toscana), grazie allo sforzo congiunto di molti parchi europei e dell'associazione austriaca Förderverein Waldrappteam (Fritz, 2014). Altre specie che devono la loro esistenza ai programmi di reintroduzione sono: il Cervo di Padre David, il Cavallo di Przewalski, l'oca delle Hawaii (Mench & Kreger, 1996), tigri, leopardi, serval, ghepardi e gatti selvatici europei (Law *et al.*, 2010), la lince spagnola (*Lynx pardinus*) (Vargas *et al.*, 2008).

Tutti i programmi di reintroduzione richiedono un sostegno di lungo termine in ricerca, tempo, dedizione e denaro (WAZA, 2005).

Un ulteriore contributo fornito dagli zoo è la collaborazione con le autorità preposte per il mantenimento di esemplari confiscati di specie selvatiche. In Italia, con l'entrata in vigore della CITES e della legge 150/92, il Corpo Forestale dello Stato ha dovuto sequestrare molti animali (o loro parti) detenuti illegalmente e affidarli a centri di accoglienza. Dato il loro numero limitato, le autorità hanno spesso fatto ricorso all'esperienza degli zoo nella cura e gestione delle specie selvatiche. I soggetti affidati possono entrare a far parte di programmi di riproduzione (EEPs) finalizzati alla protezione della specie e diventare, per i visitatori, il simbolo delle problematiche di conservazione in natura. Gli esemplari sono in affido, quindi non sono di proprietà dello zoo, ma il loro mantenimento è interamente a suo carico.

Inoltre gli zoo rappresentano un importante rifugio per la fauna urbana o rurale. Molti animali possono essere aiutati migliorando gli habitat di specie che non fanno parte delle loro collezioni, piantando siepi, allestendo spazi con vegetazioni e legno marcescente per gli insetti, creando stagni, offrendo ripari come nidi per uccelli e ghiri, box per pipistrelli (WAZA, 2005).

Se la conservazione *ex situ*, come finora evidenziato, presenta molti aspetti positivi, la conservazione *in situ* risulta di vitale importanza per le specie che difficilmente riescono a vivere in cattività (come il rinoceronte) ed è il modo migliore per consentire alle specie di continuare il loro cammino evolutivo (Primack, 2003). D'altra parte la conservazione *ex situ* presenta anche limiti intrinseci che riguardano principalmente: le dimensioni della popolazione (per non incorrere nella deriva genetica e nell'*inbreeding* occorrerebbero alcune centinaia di individui che nessuno zoo è in grado di mantenere); l'adattamento all'ambiente artificiale e quindi il rischio di non sopravvivere al rilascio *in situ*; il pool genico estremamente ridotto delle specie; l'impossibilità per animali di apprendere a procurarsi il cibo e l'acqua, una volta rilasciati in natura; la frequente, eccessiva e rapida riproduzione in cattività che pone problemi etici per le responsabilità del mantenimento e della sopravvivenza degli animali in eccesso (Primack, 2003).

Il mantenimento delle piccole popolazioni richiede agli zoo competenze nella gestione demografica e genetica, veterinaria e zootecnica, nel campo della biologia riproduttiva, fisiologia, comportamento, nutrizione. Per garantire la *viability* a lungo termine, le popolazioni devono essere:

- demograficamente stabili;
- sane, ben mantenute e capaci di autoriprodursi;
- distribuite fra diverse istituzioni per limitare i rischi di perdite catastrofiche;
- di dimensioni sufficienti per mantenere alti livelli di diversità genetica.

I biologi della conservazione raccomandano che, per essere *viable*, le popolazioni *ex situ* dovrebbero essere di dimensioni tali da mantenere per 100 anni il 90% della diversità genetica delle specie originarie. Le dimensioni di una popolazioni dipendono dalle caratteristiche specifiche, ma sono ottimali nella misura di diverse centinaia. Questo fa capire come sia necessario, per ogni singola istituzione, collegarsi a programmi di allevamento cooperativo regionali o mondiali (WAZA, 2005). I giardini zoologici possono dare un ulteriore contributo attivo alla conservazione *in-situ* mettendo a disposizione conoscenze e professionalità inerenti al mantenimento di piccole popolazioni, sfida che deve essere affrontata oggi per molte delle specie a rischio di estinzione (Hosey *et al.*, 2013)

Per conseguire risultati efficaci nella conservazione a lungo termine, fu creata nel 1973 l'International Species Information System (ISIS) (Flesness, 2003), un database globale dei registri degli animali ospitati negli zoo che attualmente rappresenta più di 850 collezioni professionali in oltre ottanta paesi a livello mondiale, registrando più di

2.500.000 di animali (Hoosey *et al.*, 2103). Recentemente l'ISIS ha prodotto un sistema di gestione informatica molto più efficiente, lo ZIMS (Zoological Information Management System) accessibile online e comprendente anche una sezione medico-veterinaria (WAZA, 2005; Hoosey *et al.*, 2013).

Un ruolo assai importante nel campo della conservazione è svolto dai veterinari che lavorano negli zoo e acquari (Deem, 2007). Tradizionalmente il compito del veterinario di uno zoo è quello di occuparsi della salute e del benessere degli animali *ex situ* (Miller, 1992). Da quando gli zoo hanno esteso la loro azione nella conservazione delle specie animali *in situ*, il veterinario partecipa attivamente anche ai progetti che assicurano il mantenimento delle condizioni di salute nelle popolazioni libere in natura. Egli assume un ruolo importante nel prevenire e trattare le numerose malattie che contribuiscono al rischio estinzione di molte specie (Deem, 2007) e nell'evitare che, al momento di una reintroduzione, vengano inavvertitamente rilasciati parassiti e patogeni dai centri di allevamento nell'ambiente naturale (WAZA, 2005). Gli zoo forniscono, dunque, risorse chiave per formare veterinari che operino anche in ambienti naturali (WAZA, 2005). E' da sottolineare che la linea di separazione fra animali in cattività e liberi non è molto distinta. I programmi come riabilitazione in natura, reintroduzione e traslocazione, illustrano bene il fatto che le condizioni di salute tra le specie in cattività e le popolazioni in natura sono intimamente legate (Deem, 2007).

1.2.3.2 RICERCA

Una funzione oggi strategica, perché è il prerequisito di tutte le altre, è quella della ricerca, che riguarda ogni attività che faccia crescere la nostra conoscenza e capacità di comprensione degli animali e del loro ambiente, sia esso lo zoo o la natura (Hosey *et al.*, 2013). La ricerca biologica negli zoo è un aspetto recente, iniziato circa 50 anni fa e il futuro degli zoo si può concepire se essi contribuiscono alla conservazione della biodiversità e dello sviluppo sostenibile (Olney *et al.*, 1994; Soriano, 2012). D'altra parte, l'ambiente degli zoo è privilegiato per studiare gli animali: diversamente dalla natura, essi sono facilmente accessibili e la raccolta e gestione dei dati risultano più agevoli ed economiche (Hosey *et al.*, 2013).

Uno dei primi tentativi di individuare altre funzioni di uno zoo che non fossero il semplice mantenimento fisico degli animali, fu fatto, come già detto, da Heini Hediger, ma i suoi libri sono ancora basati su osservazioni ed esperienze personali più che di tipo scientifico (Hosey *et al.*, 2013). Attualmente, la ricerca scientifica si esplica in vari

campi: scienze biologiche pure e applicate (ad es. biologia delle piccole popolazioni, benessere animale, medicina della fauna selvatica, fisiologia, comportamento, nutrizione, biologia riproduttiva, genetica, biologia evolutiva, etologia e psicologia comparata, tassonomia); conservazione *in situ* (ad es. ricerca sul campo, ecologia del comportamento, indagine ecologica e sugli habitat); ricerche mirate a sviluppare altre funzioni (*visitor studies*, marketing, valutazione sull'efficacia degli exhibit e raccolta di fondi) (WAZA, 2005).

I programmi di ricerca degli zoo sono indirizzati sia ad attività interne, per es. su allevamenti, conservazione delle specie, preferenze dei visitatori, strategie educative ecc.: in questo ambito possono offrire a gruppi di ricerca esterni (università, organizzazioni), la possibilità di accedere a materiali e animali per studi comparativi; sia ad attività esterne, con progetti di studio in natura (WAZA, 2006). Spesso le attività di ricerca sono condotte in collaborazione con le università, che forniscono personale e laboratori (WAZA, 2005).

Per rendere più efficace la conservazione *in situ*, gli zoo devono dare priorità a quelle ricerche dirette alla salvaguardia di popolazioni e habitat in natura, attraverso una chiara individuazione di problematiche e interventi nella conservazione, stabilendo priorità nelle azioni e monitorandone costantemente gli effetti (WAZA, 2005).

Molti zoo impiegano oggi ricercatori professionisti, conducono attività di ricerca i cui risultati sono oggetto di pubblicazione su riviste specializzate e vengono presentati alla comunità scientifica durante congressi nazionali e internazionali.

In realtà, sulla ricerca negli zoo, c'è un dibattito aperto. Per esempio, dei 334 studi pubblicati da *Animal Behaviour* tra il 1993 e il 1994, solo 3 riguardano animali custoditi negli zoo (Hoosey *et al.*, 2013). Le possibili ragioni per le quali molti biologi del comportamento evitano di condurre ricerche sugli animali degli zoo, possono essere dovute all'impressione che questi animali costituiscano popolazioni anormali, o al fatto che le teorie funzionali del comportamento non possano essere testate negli zoo e che ci siano troppe difficoltà metodologiche. Gli animali vivono in recinti innaturali, in gruppi costituiti da composizioni d'età e sesso inusuali, interagiscono con il pubblico. D'altro canto, si può affermare che la ricerca negli zoo consente di studiare una grande varietà di animali in ambienti complessi, seminaturali, fornendo una opportunità di indagine privilegiata nella biologia e nel comportamento, che sarebbe più limitata nei loro habitat naturali o negativamente influenzata dalle condizioni standardizzate e relativamente sterili dei setting di laboratorio (Hoosey *et al.*, 2013).

1.2.3.3 EDUCAZIONE

La funzione educativa è uno degli obiettivi fondamentale degli zoo e degli acquari moderni (Rabb, 2004; Ballantyne *et al.*, 2007; Falk *et al.*, 2008; Briseno-Garzon *et al.*, 2007). E' soltanto negli ultimi anni che queste istituzioni hanno iniziato a concepire questo ruolo come “forse la più potente e qualificata di tutte le organizzazioni tese a sviluppare con successo la promozione della conservazione come una assoluta priorità umana” (Fraser & Wharton, 2007).

Nel 2001 l'EAZA, ha redatto gli EES, Eaza Educational Standards, che evidenziano in 10 punti la fondamentale missione educativa degli zoo e acquari, che deve essere chiaramente messa per iscritto nei loro statuti (WAZA, 2005; EAZA, 2008).

Dapprima, la concezione educativa era soprattutto incentrata sull'aspetto conoscitivo del mondo animale, curando poco l'aspetto riguardante i cambiamenti e gli atteggiamenti dei visitatori verso il mondo naturale (Ogden & Heimlich, 2009). In seguito, quando la sensibilità educativa ha cominciato a maturare, ci si è posti la domanda su cosa sia l'educazione e quali i suoi scopi, superando il vecchio mito che l'aumento delle conoscenze porti direttamente a un cambiamento nel comportamento. La crescita del ruolo educativo negli zoo segue gli obiettivi dell'educazione ambientale illustrati nella Dichiarazione di Tbilisi dell'UNESCO nel 1978, che comprende la creazione di nuovi modelli di comportamento nelle persone, gruppi e nella società in generale (Heimlich, 2009).

Secondo WAZA, la strategia educativa degli zoo si può riassumere nelle tre parole “*Attract, inspire, enable*” (attrarre, stimolare, rendere possibile) e articolare in alcuni obiettivi essenziali quali:

- appassionare, entusiasmare e interessare la gente verso il mondo naturale;
- incoraggiare la comprensione dei problemi della conservazione e il ruolo, in essi, di ogni individuo;
- sviluppare il sostegno e l'azione pubblica al fine di orientare le questioni conservative a vari livelli;
- offrire un'ampia gamma di esperienze, materiali, risorse alle diverse fasce di visitatori, per renderli capaci di fare scelte consapevoli che possano arrecare beneficio all'ambiente e alla natura;
- sviluppare il senso della collocazione che abbiamo, come esseri umani, nel mondo naturale e la comprensione dell'importanza della conservazione in ogni momento della vita quotidiana (WAZA, 2005).

La prima ragione per cui la gente sceglie di visitare uno zoo è l'attrazione per gli animali vivi, per quelle specie che non possono vedere nella loro vita quotidiana (Turley, 1999). E poiché il visitatore è più propenso a vedere gli animali in forma non strutturata, libera, l'apprendimento sarà motivato dal visitatore stesso e sarà di "libera scelta" per definizione (Moss & Esson, 2010). Moss ed Esson (2010) definiscono questo apprendimento "*informal learning*" e aggiungono che molti zoo tendono, oggi, a privilegiare, tuttavia, il "*formal learning*", strutturato in precise attività educative e didattiche. Gli zoo esibiscono un'ampia gamma di specie ordinate secondo molti taxa e alcune di queste risultano più o meno popolari di altre. Da un punto di vista educativo, è più facile promuovere l'apprendimento attraverso tematiche verso le quali chi apprende abbia già un interesse (Rennie & Johnston, 2004) o un'affinità emotiva (Ballantyne & Packer, 2005).

Si può, dunque, asserire che il potenziale educativo delle specie è legato al suo grado di popolarità nei visitatori (Moss & Esson, 2010). Secondo BIAZA, per quanto riguarda il ruolo educativo di una specie, questo dovrebbe essere attribuito a quelle che abbiano unicità tassonomica, adattamenti fisici o fisiologici interessanti e delle quali venga valorizzato l'exhibit (BIAZA, 2007).

L'aspetto ricreativo degli zoo (che rappresenta una delle quattro funzioni principali), può essere di valido supporto all'aspetto educativo e visitare uno zoo può essere utile e divertente. La conservazione della natura e il divertimento non sono in contrasto tra loro (WAZA, 2006) e alcuni studiosi usano una formula che unisce i due aspetti, parlando di "*edu-tainment*" (Kreger & Hutchins, 2010).

Quasi tutti i giardini zoologici possiedono, oggi, un settore riservato ai piccoli visitatori. In questo spazio sono tenuti animali docili e innocui come, cavalli e capre di piccola taglia, asinelli, mucche, maialini, conigli e cavia. Spesso è presente un'incubatrice che permette, con schiuse giornaliere, di assistere alla nascita dei pulcini. Queste esperienze possono essere molto utili soprattutto per i bambini di città, che spesso non hanno un contatto diretto con il mondo naturale (Finotello, 2004).

E' necessario sviluppare il passaggio dal "sapere" al "fare", o dalla "consapevolezza all'azione", dai programmi relativi agli aspetti conoscitivi a quelli relativi ai comportamenti. Gli educatori degli zoo devono acquisire conoscenze e sviluppare specifiche competenze a livello professionale (Ogden & Heimlich, 2009).

1.2.4 ETICA

Possiamo, in maniera molto breve e sintetica, inquadrare la complessa questione etica relativa alla giustificazione o meno dell'esistenza degli zoo, all'interno di due posizioni estreme e antitetiche: quella che sostiene i diritti degli animali tout court (uomini e animali hanno gli stessi diritti), basata sull'inammissibile sfruttamento della loro esistenza e negazione della loro libertà; e quella che sostiene una visione puramente "utilitaristica", nella quale gli uomini sono liberi di usare senza riguardo gli animali per i più svariati scopi (Kreger & Hutchins, 2010).

In generale, chi si oppone all'esistenza degli zoo, lo fa ritenendo che ogni forma di uso degli animali da parte umana sia intrinsecamente sbagliato, specialmente se ciò causa sofferenze accertate (Kreger & Hutchins, 2010). Inoltre, alcuni (Jamieson, 1995), ritengono che la conservazione e l'educazione del pubblico possano essere condotte anche senza tenere gli animali rinchiusi in uno zoo.

Posizioni estreme vengono assunte dai promotori delle campagne anti-zoo, nate negli anni '60-'70 e tuttora attive in molte parti del mondo. Esse sostengono, in genere, che gli animali appartengono al mondo naturale e non agli zoo, che dovrebbero essere chiusi.

Punti di vista meno rigidi e assoluti si possono trovare in chi sostiene che, per essere moralmente giustificabili, i benefici per gli uomini devono largamente superare i costi individuali degli animali (Singer, 1975; Appleby & Hughes, 1997); o in chi, pur animalista convinto, ritiene che, in alcuni limitati casi, quando si dimostra che la vita in natura di un animale è in pericolo, i diritti degli animali non possano essere usati per assumere posizioni contro gli zoo (Regan, 1995).

Potremmo riassumere la questione etica del mantenimento degli animali in cattività, ricorrendo a tre principali argomentazioni che contemplano una visione sia utilitaristica che in difesa dei diritti degli animali (Bostock, 1993):

- Tenere animali in cattività porta dei vantaggi per gli uomini (educazione, conservazione, ricreazione, ricerca e scoperte scientifiche) e, talora, per gli animali stessi (la conservazione può esser vista come un beneficio per le popolazioni di animali tenute in cattività, anche se non sempre a livello individuale);
- Gli animali selvatici in cattività possono avere esperienze di benessere non necessariamente negative e, in alcuni casi, migliori che se stessero liberi in natura;

- Gli animali non sono sufficientemente comparabili con gli uomini per fare paragoni significativi riguardo a questioni etiche in cattività.

La WAZA ha stilato un codice etico e del benessere animale articolato in otto principi basilari, cui devono attenersi tutti i membri dell'Associazione e incentrati sulla difesa della conservazione, della biodiversità, sopravvivenza delle specie, benessere individuale, sviluppo della ricerca, cooperazione, promozione educativa, pieno rispetto della legislazione locale, nazionale e internazionale (WAZA, 2005).

La questione etica degli zoo resta comunque un problema aperto, accentuato anche dal fatto che non c'è un consenso fra tutte le istituzioni nel mondo. Esistono direttive in vari ambiti (benessere, arricchimenti ambientali, eutanasia, reintroduzione), ma un modello etico relativo al “se” e al “come” le specie animali dovrebbero essere esibite, non è stato ancora sviluppato (Kleimann *et al.*, 2010).

“Noi abbiamo una visione romantica degli animali in natura. In molti luoghi dell’Africa in cui sono stata, gli scimpanzé stanno perdendo il loro habitat molto velocemente e la popolazione umana si sta addentrando sempre più profondamente nella foresta. La libertà è un bell’ideale, ma credo che per gli scimpanzé non significhi così tanto. Quello che vogliono è una buona vita, ricca e senza persone che cercano di ucciderli. Probabilmente la maggior parte degli scimpanzé sceglierebbe di stare in un buono zoo.” (Goodall J., 2014).

1.3 ARRICCHIMENTI AMBIENTALI

Arricchimento è un termine ampio che è stato oggetto di varie definizioni:

- Una qualsiasi modificazione nella vita o nell'ambiente di un animale che conferisca benefici al di là di quelli necessari a soddisfare i bisogni basilari dell'animale, definiti dalle "cinque libertà" (vedi paragrafo 3.3) (Hosey *et al.*, 2013).
- Un concetto che descrive come possa essere modificato l'ambiente degli animali in cattività a loro beneficio. Le opportunità comportamentali che sorgono o aumentano in conseguenza di un arricchimento ambientale, possono essere descritte come arricchimento comportamentale (Shepherdson, 1994).
- Un processo teso a sviluppare o migliorare la cura e gli ambienti dove vivono gli animali di uno zoo, nel contesto della loro biologia comportamentale e storia naturale. E' un processo dinamico in cui le trasformazioni delle strutture e delle pratiche di allevamento seguono l'obiettivo di accrescere le scelte comportamentali degli animali e far loro esprimere quei comportamenti e abilità propri della loro specie, tali da aumentarne il benessere (BHAG, 1999).

Gli obiettivi dell'arricchimento ambientale possono essere riassunti in:

1. aumentare la diversità comportamentale
2. ridurre la frequenza di comportamenti anormali
3. aumentare la gamma o il numero di modelli comportamentali normali (cioè naturali)
4. aumentar l'utilizzazione positiva degli ambienti
5. aumentare la capacità di far fronte alle sfide in maniera più naturale (Young, 2003).

E quindi, in definitiva, obiettivi che hanno lo scopo di aumentare il benessere di un animale.

La ricerca condotta in laboratori e allevamenti, dove si può misurare una maggiore varietà di indici rispetto agli zoo, ha messo in evidenza che ci sono molti altri benefici, di più ampia prospettiva, nel fornire arricchimenti.

L'espressione comportamentale è determinata dall'attività neurale e quindi, se l'arricchimento può modificare il comportamento, si può presumere che il cervello ne risulti influenzato (Rosenzweig, 1966; Carlson, 2007). Di fatto, l'arricchimento produce un considerevole effetto su morfologia, sviluppo e funzione del cervello e, di conseguenza, sul comportamento (van Praag *et al.*, 2000) e la neurogenesi può essere promossa attraverso l'arricchimento. Ratti Wistar, sia anziani (25 mesi) che giovani (2 mesi), ospitati in laboratorio, forniti di arricchimento, hanno mostrato un aumento della

neurogenesi nell'ippocampo (Segovia *et al.*, 2006). La corteccia cerebrale, l'area associata ai processi cognitivi superiori (per es. risolvere problemi o movimenti complessi), sembra essere perfino più recettiva, nei confronti dell'arricchimento, di altre parti del cervello (Diamond, 2001). Le neurotrofine, proteine associate a varie attività delle cellule nervose, aumentano all'interno di diverse regioni del cervello del ratto quando all'animale viene fornito un arricchimento (Ickes *et al.*, 2000); tale incremento è stato associato all'accrescimento della plasticità della corteccia visiva e, fra le altre cose, alla capacità di cambiare ed essere flessibile. Prusky *et al.* (2000) hanno notato che topi arricchiti hanno una maggiore acutezza visiva rispetto a quelli non arricchiti.

Si sa, da tempo, che l'arricchimento sviluppa l'apprendimento e la memoria nei roditori (Hebb, 1947). Studi recenti hanno dimostrato che l'arricchimento aumenta la plasticità del cervello, facilitando l'adattamento ai cambiamenti dell'ambiente, e questo, a sua volta, influisce sull'apprendimento e la memoria per tutta la vita. Per esempio Sneddon *et al.* (2000), hanno dimostrato che maiali forniti di arricchimenti (spazi aggiuntivi, disponibilità di torba e paglia), imparano più rapidamente degli altri. I compiti da apprendere includevano esercizi di condizionamento operante e navigazione all'interno di un labirinto (Hosey, 2013). Anche i deficit di apprendimento dovuti all'esposizione al piombo, hanno dimostrato di essere reversibili con la fornitura di arricchimento (Guilarte *et al.*, 2003). L'arricchimento può anche influenzare l'interazione dell'animale con l'ambiente, favorendo, ad esempio, la riduzione della paura (Reed *et al.*, 1993). Per esempio, i pappagalli dalle ali arancioni dell'Amazzonia, allevati in recinti arricchiti, hanno mostrato di interagire con oggetti nuovi più rapidamente, con minori tempi di latenza, rispetto ai conspecifici allevati in condizioni "normali" (Meehan & Mench, 2002). Questi risultati hanno indotto i ricercatori a supporre che condizioni arricchite possano modificare con successo le risposte alla paura degli animali in cattività.

Inoltre, esercizi fisici associati all'arricchimento, hanno dimostrato di contribuire al recupero dai danni cerebrali e dagli effetti nocivi dell'invecchiamento (Jones *et al.* 1998). Dare arricchimenti ha anche facilitato il recupero post-traumatico (Jadavji *et al.*, 2006).

1.3.1 STORIA

Un primo esempio di interesse e presa di coscienza riguardo alle condizioni degli animali in cattività si ebbe addirittura nel 1826, quando Sir Stamford Raffles fondò lo Zoo di Londra a Regent's Park. Per i primi venti anni fu aperto solo a scienziati, prima di consentire l'ingresso a pagamento del pubblico. Poco dopo, apparvero sul *The Times* lettere di protesta e di critica relative all'alto tasso di mortalità degli animali. Lo zoo rispose incrementando i livelli di igiene (Young, 2003).

Il concetto di arricchimento ambientale negli zoo non è recente, poiché già agli inizi del '900 prendevano forma i due principali tipi di arricchimento oggi esistenti: quello naturalistico, che si basa sul creare l'ambiente naturale in cattività per offrire stimoli agli animali (Forthman-Quick, 1984; Hutchins *et al.*, 1984; O'Neill *et al.*, 1991; Ogden *et al.*, 1993; Wormell & Brayshaw, 2000); e quello dell'ingegneria comportamentale, che si basa sul fornire agli animali strumenti e congegni che essi azionano per ricevere ricompense, normalmente cibo. Forthman-Quick (1984) ha messo in evidenza che queste due forme di approccio non sono in contrapposizione, ma compatibili fra di loro. Da almeno trenta anni si assiste a un grande sviluppo di studi scientifici impegnati nella valutazione dell'efficacia e della gestione di queste diverse strategie relative a molte specie in cattività (Leonard, 2008).

Come già abbiamo visto, nel 1907 Carl Hagenbeck sviluppò un approccio naturalistico nell'esporre gli animali, ideando un exhibit privo di gabbie, che presentava diverse specie separate le une dalle altre da profondi fossati invisibili (Baratay & Hardouin-Fugier, 2002; Young, 2003). In contrasto con l'antiestetico *exhibit* caratterizzato da gabbie con inferriate, lo scopo di questo innovativo concetto di paesaggio era quello di far vedere gli animali in forma artistica e tassonomica, in una imitazione del loro ambiente naturale (Young, 2003). In quegli stessi anni, era ben noto il fatto che il pubblico degli zoo percepisse che gli animali erano annoiati, mostravano comportamenti insoliti e stereotipati e avevano bisogno di interazioni ambientali. Nel 1911, un rapporto contenuto nei registri dello Zoo di Edimburgo, proponeva che, se lo zoo avesse dovuto acquisire orsi polari, si sarebbe dovuto fornire degli oggetti per agevolare i loro comportamenti giocosi ed esplorativi (Young, 2003). Negli anni '20 Robert Yerkes, un pioniere nello studio dei primati, fu il primo a proporre l'approccio dell'ingegneria comportamentale, introducendo il concetto di arricchimento per

designare quegli oggetti che dava ai primati del suo laboratorio perché giocassero e lavorassero (Young, 2003; ZOOHBW, 2013).

Nello Zoo di Zurigo, negli anni '40, Heini Heidiger studiò le necessità psicologiche degli animali detenuti in cattività, insistendo sull'importanza di mantenere in gruppo gli animali con abitudini sociali e che tutti gli animali fossero alloggiati in ambienti che promuovessero un comportamento naturale (ZOOHBW, 2013).

1.3.2 PROBLEMATICHE DELLA CATTIVITA'

La vita in natura può essere difficile e complessa. Per ogni specie, i processi evolutivi hanno modellato adattamenti comportamentali unici, relativi alle attività quotidiane come trovare i compagni, assicurarsi un rifugio, cercare il cibo, lottare contro i cambiamenti ambientali e le malattie, il tutto evitando di essere predati. Fallire di fronte a queste sfide ambientali e sociali, può costituire un impatto negativo nella sopravvivenza e individuale.

In cattività, gli uomini controllano la maggior parte delle attività biologiche degli animali affidati alle loro cure. Molti zoo cercano di mantenere gli animali in condizioni ambientali prive di stress, provvedendo alle loro necessità fisiologiche e alla loro salute (Hutchins & Smith, 2003). Mentre l'ambiente della cattività protegge gli animali eliminando le sfide della vita in natura, al tempo stesso introduce una serie di difficoltà estranee e uniche, verso le quali l'evoluzione non ha preparato gli animali selvatici: spazi piccoli e restrittivi, impossibilità di manifestare abilità nella risoluzione di problemi, assenza di scelte, deprivazione sensoriale o iperstimolazione, conflitti o problematiche sociali e presenza degli uomini.

▪ SPAZI LIMITATI

Il tratto più negativo della cattività è la quantità limitata di spazi fisici disponibili per gli animali (Finlay *et al.*, 1988). Negli zoo, grandi specie come felidi, canidi, ursidi, ungulati, primati, elefanti, vivono in aree molto più piccole di quelle che avrebbero in natura. Reclusione e restrizione dei movimenti possono ostacolare il repertorio delle abilità fisiche e comportamentali degli animali (Carlestead & Shepherdson, 2000). Gli ambienti della cattività, se aridi, privi di stimoli e attrattive, lasciano agli animali scarse opportunità di sviluppare i loro naturali comportamenti e capacità di risolvere problemi. In natura, gli animali rispondono alle difficoltà ambientali e sociali usando abilità

cognitive atte a prendere decisioni (Shettleworth, 2001; Meehan & Mench, 2007). Per esempio, gli animali sono naturalmente portati a espletare comportamenti impegnativi dal punto di vista cognitivo, come cercare il cibo, e uno studio ha mostrato che alcuni animali in cattività si prodigano a cercare cibo, anche quando questo è abbondantemente disponibile (Inglis & Ferguson, 1986). Inoltre, l'ambiente della cattività non sempre fornisce le risorse necessarie a soddisfare i bisogni comportamentali, e può non essere appositamente designato per creare opportunità di sviluppo delle capacità cognitive.

▪ CARENZE SENSORIALI

Poiché gli animali in cattività possono soffrire di una limitazione nelle abilità e percezioni sensoriali, lo staff che se ne prende cura può trascurare di fornire, o fornire in quantità eccessive, elementi sensoriali come suoni, luci, profumi e materiali di substrato (Morgan & Tromborg, 2007). Molti animali hanno una maggiore sensibilità ai suoni degli uomini (Fay, 1988) e possono essere disturbati da suoni forti. Suoni prodotti dall'uomo, come sirene, macchinari, visitatori, traffico, sono considerati fattori di induzione alla paura e la continua esposizione ad essi può causare effetti negativi sulla salute (Algers *et al.*, 1978) e sul comportamento (Carlstead & Shepherdson, 2000). Le fonti di suoni forti in cattività differiscono enormemente da quelle naturali. I livelli sonori dei sistemi di ventilazione e depurazione possono oscillare tra 80-110 dB. Questi livelli, se mantenuti costanti, possono creare danni uditivi negli uomini (Sale *et al.*, 1999). Disturbi creati dal rumore possono colpire specie acquatiche. Battere sui vetri degli acquari può creare un grande disturbo ai pesci (Kratovichil & Schwammer, 1997). Nei canili, l'abbaiare simultaneo di più cani può creare livelli di rumore paragonabili a quelli di un martello pneumatico (Coppola *et al.*, 2006).

Analogamente al suono, ogni specie ha evoluto specifici adattamenti e sensibilità comportamentali alle condizioni della luce (Bellhorn, 1980). Per esempio, molte specie di vertebrati e invertebrati hanno una sensibilità visiva tra 300-400 nm, impercettibile per l'occhio umano (Tovée, 1995). E' noto che la luce UV gioca un ruolo importante nella scelta del compagno, nella comunicazione e nella navigazione di molte specie (Fleishman *et al.*, 1993; Kodric-Brown & Johnson, 2002). L'assenza di UV negli ambienti della cattività potrebbe impedire le normali attività biologiche. La CFF (Critical Flicker-fusion Frequency), ovvero la soglia alla quale la luce appare continua all'occhio (Greenwood *et al.*, 2004), è un altro fattore sensoriale che potrebbe indurre stress negli animali in cattività. Gli uomini hanno una soglia CFF di circa 60 Hz, ma

molte altre specie hanno una sensibilità molto maggiore di 100 Hz (D'Eath, 1998; Greenwood *et al.*, 2004). Nell'uomo, quando si manifesta lo sfarfallio, si possono sviluppare astenopia e cefalee (Fleming *et al.*, 2000). Altre specie potrebbero essere disturbate anche quando la soglia CFF è troppo bassa.

Odori residui lasciati da altre specie quando vengono spostate da un recinto all'altro, la rimozione di odori individuali per dare un aspetto pulito all'exhibit e l'odore dei materiali per le pulizie, potrebbero essere frustranti per gli animali in cattività (Kroonz & Roush, 1996; Carlstead & Shepherdson, 2000; Morgan & Tromborg, 2007).

▪ PROBLEMATICHE SOCIALI

Gli animali in cattività mostrano notevoli differenziazioni nella loro socialità. Alcune specie vivono solitarie per la maggior parte del tempo, altre in grandi gruppi familiari con adulti e cuccioli insieme. Gestire queste diverse modalità di raggruppamenti sociali e offrire un ambiente sociale ottimale, minimizzando lo stress, può essere problematico. L'ampiezza del gruppo sociale può incidere negativamente sul benessere degli animali in cattività, se il gruppo è troppo grande o troppo piccolo (Price & Stoinski, 2007). Isolamento prolungato (Mineka & Suomi, 1978) e separazione breve dai membri del gruppo (Ruiz-Miranda *et al.*, 1998), può avere un effetto dannoso per le specie sociali. Un altro possibile fattore di stress è l'età. Molti animali in cattività vivono più a lungo dei loro conspecifici in natura e la ricerca sull'invecchiamento nei primati non umani indica che l'età avanzata può essere accompagnata da cambiamenti fisiologici nella salute (Summer *et al.*, 1989). Così, individui più vecchi e più giovani ospitati insieme hanno necessità e abilità fisiche e sociali differenti, che possono confliggere in queste aree.

▪ PRESENZA DEGLI UOMINI

Con più di 700 milioni di visitatori che frequentano ogni anno gli zoo e gli acquari iscritti alla WAZA (sito WAZA, 2014) e le innumerevoli interazioni con lo staff, gli animali in cattività si trovano costantemente di fronte alla vista e ai suoni degli uomini. La presenza umana, insieme agli altri fattori precedentemente esposti, influisce pesantemente sul benessere degli animali in cattività (Leonard, 2008). Molti studi hanno evidenziato una relazione tra il numero di visitatori e il livello di attività e tipologia dei comportamenti espressi dagli animali. Una delle prime ricerche ha dimostrato che alcuni primati erano più attivi, utilizzavano in modo diverso lo spazio a disposizione ed

esibivano più comportamenti diretti verso il pubblico, quando si trovavano di fronte a gruppi numerosi di visitatori, rispetto a quanto riscontrato di fronte a gruppi meno numerosi (Hosey & Druck, 1987). Secondo altri autori, sarebbe stata la maggiore attività degli animali ad attrarre più visitatori (Mitchell *et al.*, 1992). Molti studi realizzati per analizzare l'impatto della presenza del pubblico sono stati condotti su primati e molti hanno rilevato un aumento di pattern comportamentali associati a condizioni di stress in presenza di pubblico, soprattutto nei giorni di maggior affollamento (Hosey, 2000). Tuttavia, in studi successivi, i risultati hanno evidenziato, anche all'interno della stessa specie, notevoli differenze individuali (Hosey, 2008; Kuhar, 2008). Il modo in cui gli animali modificano il loro comportamento in risposta a fattori stressanti, è infatti influenzato da innumerevoli variabili, tra cui l'ampiezza e la complessità dello spazio a disposizione e il comportamento dei visitatori ed è pertanto consigliabile non limitarsi all'utilizzo di indicatori etologici di stress, ma di usufruire anche di parametri fisiologici come l'analisi dei livelli di cortisolo (Hosey *et al.*, 2013). Alcune ricerche hanno riscontrato, invece, un effetto positivo della presenza dei visitatori, assimilabile a quello esercitato dagli arricchimenti ambientali (Cook & Hosey, 1995; Nimon & Dalziel, 1992). Inoltre, studi inerenti ad alcune specie di felini non hanno individuato alcun cambiamento significativo nel range di comportamenti espressi, suggerendo anche l'esistenza di differenze a livello di taxa (O'Donovan, 1993; Margulis *et al.*, 2003). E' comunque importante cercare di limitare il rischio di un impatto negativo dei visitatori e delle attività umane sul benessere animale. Gli exhibit devono pertanto essere strutturati in modo da garantire agli animali la possibilità di allontanarsi dai punti di osservazione destinati al pubblico, fornendo spazi di ampiezza e complessità strutturale adeguate e creando aree apposite in cui gli esemplari possano nascondersi alla vista delle persone.

1.3.3 BENESSERE ANIMALE

Gli inizi dello studio scientifico del benessere degli animali si fanno risalire al Brambell Report del 1965. Questo rapporto fu commissionato dal governo inglese a un gruppo di ricercatori dopo il grande impatto e interesse che ebbe la pubblicazione, nel 1964, del libro "Animali macchine" di Ruth Harrison, nel quale si sollevava, per la prima volta, la questione del benessere animale negli allevamenti intensivi. In questo rapporto furono gettate le basi delle "Cinque libertà", sviluppate dal UK's Farm Animal Welfare

Council (1992), che costituiscono i fondamenti per la valutazione del benessere animale:

1. Libertà dalla fame, dalla sete e dalla cattiva nutrizione: rapido accesso a cibo sano, controllato, equilibrato, a cadenze regolari e ad acqua sicura.
2. Libertà dal disagio: ambienti appropriati, compreso ricoveri e recinti confortevoli.
3. Libertà dalle malattie, dal dolore e dalle lesioni: prevenzione, rapide diagnosi e trattamenti adeguati. Le lesioni possono essere procurate anche da ambienti inadatti, ad esempio un uccello può rompersi le ali in gabbie troppo strette o affollate.
4. Libertà di esprimere comportamenti naturali: spazi sufficienti, compagnia di animali della propria specie, possibilità di rispettare l'etogramma.
5. Libertà dalla paura e dall'ansia: evitare situazioni e condizioni che producano sofferenza mentale (Young, 2003; Hosey, 2013).

Sebbene le cinque libertà costituiscano un buon punto di partenza da cui valutare il benessere animale, limitarsi agli standard minimi potrebbe impedire lo sviluppo della conoscenza e ricerca di standard più alti. Garantire un buon livello di benessere non significa, quindi, limitarsi ad evitare che gli animali vengano posti in una condizione di sofferenza, ma significa fornire condizioni di vita che offrano loro sufficienti sfide ambientali in grado di stimolarli e fornire opportunità: facendo in modo, così, che la loro salute psico-fisica non sia compromessa (Duncan, 2006). Inoltre, Mench (1998), ritiene che lo studio e la valutazione continua della sofferenza, piuttosto che del benessere, potrebbe, in ultima analisi, non portare a un maggior sviluppo del benessere stesso.

Il benessere animale è un argomento complesso, che ha generato molte discussioni e numerosi tentativi di definizione:

- la capacità dell'organismo di mantenere la condizione di omeostasi, cioè una condizione di equilibrio interno raggiunto grazie a un insieme di processi di feedback (regolazione/controregolazione), che tendono a contrapporsi a qualsiasi deviazione che derivi da stimolazioni esterne (*coping*) (Verga e Carenzi, 1981; Duncan & Fraser, 1997).
- uno stato di salute fisica e mentale, in cui l'animale è in armonia con il suo ambiente (Hughes, 1976).
- uno stato dell'individuo per quanto concerne i suoi tentativi di adattarsi all'ambiente (Broom & Johnston, 1993).

- la capacità dell'animale di svolgere le sue funzioni biologiche all'interno dei suoi limiti evolutivi (Duncan & Fraser, 1997).
- la capacità dell'animale di “sentire” se stesso e il suo ambiente, ossia l'approccio mentalistico (Duncan & Fraser, 1997).

Definizioni simili del benessere animale, espresse con diversi accenti, si trovano più recentemente in Fraser *et al.* (1997):

- Approccio naturale: l'animale ha possibilità di esprimere comportamenti specie specifici e di vivere un'esistenza più vicina a quella naturale.
- Approccio biologico funzionale: il benessere è collegato al funzionamento normale dei processi fisiologici e comportamentali.
- Approccio relativo alle esperienze soggettive: le sensazioni degli animali (sofferenza, dolore e piacere) determinano il loro benessere.

Come detto sopra, in base alla visione della vita di ognuno di noi, ai personali convincimenti filosofici e al tipo di professione, si può giungere a conclusioni diverse in merito a ciò che è importante per garantire il benessere animale: i veterinari, per esempio, tendono a enfatizzare l'importanza della funzionalità dell'organismo, mentre gli etologi tendono ad anteporre il comportamento alle funzioni biologiche (Vaarst *et al.*, 2006). A mio avviso ritengo che il comportamento sia una manifestazione delle funzioni biologiche.

1.3.3.1 BENESSERE ANIMALE E DIFFERENTI CONTESTI ETICI

Per dare valore e contenuti morali alla scienza del benessere animale, è necessario collegare quest'ultima a differenti contesti etici. Circa la definizione del “valore”, solitamente sono distinte tre dimensioni di valutazione, sulla base della teoria espressa dall'antropologo americano Clyde Kluchohn (1951):

- La dimensione emotiva. Si fonda su una componente affettiva, relativa a esperienze e sensibilità personali: non tratto male gli animali perché ciò non corrisponde a un mio personale atteggiamento nei confronti della vita.
- La dimensione cognitiva. Si fonda su una componente razionale, argomentativa: non tratto male gli animali perché sono essere senzienti e possono soffrire.
- La dimensione normativa. Si fonda su una componente orientativa, selettiva, che ci dice quali azioni possiamo fare o non fare, proibire o promuovere: non torturare gli animali oppure aumentare il loro benessere (valori standard) (Simon *et al.*, 1978).

Le dimensioni dei valori di cui abbiamo parlato sopra, possono essere riconosciute più o meno esplicitamente in contesti etici differenti, che si basano su determinati tipi di approccio:

- APPROCCIO ANTROPOCENTRICO

Soltanto gli esseri umani hanno condizione morale, quindi non abbiamo responsabilità dirette verso gli animali. Il benessere umano è la cosa più importante e gli animali possono essere usati solamente per servire ai fini umani. Fino a quando l'animale corrisponde alla funzione per cui è allevato (per esempio finché si sviluppa e si riproduce), gode di un buon livello di salute. L'enfasi è sulla funzione biologica (Vaarst *et al.*, 2006).

- APPROCCIO ZOOCENTRICO (detto anche dell'*animale senziente*).

La sofferenza dell'animale è di per sé ingiusta, a meno che questa ingiustizia non sia superata da un altro principio normativo. Quando gli uomini hanno a che fare con animali senzienti hanno la responsabilità di minimizzare le loro sofferenze. Rollin (1995) introduce il concetto greco del *telos* (fine, scopo), per indicare la natura specie-specifica degli animali che deve essere rispettata non tanto in se stessa, ma per gli interessi fondamentali che derivano da essa. La modificazione genetica, degli animali, per esempio, non è sbagliata in se stessa, cioè modificarne il *telos*. Mutare il *telos* della gallina con l'ingegneria genetica, in maniera da eliminare la necessità di avere un nido, significa rimuovere una fonte di sofferenza per gli animali allevati in gabbia e farli stare meglio. Per Rollin è importante non solo prevenire le sofferenze, ma anche rendere felici gli animali. Il benessere animale così inteso si basa su una combinazione di esperienze soggettive e vita naturale. Secondo Singer (1975) la decisione è basata su cosa fornisca risultati migliori (analisi costi-benefici): maggiore è la sofferenza degli animali, maggiori dovranno essere i benefici che l'uomo ricava per giustificare tale situazione (Vaarst *et al.*, 2006).

- APPROCCIO BIOCENTRICO

Tutti gli esseri viventi sono oggetto di valori morali. Il concetto fondamentale su cui si basa questa interpretazione è quello di "integrità", che va oltre l'idea di benessere basato sull'esperienza soggettiva. Mutilazioni e modificazioni genetiche non sono ammissibili in quanto violazioni dell'integrità dell'animale, della sua "interezza". L'applicazione del

modello naturale ricade in questo tipo di approccio, di cui è un esempio tipico il lavoro di Taylor (1984, 1985), che ha introdotto il concetto di “valore intrinseco”. In questa visione, l’uomo è considerato partner di tutti gli esseri viventi. Per quanto riguarda la dimensione normativa, vediamo lo spostamento da un approccio utilitaristico ad uno deontologico, in cui l’atto in sé è giudicato in base a un principio normativo, quale il “rispetto per la vita” (Vaarst *et al.*, 2006).

- **APPROCCIO ECOCENTRICO**

Ritiene che meritino considerazione morale soprattutto le specie e gli ecosistemi, mentre i singoli individui sono subordinati. In questo approccio, l’uccisione di un animale non è un problema finché la sopravvivenza della specie non è a rischio. Il modello naturale di benessere animale si adatta a questa concezione quando è definito a livello delle popolazioni (o dei gruppi). Un esempio è dato da chi si preoccupa di garantire il pascolo dei bovini per motivi ecologici, ma non ritiene che siano un problema la decornificazione delle vacche o la castrazione dei tori.

E’ interessante notare che gli esseri umani sono esclusi da alcune interpretazioni dell’approccio ecocentrico. L’ecologo Colwell (1989) dichiara, per esempio, che la posizione umana nell’ecosistema, è ecologicamente ed evolutivamente “innaturale”. In altri approcci ecocentrici, uno scopo esplicito è, invece, includere l’uomo nell’ecosistema (Zweers, 2000), a condizione che promuova un atteggiamento che lo veda come partecipante e non come capo dominante (Vaarst *et al.*, 2006).

1.3.3.2 IL COMPORTAMENTO NATURALE

Il benessere si presenta come una variabile quantitativa, uno *status* che può variare da un livello minimo ad un livello massimo e coinvolge una serie di modificazioni consequenziali sia a livello comportamentale che neuroendocrino. Il benessere è relativo al singolo individuo, può quindi differire tra animali esposti alle medesime condizioni ambientali e anche il benessere dello stesso soggetto può variare nel tempo. Il benessere di un animale può essere, pertanto, valutato su una scala che va da molto scarso a ottimo, in base alla sua capacità di affrontare l’ambiente. Il benessere risulta quindi scarso quando il soggetto ha difficoltà nel fronteggiare le condizioni in cui si trova (Broom, 1992). Ne conseguono problemi comportamentali e sanitari. Un buon livello di benessere, che comporti un’alta qualità della vita per l’animale, si ottiene non solo se l’animale è in grado di far fronte all’ambiente, ma anche se gli sono evitate sofferenze e

gli sia garantita la funzionalità biologica. Un buon livello di benessere deve, inoltre, includere e garantire all'animale emozioni ed esperienze positive. Solo di recente ci si è concentrati su questo aspetto del benessere, compresi i sistemi di valutazione (Mench, 1998; Knierim, 1998; Désiré *et al.*, 2002).

Le definizioni di benessere animale pongono l'accento sull'importanza della naturalità, ovvero la possibilità, da parte degli animali, di poter esprimere il loro comportamento specie-specifico in un ambiente naturale o che ne abbia le caratteristiche chiave (Kiley-Worthington, 1989; Lund, 2000; Lund & Röcklinsberg, 2001).

L'incapacità di affrontare l'ambiente può avere due cause profonde (Fraser *et al.*, 1997):

1) la tendenza a comportarsi in un certo modo senza che ve ne sia necessità diretta. Negli animali in cattività sotto il controllo umano, molti animali non hanno la possibilità di esprimere comportamenti naturali: fornire loro cibo sostituisce la ricerca del cibo stesso e, in alcuni casi (allevamenti), perfino la sua masticazione. La mancata possibilità di esprimere alcuni comportamenti può condurre a problemi comportamentali. Quando si impedisce agli animali di mettere in atto un comportamento fortemente motivato, questi non solo potrebbero provare sentimenti negativi o non riuscire a sperimentare esperienze positive, ma altresì risentirne dal punto di vista fisico. Le scrofe a cui sia impedita la costruzione del nido prolungano il parto, con il rischio di una maggiore percentuale di morti alla nascita, una nidiata meno vitale e una maggiore possibilità di MMA (mastiti, metriti, agalassie) (Weber & Troxler, 1988; Bertschinger *et al.*, 1994; Plonait, 1997).

2) la presenza, nell'ambiente, di ostacoli che gli animali non sono in grado di superare, come limitazioni fisiche che impediscono loro di mettere in atto determinati comportamenti. Per esempio, i bovini tendono istintivamente a pascolare mentre camminano.

In generale, soddisfare le necessità comportamentali influisce positivamente sulla salute dell'animale. Il benessere psicologico e la riduzione dello stress, sono importanti per una buona funzione immunitaria e per la salute (Henry & Stephens, 1977).

1.3.4 CATEGORIE DI ARRICCHIMENTI

Gli arricchimenti sono comunemente distinti in 7 categorie fondamentali in base alle caratteristiche e alla finalità dell'arricchimento. In alcuni casi uno stesso arricchimento può rivestire funzioni multiple ed essere pertanto iscritto in più categorie (Young, 2003; Hosey *et al.*, 2013).

▪ ARRICCHIMENTI STRUTTURALI

La strategia per migliorare le aree dove sono ospitati gli animali consiste nel creare recinti naturalistici, complessi da un punto di vista strutturale, e arredi, al fine di fornire agli animali una vasta gamma di opportunità sensoriali e spazi riservati per garantire l'intimità. In accordo con la filosofia conservazionistica, gli zoo hanno lanciato progetti architettonici di larga scala, disegnando ampi exhibit che replicano la complessità degli ambienti naturali, al fine di stimolare comportamenti naturali e complessi come quelli in natura (Coe, 1996).

Diversi studi hanno evidenziato comportamenti positivi all'interno di exhibit arricchiti dalla complessità ambientale. Panda femmina inseriti in recinti seminaturali con grande complessità strutturale, nel China Conservation and Research Center, hanno evidenziato una significativa riduzione di comportamenti stereotipati (Liu *et al.*, 2003). Un gruppo di femmine di Hanuaman langur (*Presbytis entellus*), nello Zoo di Londra, ha aumentato l'attività fisica e il *foraging*, diminuendo al contempo l'aggressività, quando è stato trasferito da gabbie tradizionali in recinti misti (*mixed species exhibit*), arricchiti con vegetazione e funi (Little & Sommer, 2002). Un gruppo di mandrilli (*Mandrillus sphinx*) nello Zoo di Atlanta, quando è stato trasferito a un exhibit naturalistico interno/esterno, ha dedicato maggior tempo a nutrirsi e muoversi, mostrando comportamenti molto vicini a quelli di un gruppo di mandrilli selvatici (Chang *et al.*, 1999).

Oltre ai primati, la letteratura indica che anche i rettili traggono vantaggi comportamentali e fisici da ambienti arricchiti. I serpenti dei ratti (*Elaphe obsoleta*), cresciuti in ambienti arricchiti, mostravano comportamenti più adeguati rispetto a quelli cresciuti in gabbie. Quando ai primi veniva dato un compito da risolvere, lo eseguivano con tempi di latenza più brevi e maggiore abilità rispetto agli altri (Almly & Burghardt, 2006).

La rotazione dei recinti è una strategia di arricchimento che cerca di suscitare negli animali un comportamento più curioso e tipico della loro specie, come osservato, per es., da White *et al.*, (2003) nel Giardino Zoologico di Louisville, in orangutan, siamanghi, babirussa, tapiri e tigri. In queste due ultime specie, tuttavia, se l'odore di animali precedenti stimolava comportamenti più naturali, come marcare con le urine, d'altro lato la rotazione non ha avuto molto effetto sulla riduzione di comportamenti stereotipati (White *et al.*, 2003). Due gruppi di gorilla di pianura, nello Zoo di Atlanta, durante la temporanea rotazione dei loro recinti, hanno accresciuto la loro attività, attraverso maggiore osservazione di oggetti, uso degli spazi e un minor ricorso a comportamenti autodiretti (Lukas *et al.*, 2003).

Diversi studi che prendono in esame gli effetti prodotti dai visitatori degli zoo sul comportamento degli animali, indicano che la presenza degli uomini può essere stressante per gli animali in cattività e influire negativamente sul loro comportamento (Chamove *et al.*, 1988; Sellinger & Ha., 2005; Wells, 2005). D'altro lato, come descritto in precedenza, alcuni studi mostrano che animali attivi attraggono maggiormente il pubblico (Margulis *et al.*, 2003) e, dunque, si pone una sfida interessante per gli zoo: offrire al pubblico una esperienza interattiva con gli animali esotici in cattività, minimizzando al contempo il loro stress ambientale (Morgan & Tromborg, 2007).

La presenza di barriere e spazi di rifugio potrebbe, soprattutto nei primati, ridurre lo stress e l'eccessiva stimolazione prodotta dalla presenza umana. Le gabbie tradizionali offrono poca possibilità agli animali di percepire la distanza fra se stessi e i visitatori (Leonard, 2008). La presenza di barriere e spazi di rifugio danno agli animali un senso di controllo sul loro territorio e creano una distanza fra se stessi, conspecifici e visitatori. Mimetizzare con una rete la barriera di vetro che separa il pubblico dal reparto interno di un gorilla di pianura nello Zoo di Belfast, ha ridotto i suoi comportamenti aggressivi e anormali, senza danneggiare altri comportamenti sociali come il riposo e il *grooming* (Blaney & Wells, 2004). I *petting-animals* si trovano nella stretta vicinanza del pubblico, accarezzati continuamente e, presumibilmente, sotto stress. La possibilità di avere spazi totalmente riservati, ha mostrato nelle capre (*Capra hircus*) la diminuzione di comportamentali indesiderabili rispetto all'assenza di questo arricchimento (Anderson *et al.*, 2002).

▪ **ARRICCHIMENTI COGNITIVI E MANIPOLATIVI**

Anche se i recinti sono costruiti in modo più ampio e naturalistico, le loro dimensioni non raggiungono mai i requisiti spaziali necessari per ospitare grandi animali, come canidi, orsi ed elefanti. Un'altra via per arricchire gli ambienti fisici è quella di offrire agli animali opportunità di sfida, gioco e *problem solving*. Rendere ottimale l'utilizzo di uno spazio cognitivo con l'aggiunta di oggetti per la manipolazione, gioco ed esplorazione, può essere altrettanto importante che creare maggiori spazi fisici (Meehan & Mench, 2007).

L'uso di strumenti è stato documentato in due gruppi di uccelli (Levebvre *et al.*, 2002; Borsari e Ottoni, 2005) e in gruppi di primati (Peter 2002), così come in altre specie di mammiferi non primati (Barnes, 2005). Celli *et al.*, (2003), hanno dato a sei scimpanzé del Kumamoto Primate Park, 20 differenti utensili per estrarre miele da una bottiglia. La possibilità di usare strumenti ha ridotto fortemente negli scimpanzé l'inattività, aumentando la ricerca di cibo.

L'introduzione di giochi (oggetti di plastica, tubi di gomma, Kong), è la strategia di arricchimento più comune per offrire agli animali in cattività opportunità di gioco.

Il gioco è un tipo di comportamento che si osserva molto comunemente in uccelli e mammiferi (Fagen, 1981; Ortega & Bekoff, 1987) e del tutto possibile in altri gruppi come rettili (Burghardt *et al.*, 1996). In natura, quando le risorse nutritive sono scarse e la predazione alta, il gioco, di solito, è molto limitato (Spinka *et al.*, 2001), ma in cattività, dove le risorse abbondano, l'opportunità di giocare è importante per manifestare comportamenti naturali. I cani (*Canis lupus familiaris*), in particolare, sono molto sociali e naturalmente dediti a una grande quantità di comportamenti giocosi (Leonard, 2008). Cani in laboratorio hanno mostrato grande interesse verso giochi che si possono masticare e che fanno rumore (Hubrecht, 1993). D'altra parte, l'introduzione di vari tipi di giochi (*squeaky ball*, *non-squeaky ball*, corde da tirare, Nylabone, boomer ball) non ha prodotto un significativo aumento di comportamenti di gioco in 32 cani ospitati in un canile (Wells, 2004). Giochi offerti a femmine di babbuino (con un'età media di 5,5 anni) in laboratorio, hanno portato con successo a una diminuzione di comportamenti anomali come strapparsi il pelo (Brent & Belik, 1997); poter giocare con palle di plastica dura, ha sollecitato in giovani scimpanzé di laboratorio una maggiore attività fisica, come lanciare, calciare e far rimbalzare rispetto agli individui più vecchi (Bloomsmith *et al.*, 1990). Sebbene non lo si consideri molto, i rettili possono beneficiare di giochi nel loro ambiente. In uno studio, una tartaruga a cui sono stati dati

oggetti di arricchimento, ha diminuito i comportamenti di automutilazione (Burghardt *et al.*, 1996).

▪ **ARRICCHIMENTI ALIMENTARI**

Un'ampia letteratura è dedicata alle strategie per creare arricchimenti destinati all'alimentazione e alla nutrizione. In natura gli animali passano gran parte del loro tempo nella ricerca del cibo e nel nutrirsi: 50% del tempo negli orsi (Grandia *et al.*, 2001), 60 % nelle giraffe (Veasey *et al.*, 1996), mentre i cavalli bradi spendono 18 ore al giorno (Harris, 1999). In cattività il cibo è facilmente disponibile, c'è dunque una gran quantità di tempo libero e poche opportunità di sviluppare comportamenti relativi al foraggiamento. Questa mancanza potrebbe sviluppare stati di frustrazione e stress (Clubb *et al.*, 2006).

Ci sono diverse strategie di arricchimento relative alla ricerca del cibo e alla nutrizione, per dare la possibilità agli animali in cattività di sviluppare comportamenti simili a quelli dei loro conspecifici selvatici: fornire cibo naturale o carcasse; modificare la collocazione del cibo, nascondere, sparpagliarlo per promuovere modelli di ricerca naturali, simulare la predazione, utilizzare meccanismi di alimentazione tali da stimolare gli animali a lavorare per la ricerca del cibo; variare il momento di somministrazione dei pasti e aumentarne il numero (Leonard, 2008).

Poiché la dieta naturale richiede più tempo per essere consumata, fornire cibo non lavorato può ridurre la frustrazione associata al cibo e i comportamenti stereotipati.

Sono stati testati quattro differenti metodi di presentazione del cibo con quattro lemuri selvatici dal collare bianco e nero (*Varecia variegata variegata*), presso lo Zoo di Chester, nel Regno Unito (Britt, 1998). Il cibo, collocato in cima alle gabbie o in cesti di rete appesi agli alberi, piuttosto che ammassato, ha sviluppato tempi di foraggiamento e utilizzazione di sostegni più simili a quelli naturali (Britt, 1998). Kerridge (2005), comparando i lemuri in cattività con quelli liberi nel Madagascar, ha osservato che i primi dedicavano poco tempo alla ricerca del cibo e più a comportamenti autodiretti come il *grooming*: allora, della frutta fresca intera è stata collocata in cima a pali di varia altezza per aumentare il tempo di foraggiamento e incoraggiare l'utilizzo di supporti per conquistare il cibo e i lemuri hanno risposto in maniera positiva. I cavalli in allevamenti stabulari, diversamente dai loro conspecifici selvatici, possono essere frustrati dalle limitate variazioni dell'alimentazione, la quale, consumata rapidamente,

lascia all'animale molto più tempo per espletare comportamenti anomali (Willard *et al.*, 1977).

Somministrare blocchi di ghiaccio che contengono diversi pezzi di cibo e “fishcicles” (ghiaccioli con pezzi di pesce dentro) agli orsi Kodiak (*Ursus arctos*) e ad orsi polari (*Ursus maritimus*) e tenerli germogli agli orsi neri asiatici (*Selenarctos thibetanus*), diminuisce comportamenti anomali (Forthman *et al.*, 1992). Comunque, non sempre fornire cibo naturale conduce a comportamenti più naturali. Per esempio, bambù fresco offerto a tre femmine e a un maschio gigante di panda nello Zoo di Pechino, non ha ridotto i comportamenti stereotipati (Liu *et al.*, 2006).

Un altro importante tipo di arricchimento è costituito dalle carcasse per i carnivori. L'approvvigionamento di carni processate offre stimoli poco appetitivi, mentre le diete commerciali possono produrre danni dentali, poiché non permettono l'uso della dentatura specializzata (O'Regan & Kitchener, 2005). Invece, nutrirsi di carcasse richiede maggior lavoro fisico e facilita le interazioni sociali fra i membri del gruppo (Houts, 1999). Leoni africani (*Pantera leo*) e tigri di Sumatra (*Pantera tigris sumatrae*), nutriti con pesci vivi e ossi di zampa di cavallo, hanno mostrato diminuzione di stereotipie e notevole incremento di attività (Bashaw *et al.*, 2003). Carcasse presentate a leopardi africani (*Pantera pardus pardus*), leoni africani e leopardi della neve (*Pantera unica*), hanno indotto decremento di stereotipie quando gli animali si trovavano nei reparti interni, ma non quando erano nell'exhibit (McPhee, 2002).

Poiché riprodurre in cattività le modalità di caccia dei carnivori è eticamente problematico, sono state sviluppate strategie di arricchimento che cercano di simulare la caccia e la cattura di prede, usando congegni in movimento che recano prede finte con pezzi di carne attaccati (Gewalt, 1992), esche, prede morte (Williams *et al.*, 1996).

Congegni per la nutrizione e “puzzle feeders” facilitano l'impresa di cercare il cibo, permettendo agli animali di impiegare abilità cognitive e fisiche: per esempio, box contenenti cibo, sistemati a 4-8 metri da terra sugli alberi, in modo che i lemuri possano aprirli e mangiare (Sommerfeld *et al.*, 2006).

Diversamente, ci sono specie, come le rane, che hanno una strategia di caccia di tipo statico, “stai e aspetta”. Anche in questi, casi cibo prontamente disponibile e consumabile in breve tempo, non è opportuno. Nel tentativo di simulare comportamenti naturali di caccia, a un gruppo di rane dendrobatidi (*Dendrobates tinctorius*, *D. azureus*, *D. auratus* e *D. leucomelas*) dello Zoo di Central Park, è stato presentato un cocco vuoto, con dei buchi in cima, in modo che gli insetti potessero scappare. Di fronte a

questo oggetto, le rane hanno espresso una gran quantità di comportamenti, quali muoversi e cacciare, poiché le prede erano rilasciate a tempi casuali rispetto al cibo prontamente disponibile (Hurme *et al.*, 2003).

La costruzione di un dispensatore di insetti per il pipistrello fantasma (*Macroderma gigas*) nello Zoo di Taronga, in Australia, ha aumentato i suoi comportamenti sociali.

Non tutti gli strumenti per il foraggiamento hanno successo nella terapia contro le stereotipie. Per ridurre comportamenti autolesionisti nei macachi rhesus (*Macaca mulatta*), sono stati offerti “*puzzle feeders*” a 15 macachi maschi adulti, di cui alcuni presentavano autolesionismo, altri no. Sebbene si sia osservato una diminuzione di certe stereotipie, come dondolio e *pacing*, non ci sono stati effetti sul comportamento autolesionistico (Novak *et al.*, 1998).

Un'altra strategia di arricchimento consiste nel variare l'orario del pasto, la cui prevedibilità e monotonia nella presentazione, può indurre *pacing* anticipatorio nei carnivori e aggressività nei primati (Wasserman & Kruickshank, 1993).

Nascondere o sparpagliare il cibo (*scatter feeding*) dentro i recinti è il più rapido ed efficace sistema di foraggiamento per prolungare il tempo che un animale dedica alla ricerca del cibo. Una lince canadese (*Felis canadensis*) di quattro anni, nello Zoo di Louisville, ha aumentato la sua attività quando le sue prede, pulcini e topi morti, sono stati nascosti nel suo exhibit esterno (Gilkison *et al.*, 1997). Per limitare il problema del vomito e del rigurgito del cibo negli scimpanzè in cattività, dovuto probabilmente alle innaturali procedure legate alla nutrizione, Baker (1997) ha sparso noccioline, semi di girasole e grano in mezzo a paglia sul terreno, ottenendo risultati positivi.

▪ **ARRICCHIMENTI SENSORIALI**

Gli arricchimenti sensoriali si dividono in olfattivi, visivi e uditivi.

Gli arricchimenti olfattivi sono risultati efficaci in diverse specie (Powell, 1995; Skibieli *et al.*, 2007). E' noto che profumi di lavanda e camomilla inducono rilassamento e calma negli uomini (Moss *et al.*, 2003), e altri odori di erbe e spezie possono influenzare il comportamento degli animali in cattività. I cani, in particolare, hanno un'acutezza olfattiva molto superiore a quella umana. In un canile, dove alloggiavano 55 cani, sono stati introdotti quattro profumi: lavanda, camomilla, menta, rosmarino e un'essenza di controllo. L'esposizione a lavanda e camomilla era correlata a minore vocalizzazione, minore movimento e maggiore quiete, mentre menta e rosmarino producevano effetti contrari (Graham *et al.*, 2004).

In una ricerca effettuata al Giardino Zoologico di Pistoia su due esemplari di tigre, è stata riscontrato un aumento dell'attività con l'utilizzo di curry e feci di elefante (Bianchi, 2013).

Stoffe impregnate di odore di noce moscata, di erba gatta e di quaglia, somministrate a gatti dai piedi neri (*Felis nigripes*), hanno determinato un significativo aumento del tempo speso in comportamenti esplorativi, che non si è manifestato nei giorni di somministrazione della stoffa di controllo (Wells & Egli, 2004).

Arricchimenti olfattivi sono stati presentati anche ad animali che comunemente si pensa non abbiano un forte senso dell'olfatto, come a due rinoceronti bianchi del sud (*Ceratotherium simum simum*) che hanno mostrato una notevole varietà di risposte, come annusare, urinare, *rolling* e tenere in bocca l'oggetto con l'essenza (Hadley, 2000).

Le strategie di arricchimenti visivi riguardano specchi, videogames, videocassette, luci colorate. Harris e Edwards (2004) hanno trovato che per i Cercopitechi grigioverdi (*Cercopithecus aethiops*) tenuti separati, gli specchi erano una produttiva forma di arricchimento: usavano lo specchio per guardarsi, strofinarlo, toccarlo e sbatterlo contro le sbarre della gabbia per fare rumore. Videogames e videocassette, che mostravano immagini di conspecifici, fatti vedere a nove macachi rhesus in cattività, hanno aumentato la loro attività locomotoria (Platt & Novak, 1997). L'esposizione a luce verde per 11 ore al giorno, per 16 settimane, ha procurato una diminuzione dello stress legato al dondolio e al *pacing*, in scimpanzé maschi e femmina (Fritz *et al.*, 1997).

E' ben noto che la musica ha effetti terapeutici nel trattamento di ansia, stress e depressione (Knight & Rickard, 2001) e la ricerca ha mostrato che anche primati non umani ne sono influenzati e che traggono beneficio da una stimolazione uditiva (Brent & Weaver, 1996). Howell e colleghi (2003) hanno dimostrato che l'arricchimento offerto dall'esposizione a vari generi musicali (classica, country, popolare, leggera) diminuisce l'aggressività negli scimpanzé, mentre in sei gorilla (*Gorilla gorilla*) dello Zoo di Belfast, sottoposti all'ascolto di suoni ecologici e musica classica, inducevano comportamenti indicativi di rilassamento. Al contrario, Ogden *et al.* (1994), hanno visto che suoni ecologici della foresta pluviale, fatti ascoltare a gorilla di pianura, inducevano comportamenti di eccitazione e agitazione. Studi inerenti all'effetto di arricchimenti uditivi su un gruppo di lemuri catta (*Lemur catta*), hanno evidenziato un incremento dei comportamenti di controllo dell'ambiente e dei comportamenti olfattivi e di marcatura (Caselli *et al.*, 2014)

▪ **ARRICCHIMENTI SOCIALI**

Il modo migliore per arricchire la vita di animali sociali è quello di procurargli forme di normale raggruppamento sociale, dato che l'isolamento può essere controproducente e dannoso (Lantermann, 1993). Dettmer e Fragaszy (2000) hanno osservato che il cebo dai cornetti (*Cebus apella*) valorizza il contatto sociale più del cibo, anche dopo diverse ore di digiuno.

Quando a scimmie rhesus adulte sole, sono stati messi accanto cuccioli svezzati, queste hanno mostrato una diminuzione dei comportamenti stereotipati. Ma, a volte, per ragioni mediche, igieniche o di ricerca, gli animali devono vivere da soli. In questi casi una forma di arricchimento efficace può essere quella eterospecifica (Struthers *et al.*, 1990). Un cucciolo di scimpanzè messo a far compagnia a un cane, ha prodotto in quest'ultimo una diminuzione dello stress (Thompson *et al.*, 1991), ma, al contrario, sette scimpanzè arricchiti della compagnia di pesci dorati, hanno rapidamente perso l'interesse dopo la prima settimana (Kessel & Brent, 1996).

▪ **ARRICCHIMENTI COME POSSIBILITA' DI CONTROLLO E SCELTA**

Le capacità di scelta e di controllo sono molto importanti negli animali in cattività, dato che in natura le possibilità di sopravvivenza dipendono dal saper controllare l'ambiente (Meehan & Mench, 2007). Il controllo coinvolge le circostanze che si creano tra l'espressione di un comportamento e le conseguenze che ne derivano (Carlstead & Shepherdson, 1994). Gli arricchimenti rappresentano uno dei modi più efficaci per garantire agli animali possibilità di scelta e controllo (Hosey *et al.*, 2013). Progettare gli spazi e gestire la routine quotidiana in modo che gli animali possano scegliere dove trascorre il tempo, rappresenta una delle modalità più efficaci per promuovere il benessere degli animali. Panda giganti lasciati liberi di restare nell'area no exhibit o spostarsi in quella dell'exhibit, hanno diminuito stati di agitazione e abbassato il livello di cortisolo nelle urine (Owen *et al.*, 2005).

Diversi studi hanno mostrato che un aspetto importante degli arricchimenti è quello di poter essere controllati e distrutti (Brent & Stone, 1998). A scimpanzè in cattività sono stati dati oggetti di carta e cartone controllabili e distruttibili e altri fissi e indistruttibili come Kong e palle di plastica. Gli animali usavano molto di più gli oggetti distruttibili (Videan *et al.*, 2005). Vick *et al.* (2000) hanno dato *shakers* pieni di frutta che costituivano una novità ed erano rumorosi e manipolabili, a un gruppo di macachi orsino (*Macaca arctoides*) e uno di bertucce (*M. Sylvanus*). Entrambi i gruppi usavano

maggiormente gli *shakers* quando funzionavano come mezzi per nutrirsi, indicando che quegli oggetti erano più interessanti se direttamente controllabili.

▪ TRAINING

Da quanto emerso nel seminario ZOOHBW 2013, non ci sono più dubbi nel considerare il training come un arricchimento per gli animali in cattività, perché aumenta il benessere psicologico, diminuisce lo stress e offre agli animali la sensazione di controllare e prevedere le situazioni che si presentano nel loro ambiente. In particolare, secondo Melfi (2013), si può considerare il training come un valido arricchimento poiché consente di creare opportunità di apprendimento e l'apprendimento è un arricchimento. Vari studi hanno dimostrato che l'apprendimento attivo degli animali, porta con sé importanti implicazioni, come favorire la funzione e lo sviluppo del cervello, accrescere la capacità di interagire con l'ambiente (Melfi, 2013), sviluppare l'attenzione selettiva verso certi stimoli, la capacità di concentrazione e associazione, la memoria, la persistenza e l'operatività (Capra, 2009).

Il training comportamentale, basato sul rinforzo positivo, è uno strumento vantaggioso per ottenere una disponibilità alla collaborazione e facilita sia il mantenimento degli animali e che le cure veterinarie (Laule, 2003). Animali con patologie croniche devono essere trattati ripetutamente, con conseguente aumento dello stress, che può peggiorare ulteriormente le loro condizioni. Filippo, un esemplare di ara dalle ali verdi (*Ara chloropterus*), giunto a Zoomarine (Roma) nel 2006, presentava sintomi di asma. I veterinari e i trainers gli hanno somministrato *Ventolin spray* attraverso un programma di training che ha aiutato il pappagallo ad assumere volontariamente la medicina. In tal modo si è garantito un stato di salute senza lo stress dovuto al trattamento medico (Melli *et al.*, 2014).

Il training si è dimostrato utile per controllare l'aggressività connessa al cibo (Bloomsmith *et al.*, 1998), ottenere campioni di fluidi corporei (Brown & Loskutoff, 1998) e incoraggiare il movimento degli animali nei recinti (Bloomsmith *et al.*, 1998). Bonghi (*Tragelaphus eurycerus*) cui è stato insegnato ad entrare e restare in un box durante il prelievo di sangue, nello Zoo di Denver, hanno mostrato un livello più basso di ormoni correlati allo stress rispetto ai bonghi di controllo (Phillips *et al.*, 1998).

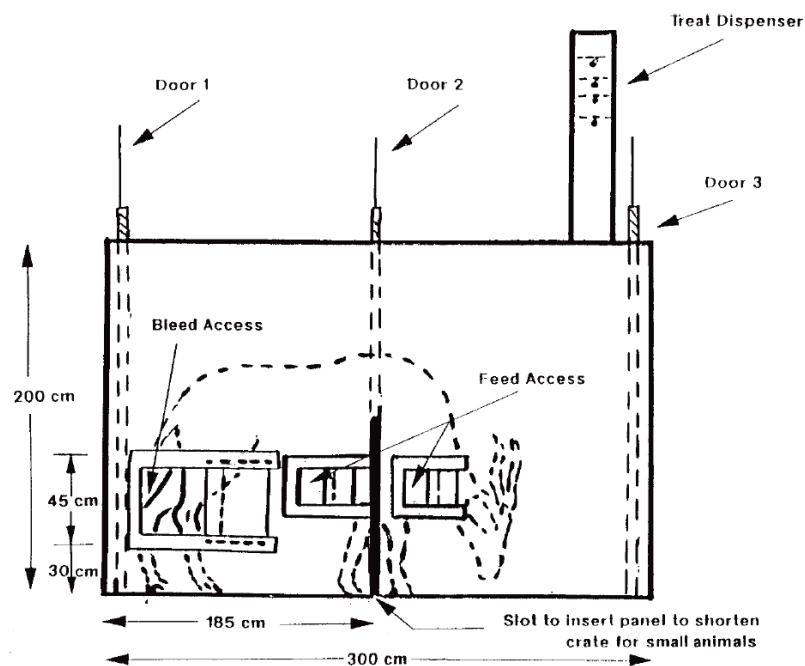


Fig. 5 Box per bonghi (Phillips *et al.*, 1998)

Gli effetti prodotti dalla manipolazione costituiscono, probabilmente, una delle forme più semplici di training. La ricerca sugli effetti della manipolazione degli animali negli zoo non è molto ricca, ma uno studio ritiene che potrebbe non diminuire lo stress, anche se si osservano cambiamenti nel comportamento. La regolare manipolazione di esemplari di vombato (*Lasiorninus latifrons*) riduce la distanza di fuga e la reattività comportamentale, ma non il livello di cortisolo presente nelle loro feci (Hogan *et al.*, 2012).

Il training si realizza quando noi determiniamo cosa l'animale debba imparare (Mellen & Ellis, 1996). Possiamo distinguere un training passivo ed uno attivo. Il primo si ha quando l'espressione comportamentale dell'animale non è determinata dal trainer, ma deriva dall'apprendimento di qualcosa legato all'attività umana, come avviene costantemente in uno zoo, dove si manipola in continuazione l'ambiente (Hosey *et al.*, 2013).

Il training attivo si ha quando si suscita un comportamento desiderato attraverso cambiamenti appropriati e pianificati nell'ambiente dell'animale o nell'interazione uomo-animale.

I più comuni metodi usati negli zoo per educare gli animali si basano sulla tecnica del condizionamento operante: il semplice rinforzo di un comportamento aumenta la probabilità che questo si ripeta in futuro.

Il procedimento basato sul rinforzo positivo, prevede che l'animale sia libero di scegliere cosa fare e si divide in due categorie:

1) Catturare (*capturing*) un comportamento. Significa aspettare che l'animale proponga il comportamento desiderato e, quindi, associarlo a qualcosa di gradito. E' il procedimento più facile da imparare: l'animale esibisce il comportamento gradito e si dà la ricompensa, altrimenti si aspetta (Capra, 2009; Hosey, 2013).

2) Modellare (*shaping*) un comportamento. Significa insegnare all'animale i singoli passaggi che portano al risultato finale, rinforzandoli ogni volta. E' un procedimento più complesso. Le informazioni sono molto più dettagliate. Il modellamento "congela" il movimento in una serie di fotogrammi invece di filmare l'azione completa e fissare il risultato finale (Capra, 2009; Hosey, 2013).

Da sottolineare l'importanza dell'uso del *clicker* (o di altro rinforzo condizionato) che funge sia da stimolo ponte, atto a colmare l'intervallo di tempo tra l'istante in cui l'animale esibisce il comportamento desiderato e l'istante in cui viene fornito il rinforzo, sia da *marker*, o segnale, in grado di marcare con esattezza il comportamento oggetto di interesse. La sua introduzione permette di spostare l'attenzione dagli esercizi e dai risultati ai procedimenti (Capra, 2009).

1.3.5 STRESS

Il concetto di stress è stato introdotto da Hans Selye (1974) per identificare il risultato di una situazione conflittuale tra uno stimolo (definito come fattore stressante o stressore) e la risposta dell'organismo.

Successivamente, Broom e Johnson (1993) hanno definito lo stress come un effetto ambientale che sovraccarica i sistemi di controllo e regolazione dell'organismo, determinando la riduzione della sua efficienza, riduzione che può essere compensata, o portare a conseguenze dannose per l'individuo.

Semplificando, lo stress può essere considerato come la reazione dell'organismo a sollecitazioni che ne minano l'equilibrio (omeostasi) (Nagel & Reinhardt, 2003).

Selye (1974) ha descritto la modalità con cui un organismo si adatta fisiologicamente ai fattori stressanti, chiamandola GAS, "General Adaptation Syndrome", che si compone di tre fasi:

- Fase di Allarme (Stress Acuto), conosciuta anche come risposta di attacco o fuga: l'organismo incontra uno stimolo che percepisce come una minaccia e si attivano i

meccanismi pertinenti per salvare questa situazione. Poco a poco, la resistenza dell'organismo di fronte a questo stimolo si indebolisce.

- Fase di Resistenza (Stress Cronico): si ha quando l'organismo è riuscito ad adattarsi all'agente stressore e la resistenza aumenta fino a raggiungere livelli normali e può anche comparire un iperadattamento, se l'esposizione è continuata.
- Fase di Esaurimento: l'esposizione all'agente stressore è talmente continua che l'organismo esaurisce la sua energia, potendo arrivare alla morte.

Il processo fisiologico di reazione allo stressore è mediato dall'asse ipotalamo-ipofisi-ghiandola surrenale, che porta alla produzione di corticosteroidi da parte della corteccia surrenale. Questi assumono, quindi, un ruolo fondamentale come indicatori per misurare lo stress (Hosey *et al.*, 2013).

Le modificazioni adattative, prodotte dallo stress, sono costituite da: aumento della gluconeogenesi, della proteolisi, dell'attività antiinfiammatoria, diminuzione dell'attività del sistema immunitario. Complessivamente si osservano: aumento dell'attenzione, della vigilanza, dello stato di allerta, della temperatura corporea e della motilità del colon; diminuzione delle funzioni vegetative, come appetito e riproduzione. L'effetto di tutto questo, è fornire all'organismo le risorse necessarie per potersi salvare da una situazione stressante in breve tempo; il problema si presenta quando lo stressore non cessa e l'organismo si sforza di mantenere uno stato di allerta permanente (Javaloyes Bernàcer, 2013).

Lo stress si presenta come una variabile estremamente soggettiva: quello che per un individuo può essere stressante, per un altro può non esserlo (Sherer, 2001). Ciò che differenzia l'uno dall'altro è proprio il modo in cui viene percepito il fattore stressante (Moberg, 1985) e tale percezione può essere influenzata da variazioni inter-individuali, come età, sesso, razza ed esperienze precedenti.

Cabib (2013) ha confrontato la risposta allo stress prolungato in topi DBA/2 e C57BL/6, concludendo che alcuni genotipi rispondono a determinati stressori con una serie di cambiamenti neurobiologici, le cui conseguenze includono il comportamento stereotipato. L'esposizione ripetuta e incontrollata a situazioni negative, può produrre modificazioni profonde e durature nell'organizzazione cerebrale. Queste si dividono in due categorie. La prima, osservata in topi C57, fa sì che gli stimoli stressanti provochino risposte dopaminergiche ogni volta minori nel *nucleus accumbens*. Queste risposte agiscono aumentando l'impotenza appresa (per es., si osserva maggiormente il galleggiamento passivo nei test di "nuoto forzato"), diminuendo la capacità di risposta

(comprese le stereotipie) agli agonisti della dopamina, come l'anfetamina, e riducendo le stereotipie che i topi di laboratorio mostrano nelle loro gabbie: una dimostrazione importante di come bassi livelli di comportamento stereotipato non sempre riflettano buoni standard di benessere animale. Al contrario, nella seconda categoria, osservata in topi DBA, la risposta dopaminergica del *nucleus accumbens* di fronte allo stress, si va facendo ogni volta più pronunciata se l'esposizione è ripetuta. Le modificazioni comportamentali mostrate dai topi DBA sono: minore suscettibilità alla "disperazione comportamentale", in situazioni come il test di "nuoto forzato"; maggiore suscettibilità verso gli effetti che inducono stereotipie dovute all'anfetamina; aumento della forma stereotipata di arrampicarsi nella gabbia.

Tuttavia, non sempre lo stress è dannoso per un organismo. Selye (1976) affermò che un livello minimo di stress è necessario per la vita quotidiana perché genera cambiamenti adattativi che favoriscono la sopravvivenza. Chiamò questo tipo di stress "eustress" per differenziarlo dal "distress", potenzialmente nocivo, perché scatena gli stati patologici. Secondo alcuni, lo stress non indica necessariamente scarso benessere e ritengono che il termine dovrebbe essere limitato ai casi patologici. Quindi, le misure fisiologiche e comportamentali indicative dello stress, non significano necessariamente scarso benessere (Fraser *et al.*, 1975).

2. MATERIALI E METODI

2.1 IL GIARDINO ZOOLOGICO DI PISTOIA



Fig. 6 Veduta aerea del Giardino Zoologico di Pistoia (foto archivio Giardino Zoologico di Pistoia)

Il presente studio si è svolto presso il Giardino Zoologico di Pistoia, un parco privato inaugurato il 19 aprile 1970. Posto sulle colline pistoiesi, si estende su una superficie di 7,5 ha. Ospita 400 animali, fra mammiferi, uccelli, rettili, anfibi, invertebrati. Aperto tutti i giorni dell'anno, ha ricevuto oltre 5.000.000 di visitatori dal 1970 ad oggi.

E' membro di: UIZA dal 1974, EDUZOO (Educatori Giardini Zoologici e Acquari) dal 2003, ISIS-ZIMS (International Species Information System) dal 2006, ANMS (Associazione Nazionale Musei Scientifici Italiani, Orti Botanici, Giardini Zoologici e Acquari) dal 2006, EAZA dal 2008.

Lo staff è costituito da amministratori, medici veterinari, assistente curatore, educatori, addetti alla gestione e al benessere degli animali (*keeper*), tecnici addetti alla manutenzione, giardinieri.

La missione del Giardino Zoologico è quella di rappresentare sul territorio un centro per l'educazione all'ambiente e alla conoscenza della biodiversità, e condividere con il pubblico il valore della sostenibilità.

Il parco è fortemente impegnato sul piano della conservazione. Ha incrementato la partecipazione ai programmi di riproduzione in cattività per specie a rischio di estinzione (EEPs), coordinati dall' EAZA. Attualmente il parco ospita 15 specie inserite in EEPs ed ESBs (EAZA European Studbooks), tra cui callimico di Goeldi (*Callimico goeldii*), pinguino Africano (*Spheniscus demersus*) e gibbono dalle guance rosa (*Nomascus gabriellae*). Dal 2011, anno di arrivo degli esemplari di pinguino africano al Parco, sono state registrate due nascite nella colonia e l'11 agosto di quest'anno è arrivata una lieta sorpresa: è nato Sinh, un piccolo di gibbono dalle guance rosa che sta ricevendo le migliori cure da tutti i componenti dello staff!

Grazie alla collaborazione con il Servizio CITES del Corpo Forestale dello Stato, il Giardino Zoologico ha ricevuto in affidamento animali detenuti illegalmente, soprattutto rettili, psittacidi e talvolta invertebrati, nonché materiali (quali zanne di elefante), frutto di commercio illegale, sequestrati negli aeroporti italiani, da impiegare nelle attività di sensibilizzazione del pubblico. Occasionalmente esemplari affidati ai centri di recupero, vengono trasferiti nello Zoo di Pistoia: è il caso delle tigri che provengono dal centro Crase del WWF di Semproniano (GR).

Il Parco sostiene attualmente progetti di conservazione *in-situ* per la salvaguardia delle seguenti specie e dei loro habitat: lemuri e anfibi in Madagascar, il pinguino africano in Sud Africa, il leontopiteco testa nera in Brasile, il gibbono dalle guance rosa in Vietnam, l'orso bruno marsicano in Abruzzo, l'Aurora dell'Etna in Sicilia, il grifone in Friuli Venezia Giulia.

All'interno del Giardino Zoologico è presente il Laboratorio della Biodiversità, dove vengono proposti percorsi didattici per le scuole, differenziati per fasce di età e contenuti. A questo, si aggiungono attività didattiche gratuite per il pubblico, durante i fine settimana e le festività.

Da oltre venti anni il Giardino Zoologico collabora con le Università di Firenze e di Pisa, supportando progetti scientifici realizzati da studenti e ricercatori. L'attività di ricerca scientifica è rivolta prevalentemente all'approfondimento della biologia e dell'etologia delle specie animali ospitate, al fine di migliorarne la gestione *ex-situ* e favorirne la conservazione. Negli ultimi anni sono state realizzate anche tesi di laurea inerenti alla valutazione dell'esperienza dei visitatori presso il Giardino Zoologico e alla progettazione di nuove aree.

2.2 EXHIBIT DEI LUPI

I lupi dispongono di un exhibit naturalistico di 1350 m², situato nella parte nord del Parco, in zona collinare. L'area è caratterizzata da substrato naturale e vegetazione erbacea, arbustiva ed arborea, ed è arricchita con tronchi, rocce, una vasca con acqua, due tane e diversi punti di osservazione per i lupi stessi.

Il terreno è recintato con rete in ferro zincato, una palificazione in ferro e un dissuasore elettronico collegato alla recinzione. I visitatori possono osservare gli animali attraverso tre vetrate antisfondamento, situate su tre lati del recinto. Una delle tre vetrate si trova all'interno di un locale educativo (*education exhibit*) che ricorda l'alloggio di un ricercatore sul campo. Il quarto lato invece confina con una strada di servizio, dove è vietato l'ingresso al pubblico. Il personale dispone di tre porte di accesso.

Il recinto è inoltre provvisto di un reparto interno di 15 m², in muratura, costituito da due sezioni comunicanti tra loro e con il reparto esterno.



Fig. 7 Veduta satellitare dell'exhibit dei lupi su Google maps.

2.3 ESEMPLARI OGGETTO DI STUDIO

Il branco ospitato presso il Giardino Zoologico di Pistoia, al momento delle osservazioni, comprendeva 4 individui adulti nati al parco: 1 maschio e 3 femmine. Nella raccolta dei dati, i due lupi dominanti sono stati indicati con M (maschio, nato il 13 luglio 1999) e B

(femmina, nata il 13 luglio 1999), e le due subordinate con C (nata il 1 luglio 2001) e D (nata il 30 giugno 1995).

La dieta prevede la somministrazione giornaliera di carne cruda (carne bovina, pollo, tacchino, fagiano etc.) forniti nel tardo pomeriggio, ma con orario variabile, in modo da prevenire stereotipie legate all'attesa del pasto.



Fig. 8 Da sinistra a destra: M, B, C (inchino), D (foto archivio Giardino Zoologico di Pistoia)

2.4 PERIODO DI OSSERVAZIONE

Il periodo di osservazione ha avuto una durata di 3 mesi, da maggio a luglio del 2012. Durante i mesi precedenti sono state condotte osservazioni di *training* per imparare a riconoscere gli individui, poter stilare l'etogramma e imparare i metodi di campionamento utilizzati per la raccolta dei dati.

Il campionamento è stato suddiviso in 5 condizioni sperimentali:

- *Baseline* (BL)
- arricchimento alimentare (A1)
- arricchimento sensoriale (A2)
- arricchimento alimentare/manipolativo (A3)
- giorni senza arricchimento (SA)

Per ogni condizione sono stati effettuati 6 giorni di campionamento.

Per questa ricerca è stato scelto un disegno sperimentale di tipo randomizzato, in modo da ridurre l'influenza di fonti casuali di variazione, quali le condizioni metereologiche e il numero di visitatori (Plowman, 2006). Ogni arricchimento è stato somministrato con un intervallo di sette o quindici giorni dalla presentazione precedente, al fine di evitare l'abituazione. Questo fenomeno prevede che i soggetti perdano interesse e riducano la risposta comportamentale nei confronti di un arricchimento presentato in maniera continuativa (Plowman & Knowles, 2003; Soriano, 2013).

	lun	ma	mer	gio	ven	sab	dom			
04-giu										A1
11-giu										
18-giu										A2
25-giu										
02-lug										A3
09-lug										
16-lug										SA
23-lug										

Tabella 2 Giorni di campionamento con metodo random

La fase preliminare (baseline) è stata invece continua, ed è servita per valutare la scelta di 3 arricchimenti da utilizzare nella ricerca. Non sono state effettuate osservazioni la domenica.

Il campionamento giornaliero è stato suddiviso in 7 sessioni, di 30 minuti ciascuna: 8.30-9.00; 10.00-10.30; 11.30-12.00; 15.00-15.30; *pre-feeding*; *feeding*; *post-feeding*. È stato deciso di mantenere flessibile l'orario del pasto e adattare di conseguenza le osservazioni. Sono state raccolte in totale 105 ore di dati.

2.5 METODI DI CAMPIONAMENTO

2.5.1 FOCAL ANIMAL SAMPLING

Questa metodologia prevede l'osservazione di un individuo (una diade, un gruppo o altra unità) per un intervallo di tempo prestabilito, durante il quale è possibile registrare una notevole varietà di comportamenti (Altmann, 1974; Lehner, 1996). Nonostante sia data priorità solamente a un animale per volta, il metodo permette di considerare anche gli altri individui. Per esempio, nel caso di comportamenti sociali, vengono annotati sia l'attore che il ricevente (Altmann, 1974). La sequenza degli individui focali deve essere estratta casualmente prima della sessione di osservazione. In alcuni casi l'individuo focale può essere parzialmente o completamente non visibile. Tale condizione deve essere annotata come “*time out*”. Se l'animale non è visibile all'inizio di una focale, si passa al successivo nella sequenza prestabilita. Il *focal animal sampling* generalmente è l'approccio più soddisfacente per studiare dei gruppi (Martin & Bateson, 2007).

In questo lavoro la durata di ogni focale è stata di 1 minuto per individuo e sono state ottenute in totale 6.300 focali.

2.5.2 SCAN SAMPLING

Lo *scan sampling* è un metodo di campionamento con il quale vengono registrati contemporaneamente i comportamenti espressi da ogni individuo del gruppo, in determinati intervalli di tempo predefiniti (Altmann, 1974; Lehner, 1996). Questa metodologia spesso costringe l'osservatore a registrare, in maniera accurata, solo una o poche categorie di comportamenti, ma per un numero relativamente grande di individui (Lehner, 1996). In teoria il tempo speso ad osservare ogni animale in uno *scan sample*, dovrebbe essere trascurabile, ma in realtà dipende dalle dimensioni del gruppo e dalla quantità di informazioni registrate per ogni individuo (Martin & Bateson, 2007). Lo *scan sampling* risulta molto vantaggioso nello studio degli *activity budget* (Martin & Bateson, 2007), ma il suo impiego da solo comporta il rischio di *bias* perché alcuni individui, o alcuni comportamenti, sono più cospicui di altri. Infatti, registrando i comportamenti a istanti di tempo prestabiliti, i comportamenti di stato (cioè di durata misurabile) hanno più probabilità di essere campionati rispetto a quelli istantanei (eventi). Ne è quindi consigliato l'uso in associazione ad altri metodi come il *focal animal sampling* (Martin & Bateson, 2007).

Nel presente studio sono stati raccolti 31 *scan sample* per ogni sessione di osservazione, per un totale di 6.510 *scan sample*.

2.5.3 SUDDIVISIONE DELLO SPAZIO

In seguito al periodo di training precedente al periodo di osservazione, l'area dei lupi è stata suddivisa in 5 zone in base alle caratteristiche funzionali e morfologiche:

- 1) zona 1: dedicata all'alimentazione e abbeveraggio,
- 2) zona 2: dedicata al riposo,
- 3) zona 3: corrispondente alla rete che confina con la strada di servizio,
- 4) zona 4: reparto interno,
- 5) zona 5: tane.

In ogni registrazione è stato inoltre indicato se il soggetto si trovava nella parte perimetrale o interna delle suddette zone.

L'area dedicata all'alimentazione comprende anche due zone davanti alle vetrine di osservazione per il pubblico, mentre l'area dedicata al riposo ne comprende una.

Questa suddivisione è servita per effettuare un'analisi dell'utilizzo dello spazio da parte degli animali.

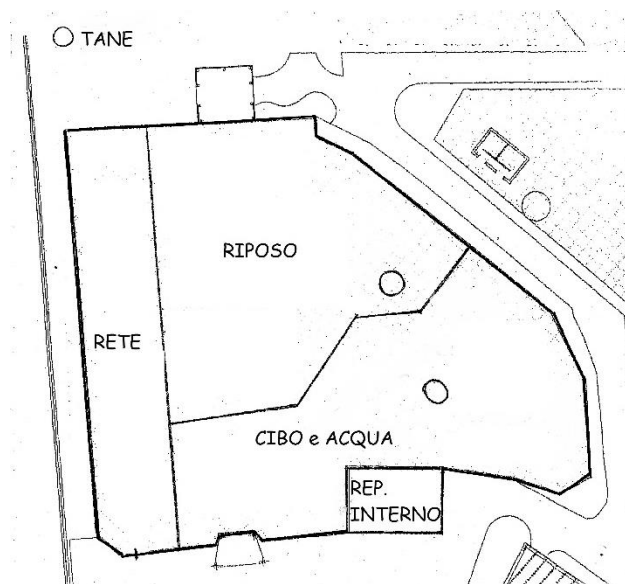


Fig. 9 Suddivisione dell'area

2.5.4 REGISTRAZIONE DEI DATI

I dati raccolti con le modalità descritte in precedenza, sono stati annotati su un quaderno.

E' stato utilizzato un cronometro in cuffia, in modo da non perdere di vista i lupi nel

controllare lo scadere di ogni minuto. Per ogni sessione è stata rilevata la temperatura, con un termometro digitale, in due punti opposti del recinto, tra i quali era stata osservata la massima escursione termica. Sono state inoltre registrate le condizioni metereologiche, secondo le definizioni riportate sul sito www.lamma.rete.toscana.it:

- coperto: copertura nuvolosa del cielo pari a 8 ottavi. Ovvero cielo totalmente coperto senza alcuna zona di sereno.
- Molto nuvoloso: copertura nuvolosa del cielo pari a 6 o 7 ottavi. Ovvero cielo quasi totalmente coperto da nubi. Tuttavia esistono limitati spazi di sereno.
- Nuvoloso: copertura nuvolosa di 3, 4 o 5 ottavi. Ovvero cielo coperto da nuvolosità per circa metà superficie.
- Poco nuvoloso: copertura nuvolosa del cielo di 1 o 2 ottavi. Ovvero cielo quasi interamente sgombro di nubi.
- Sereno: copertura nuvolosa del cielo di 0 ottavi. Ovvero cielo totalmente o quasi sgombro da nubi.
- Foschia: riduzione della visibilità a causa di particelle (come vapor d'acqua o pulviscolo) disperse nell'aria, sufficientemente numerose da conferirgli aspetto opalescente. Visibilità comunque sopra i 1000 metri.
- Temporale: fenomeno generalmente di limitata estensione spaziale e di breve durata (generalmente inferiore a 30 minuti), caratterizzato da tuoni, fulmini, venti turbolenti, grandine, precipitazioni, correnti ascensionali e discendenti e, in casi estremi, tornado.
- Precipitazioni deboli (0-3 mm/ora), moderate (3-15 mm/ora), intense (15-40/ora), estreme (> 40-50 mm/ora).

Si riporta di seguito un esempio di tabella impiegata per la raccolta dei dati:

29/06/2012			
8.30 – 9.00	sequenza BDMC	23,3°C – 23,5°C	SERENO
0 B roll su A 3, M annusa A 3, C esplora 6, D esplora 3			
B roll su A 3, trotta, sta in piedi, cammina, esplora, 4, trotta, sta in piedi, annusa A			
1 B annusa A, M esplora 3, D esplora 6, C sta in piedi 4			
D esplora 6, annusa A, lecca E, cammina, 3, sta in piedi, prossimità di M			

Tabella 3 Esempio di registrazione dei dati (A = arricchimento).

2.6 ARRICCHIMENTI AMBIENTALI INTRODOTTI

La scelta degli arricchimenti ambientali da somministrare è stata basata sui seguenti criteri:

- promozione dell'espressione di comportamenti specie-specifici;
- economico, semplice da costruire;
- facilmente introducibile nell'exhibit;
- sicuro per gli animali (non tossico, statico in modo da non rischiare il contatto con la recinzione elettrica).

La decisione è ricaduta quindi su 3 arricchimenti ambientali:

- 16 pulcini, nascosti in diversi punti dell'exhibit, come arricchimento ambientale alimentare. I pulcini fanno parte della scorta mensile di carne congelata che il parco riceve da ditte specializzate. Questa decisione è stata supportata da uno studio riguardante gli arricchimenti ambientali per i crisocioni (*Chrysocyon brachyurus*), nel quale topi nascosti qua e là nel recinto, si sono dimostrati assai più efficaci nello stimolare comportamenti esplorativi rispetto alle palle Boomer (Cummings *et al.*, 2007); e da una ricerca in cui lo *scatter feeding* di pulcini e topi è risultato efficace nell'aumento dell'attività di una lince canadese (*Lynx canadensis*) (Gilkison *et al.*, 1997).



Fig. 10 Pulcini

- essenza di cannella, un arricchimento ambientale olfattivo. La scelta di questo tipo di arricchimento è stata basata sull'importanza che riveste l'olfatto per la specie di studio. Si tratta infatti del senso più acuto del lupo (Harrington & Asa, 2003). Inoltre l'olfatto, è particolarmente importante sia per la comunicazione sociale che per la caccia (Asa & Mech, 1995). L'essenza è stata acquistata in erboristeria ed era a uso alimentare (marca Dr. Taffi).



Fig. 11 Essenza di cannella

- Ghiaccioli, ottenuti facendo congelare in mezza bottiglia di plastica, acqua e bocconi di carne di manzo (vedi paragrafo Arricchimenti Ambientali), scelti come arricchimento alimentare/manipolativo. Sono stati distribuiti nel recinto 12 ghiaccioli.



Fig. 12 Ghiacciolo

Entrambi gli arricchimenti alimentari non facevano parte del pasto giornaliero degli animali, ma erano un extra. Tutti gli arricchimenti sono stati introdotti esclusivamente dal personale autorizzato del Giardino Zoologico.

2.7 ETOGRAMMA

L'etogramma è stato elaborato a partire da quello pubblicato da Packard (2003), a sua volta ottenuto da più autori (Bekoff, 1972; Bekoff, 1979; Derix, 1994; Fox, 1971; Goodmann & Klinghammer, 1990; Zimen, 1971, 1982). Durante la fase di training, è stato integrato e adattato con i comportamenti osservati nel branco oggetto di studio.

Il comportamento del lupo può essere diviso in 8 categorie generali, ognuna delle quali è caratterizzata da più sottocategorie di intensità crescente. Tali categorie sono deduzioni basate su modelli mentali e non sono reciprocamente esclusive. Le sottocategorie invece sono reciprocamente esclusive all'interno delle categorie.

1) ATTIVITÀ: il modello A è un indicatore dell'attività cardiovascolare da bassa (A1) ad alta (A3), misurata in natura dalla variazione dei segnali di radiotelemetria.

A1 -INATTIVITÀ- Non si osservano movimenti del collo. Se il lupo avesse un radiocollare, non si osserverebbero variazioni di segnale.

- ▷ Sdraiato
- ▷ Seduto
- ▷ In piedi

A2 -ATTIVITÀ MODERATA- Prevede cambiamenti dell'orientamento del collo e variazioni del segnale dal radiocollare.

- ▷ Camminare
- ▷ Interagire
- ▷ Esplorare
- ▷ Feeding
- ▷ Grooming

A3 -ALTA ATTIVITÀ- Movimento direzionale rapido e aumento dell'attività cardiovascolare.

- ▷ Trottare
- ▷ Correre
- ▷ Balzo

2) PROSSIMITÀ: il modello P è indicativo di un'attività della serotonina uguale o superiore all'intervallo di set-point, e di un continuum dell'attività dell'endorfina da inferiore all'intervallo di set-point (P1), a superiore (P3). La prossimità è l'interazione tra i lupi.

P1 -PROSSIMITÀ BREVE- Breve interazione.

- ▷ Leccare un altro lupo
- ▷ Annusare un altro lupo

- ▷ Avvicinarsi a un altro lupo
- ▷ Guardare un altro lupo
- ▷ Leccarsi il naso
- ▷ Leccarsi la bocca

P2 -PROSSIMITÀ MODERATA- Interazioni più prolungate.

- ▷ Adunata
- ▷ Stare sdraiato in prossimità di un altro lupo
- ▷ Stare in piedi in prossimità di un altro lupo
- ▷ Scodinzolare

P3 -PROSSIMITÀ PROLUNGATA- Interazioni che durano più a lungo, spesso con uno scambio di ruolo.

- ▷ Inchino
- ▷ Seguire un altro lupo
- ▷ Giocare

3) FLIGHT/FIGHT: il modello F è indicativo di un'attività adrenergica superiore all'intervallo di set-point dell'individuo.

F1 -FLIGHT- Prevale l'effetto della noradrenalina rispetto all'adrenalina.

- ▷ Evitare lo sguardo di un altro lupo
- ▷ Evitare un altro lupo
- ▷ Testa bassa
- ▷ Andare via
- ▷ Scappare

F2 -DIFESA- Indica un'attività sia della noradrenalina che dell'adrenalina. È una combinazione di combattimento e fuga.

- ▷ Gape
- ▷ Piloerezione
- ▷ Snap
- ▷ Ringhiare
- ▷ Bloccare un altro lupo

F3 -FIGHT- Effetto prevalentemente dovuto all'adrenalina (probabilmente associata ad alti livelli di androgeni).

- ▷ Gettarsi su un altro lupo
- ▷ Mordere
- ▷ Pin
- ▷ Stalk
- ▷ Punta

4) ALIMENTAZIONE: modello I.

I1 -CACCIA- Bassi livelli di glucosio nel sangue, bassi livelli di acidi grassi e intestino vuoto, nel contesto in cui il cibo non è disponibile.

- ▷ Scavare

I2 -HANDLE- Burst di attività di epinefrina ed endorfina

- ▷ Annusa cibo
- ▷ Prende cibo
- ▷ Tiene il cibo in bocca
- ▷ Zampa su cibo

I3-MANGIA- Indicativo di bassi livelli di glucosio e di acidi grassi nel contesto in cui il cibo è disponibile.

- ▷ Masticare
- ▷ Leccare
- ▷ Bere
- ▷ Nascondere (*cache*)

5) CARE: il modello C vale sia tra cuccioli e adulti, che tra adulti e adulti. Esso prevede un continuum tra richiedere cure (C1) e fornire cure (C3).

C1 -SOLICIT CARE- Indicativo di uno stato generalizzato di bisogno dei giovani.

- ▷ Lick-up
- ▷ Roll-on-back

C2 -RITUALIZED CARE- Indicativo di bassi livelli di serotonina e moderata attività adrenergica nei giovani, subadulti e adulti.

- ▷ Over-the-muzzle-bite
- ▷ Lie-lick-up
- ▷ Sottomissione attiva

- ▷ Sottomissione passiva

C3 -CARE-GIVING- Indicativo di alti livelli di prolattina.

6) HUMBLENESS: il modello H prevede un continuum di serotonina da un livello superiore alla media del gruppo (H1) a un livello inferiore (H3). Potrebbe essere anche chiamato scala della “sicurezza di sé”. Alcuni autori usano i termini “dominante” e “subordinato”, che prevedono la conoscenza delle relazioni che intercorrono tra gli individui. Questo etogramma è invece basato su modelli mentali di stati fisiologici interni.

H1 -HUMBLE LOW-

- ▷ High posture
- ▷ Coda alta
- ▷ Urinare con zampa alzata
- ▷ Raspare
- ▷ Strusciarsi alla rete/albero
- ▷ Run the fence

H2 -HUMBLE NEUTRAL-

- ▷ Coda giù rilassata
- ▷ Urinare in posizione acquattata
- ▷ Urinare in piedi
- ▷ Strofinare spalla

H3 -HUMBLE HIGH-

- ▷ Low-posture
- ▷ Coda tra le zampe
- ▷ Gobba

7) SESSUALE:

S1 -BONDING- Bassi livelli di ormoni steroidei.

- ▷ Seguire
- ▷ Mark-over
- ▷ Nuzzle
- ▷ Camminata parallela

S2 -CORTEGGIAMENTO- Indicativo di alti livelli di estrogeni nelle femmine e di androgeni nei maschi.

- ▷ T-formation
- ▷ Inchino

S3 -COPULATORIO- Indicativo di una diminuzione degli estrogeni e di un aumento del progesterone e del LH nelle femmine, di una moderata sensibilità al testosterone nei maschi.

- ▷ Scortare
- ▷ Montare

8) STATO DI SALUTE: modello M.

M1 -MAINTENANCE LOW- Indicativo di uno o più parametri sanguigni diagnostici fuori dalla norma. Il lupo appare chiaramente malato.

- ▷ Apatico
- ▷ Letargico
- ▷ Sdraiato al riparo

M2 -MAINTENANCE NORMAL- Parametri del sangue nella norma. L'animale appare in buona salute.

- ▷ Grooming
- ▷ Si gratta
- ▷ Defeca
- ▷ Si stira
- ▷ Sbadiglia
- ▷ Si scrolla

M3 -MAINTENANCE HIGH- Può essere indicativo del processo di guarigione.

2.8 ANALISI DEI DATI

I dati ottenuti dalle osservazioni, in formato cartaceo, sono stati riportati in formato elettronico su fogli di lavoro di Microsoft Excel 2013.

I dati sono stati inizialmente elaborati con una statistica descrittiva e successivamente analizzati con test statistici. Per l'analisi sono stati utilizzati i programmi Microsoft Excel 2013 e IBM SPSS Statistics 20.

Per l'analisi dello spazio è stato utilizzato lo *Spread of Participation Index* (SPI), sviluppato da Dickens (1955) e descritto da Hedeon nel 1982. L'indice è calcolato a partire dalla formula:

$$S = \frac{M (n_b - n_a) + (F_a - F_b)}{2(N - M)}$$

dove N = totale di osservazioni del soggetto; M = frequenza media di osservazioni in ogni zona (N /numero di zone); n_b = numero di zone con frequenze minori di M ; n_a = numero di zone con frequenze maggiori di M ; F_a = numero totale di osservazioni in zone con frequenze maggiori di M ; F_b = numero totale di osservazioni in zone con frequenze minori di M . Un valore di SPI di 1 indica una minima utilizzazione dello spazio, mentre un valore di 0 ne indica la massima utilizzazione.

Per confrontare il repertorio comportamentale delle 5 condizioni sperimentali, è stato calcolato l'*indice di diversità di Shannon*, per ogni condizione e per ogni individuo. L'indice, in origine sviluppato da Shannon e Weaver (1949), è comunemente utilizzato come misura della biodiversità (McNaughton & Wolf, 1973), ma trova anche impiego come misura della diversità del repertorio comportamentale (Shepherdson *et al.*, 1993). L'indice di diversità di Shannon è calcolato a partire dalla formula:

$$H = \sum p_i \log \frac{1}{p_i}$$

dove p_i = proporzione di tempo spesa nel comportamento *i-esimo*.

Alti valori di H indicano una elevata diversità.

Il test del χ^2 è probabilmente il test statistico più utilizzato per verificare l'associazione tra due variabili categoriche. Questo test verifica la bontà di adattamento ai dati osservati di un modello nullo che assume l'indipendenza delle variabili. La statistica χ^2 è:

$$\chi^2 = \sum_{colonna=1}^c \sum_{riga=1}^r \frac{[osservato(colonna, riga) - atteso(colonna, riga)]^2}{atteso(colonna, riga)}$$

dove c = numero di colonne e r = numero di righe.

Il numero di gradi di libertà è dato da

$$df = (r - 1) (c - 1)$$

Le assunzioni del *test del χ^2* sono: non più del 20% delle celle può avere una frequenza minore di 5 e nessuna cella può avere una frequenza attesa minore di 1 (Whitlock & Schluter, 2010).

Il *test t per dati appaiati* serve a verificare l'ipotesi nulla che la differenza media di misure appaiate sia uguale a un valore specificato. Il test si usa quando entrambi i trattamenti sono stati applicati a ogni unità campionaria, e quindi i dati sono appaiati. La statistica t è calcolata come

$$t = \frac{\bar{d} - u_{d0}}{ES_{\bar{d}}}$$

dove u_{d0} è la media di d della popolazione considerata dall'ipotesi nulla e $ES_{\bar{d}}$ è l'errore standard campionario di $\bar{d}$. Sotto l'ipotesi nulla, questa statistica t ha una distribuzione t con $df = n-1$ gradi di libertà.

Le assunzioni del *test t per dati appaiati* sono: le unità campionarie sono campionate casualmente dalla popolazione; le differenze tra dati appaiati hanno una distribuzione approssimativamente normale nella popolazione.

L'analisi non specifica alcuna assunzione sulla distribuzione delle misure effettuate. Queste misure possono avere qualsiasi distribuzione, purché la differenza tra le due misure appaiate abbia una distribuzione approssimativamente normale (Whitlock & Schluter, 2010).

3. RISULTATI

3.1 ANALISI DELLO SPAZIO

Al fine di verificare un'eventuale differenza nell'utilizzo dello spazio da parte del branco, nelle diverse condizioni, sono stati analizzati i dati spaziali raccolti con il metodo di campionamento *scan sampling*, grazie al quale sono stati registrati in totale 6.510 *scan sample*.

3.1.1 INDICE SPI

I dati sono stati inizialmente elaborati tramite procedure di statistica descrittiva, in modo da ottenere le percentuali del numero totale di *scan sample* registrati per ogni lupo, in ogni zona, nelle 5 condizioni sperimentali (riportate nella sezione Appendice). Questa valutazione ci ha permesso di individuare l'indice SPI (Spread of Participation Index) per esprimere l'uso quantitativo dello spazio. L'indice è stato calcolato utilizzando le 5 zone in cui è stato suddiviso l'exhibit. Successivamente, gli indici SPI ottenuti per i 4 lupi per la baseline, sono stati confrontati con quelli ottenuti nelle altre condizioni sperimentali, utilizzando il test *t* per dati appaiati.

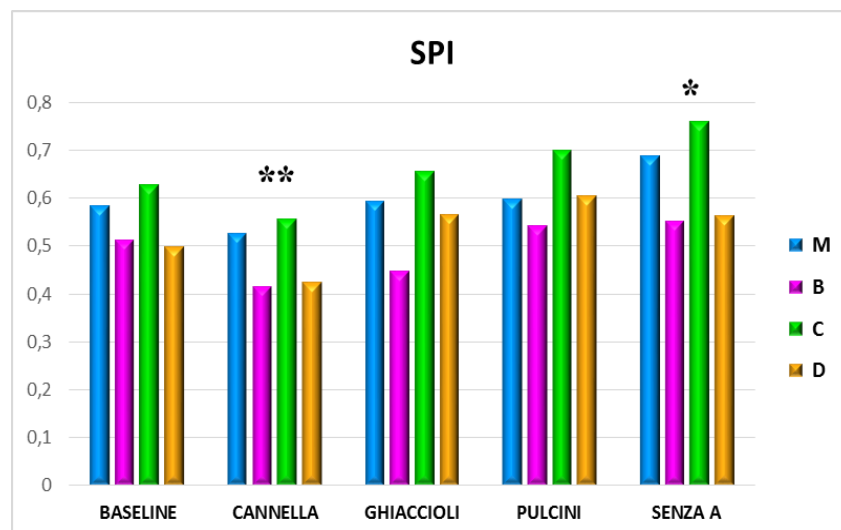


Fig 13 Spread of Participation Index. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

I risultati mostrano, nella condizione di baseline, un maggiore utilizzo dello spazio da parte dei soggetti B (SPI = 0,51) e D (SPI = 0,50), rispetto ai lupi M (SPI = 0,59) e C (SPI = 0,63). Si ricorda che un utilizzo maggiore produce uno SPI minore.

Durante il periodo di somministrazione dell'essenza di cannella, si può evidenziare un aumento dell'utilizzazione dello spazio, per tutti gli individui, statisticamente significativo ($t = 9,235$, $df = 3$, $p = 0,003$). Nei periodi in cui sono stati presentati i ghiaccioli di carne e i pulcini, si osserva invece una tendenza all'aumento dell'indice SPI. Solo per lupa B è stata registrata una diminuzione del valore dell'indice SPI in presenza dei ghiaccioli. Nel periodo senza arricchimento si ha una riduzione dell'uso dello spazio, statisticamente significativa ($t = 4,205$, $df = 3$, $p = 0,025$) per tutti i lupi.

3.1.2 UTILIZZO DEL PERIMETRO

E' stato analizzato l'utilizzo del perimetro dell'exhibit rispetto alle zone interne.

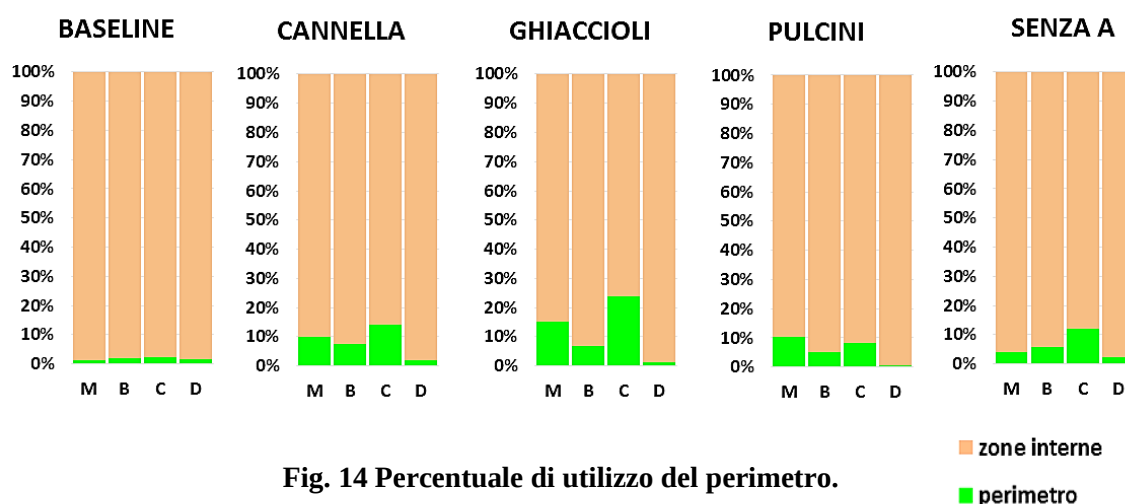


Fig. 14 Percentuale di utilizzo del perimetro.

Dall'osservazione degli istogrammi si evince un aumento complessivo della presenza del branco nelle zone perimetrali, in tutte le condizione di confronto con la baseline. Per verificare la significatività di tale variazione sono stati effettuati dei test del χ^2 per ogni individuo, per ogni periodo. I risultati sono riportati nella tabella:

	M	B	C	D	
BAS-PULC	34,85	6,77	5,55	2,43	p < 0,001
BAS-CANN	31,94	14,34	15,99	0,11	p < 0,01
BAS-GH	61,82	13,77	38,28	0,14	p < 0,05
BAS-SA	7,25	9,20	10,06	0,44	

Tabella 4 Risultati del test del χ^2 perimetro-zone interne.

L'aumento dell'uso del perimetro è risultato statisticamente significativo per tutti i lupi, ad esclusione della lupa D.

3.1.3 UTILIZZO DELLE ZONE POSTE IN CORRISPONDENZA DEI PUNTI DI OSSERVAZIONE PER IL PUBBLICO

E' stato valutato un eventuale cambiamento nell'utilizzo delle aree poste davanti alle vetrine di osservazione per il pubblico, rispetto al resto delle zone in cui esse si trovano.

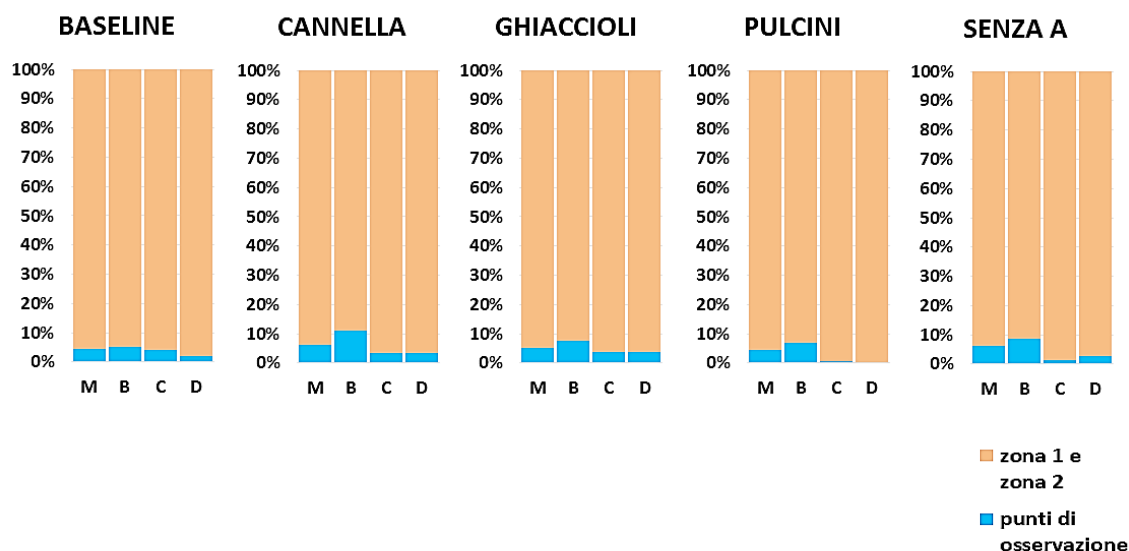


Fig 15 Percentuale di utilizzo delle zone poste in corrispondenza dei punti di osservazione per il pubblico

Una variazione è stata registrata solo nel soggetto C nel periodo di *scatter feeding* con pulcini ($\chi^2 = 9,12$, $df = 1$, $p < 0,001$) e nel periodo senza arricchimento ($\chi^2 = 4,73$, $df = 1$, $p < 0,05$).

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti con i test del χ^2 per ogni soggetto, per ogni condizione sperimentale:

	M	B	C	D	
BAS-PULC	0,00	0,87	9,12	1,33	p < 0,001
BAS-CANN	1,27	6,32	0,16	0,30	p < 0,01
BAS-GH	0,23	1,51	0,06	0,80	p < 0,05
BAS-SA	1,36	3,36	4,73	0,13	

Tabella 5 Risultati del test del χ^2 nel confronto tra l'utilizzo delle aree con punti di osservazione per il pubblico e le zone di appartenenza.

3.2 ANALISI DELL'ACTIVITY BUDGET

Per analizzare l'*activity budget* nelle diverse condizioni sperimentali, anche in questo caso, sono stati utilizzati i dati registrati con il metodo di campionamento *scan sampling*. Per rendere più efficace l'analisi, i comportamenti sono stati raggruppati nelle 3 sottocategorie comprese nella categoria "attività" descritta nell'etogramma, in Materiali e Metodi:

- Inattività
- Attività moderata
- Alta attività

Le variazioni nel livello di attività sono state considerate individuo per individuo.

Per tutti i lupi prevale la sottocategoria inattività, in tutte le condizioni sperimentali, mentre per gli altri due livelli di attività, le variazioni dipendono dal soggetto e dalla condizione.

ACTIVITY BUDGET DEL LUPO M

L'analisi descrittiva del maschio evidenzia un aumento dell'attività moderata e dell'alta attività in presenza dei tre arricchimenti, e questo aumento permane anche nel periodo senza arricchimento. Il test del χ^2 risulta significativo solo nel confronto baseline-cannella ($\chi^2 = 20,83$, $df = 2$, $p < 0,001$) e baseline-ghiaccioli ($\chi^2 = 25,03$, $df = 2$, $p < 0,001$).

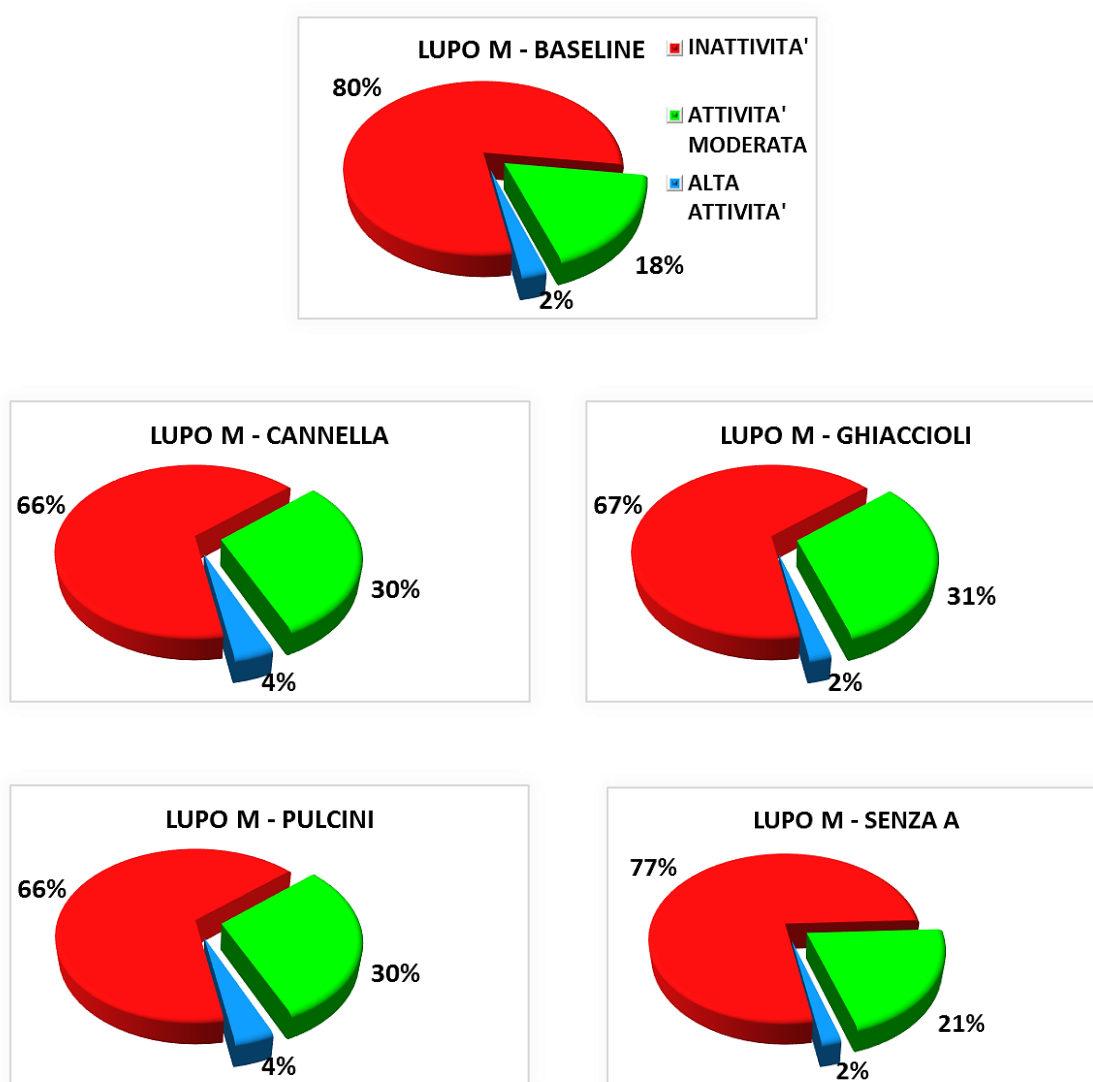


Fig. 16 Activity budget del lupo M

ACTIVITY BUDGET DELLA LUPA B

Osservando i grafici relativi alla lupa B, si nota un aumento complessivo dell'attività moderata e dell'alta attività in presenza dei tre arricchimenti. Tale aumento permane anche nel periodo senza arricchimento. Il test del χ^2 risulta significativo nel confronto baseline-cannella ($\chi^2 = 19,44$, $df = 2$, $p < 0,001$), baseline-ghiaccioli ($\chi^2 = 23,79$, $df = 2$, $p < 0,001$) e baseline-senza arricchimento ($\chi^2 = 6,15$, $df = 2$, $p < 0,05$).

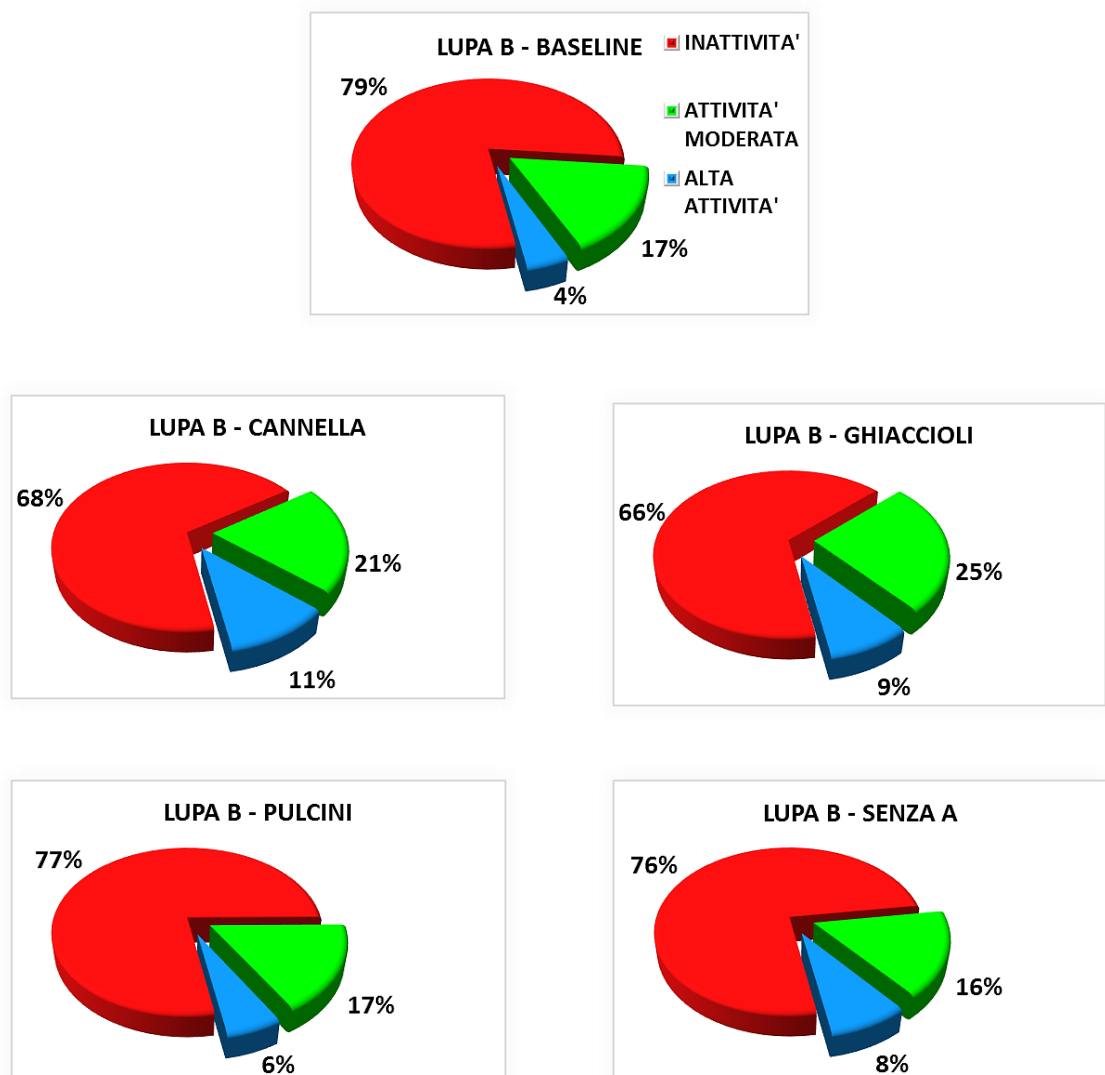


Fig. 17 Activity budget della lupa B

ACTIVITY BUDGET DELLA LUPA C

Nel caso del soggetto C, con l'analisi descrittiva dell'*activity budget*, si osserva un aumento complessivo dell'attività moderata e dell'alta attività in presenza della cannella e dei ghiaccioli di carne. Tali attività risultano invece diminuite nel periodo di somministrazione dei pulcini e senza arricchimento. Il test del χ^2 risulta significativo nel confronto baseline-ghiaccioli ($\chi^2 = 6,21$, $df = 2$, $p < 0,05$), baseline-pulcini ($\chi^2 = 30,09$, $df = 2$, $p < 0,001$) e baseline-senza arricchimento ($\chi^2 = 10,60$, $df = 2$, $p < 0,01$).

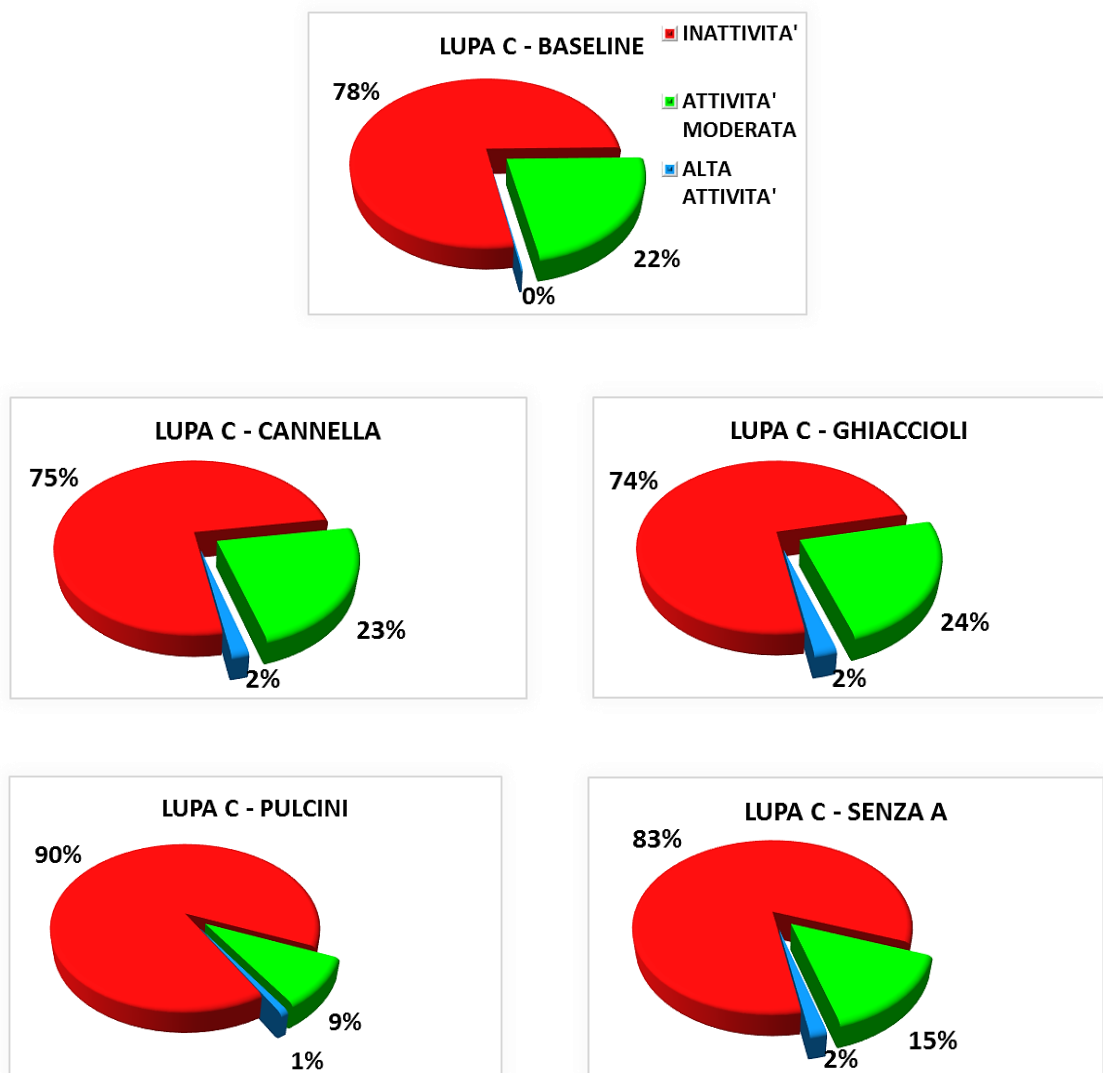


Fig. 18 Activity budget della lupa C

ACTIVITY BUDGET DELLA LUPA D

L'analisi descrittiva del soggetto D mostra che l'attività moderata aumenta nel periodo di somministrazione della cannella e dei ghiaccioli di carne, e si riduce in presenza dei pulcini e senza arricchimento. Il test del χ^2 risulta statisticamente significativo solo nel confronto baseline-pulcini ($\chi^2 = 23,27$, $df = 2$, $p < 0,001$).

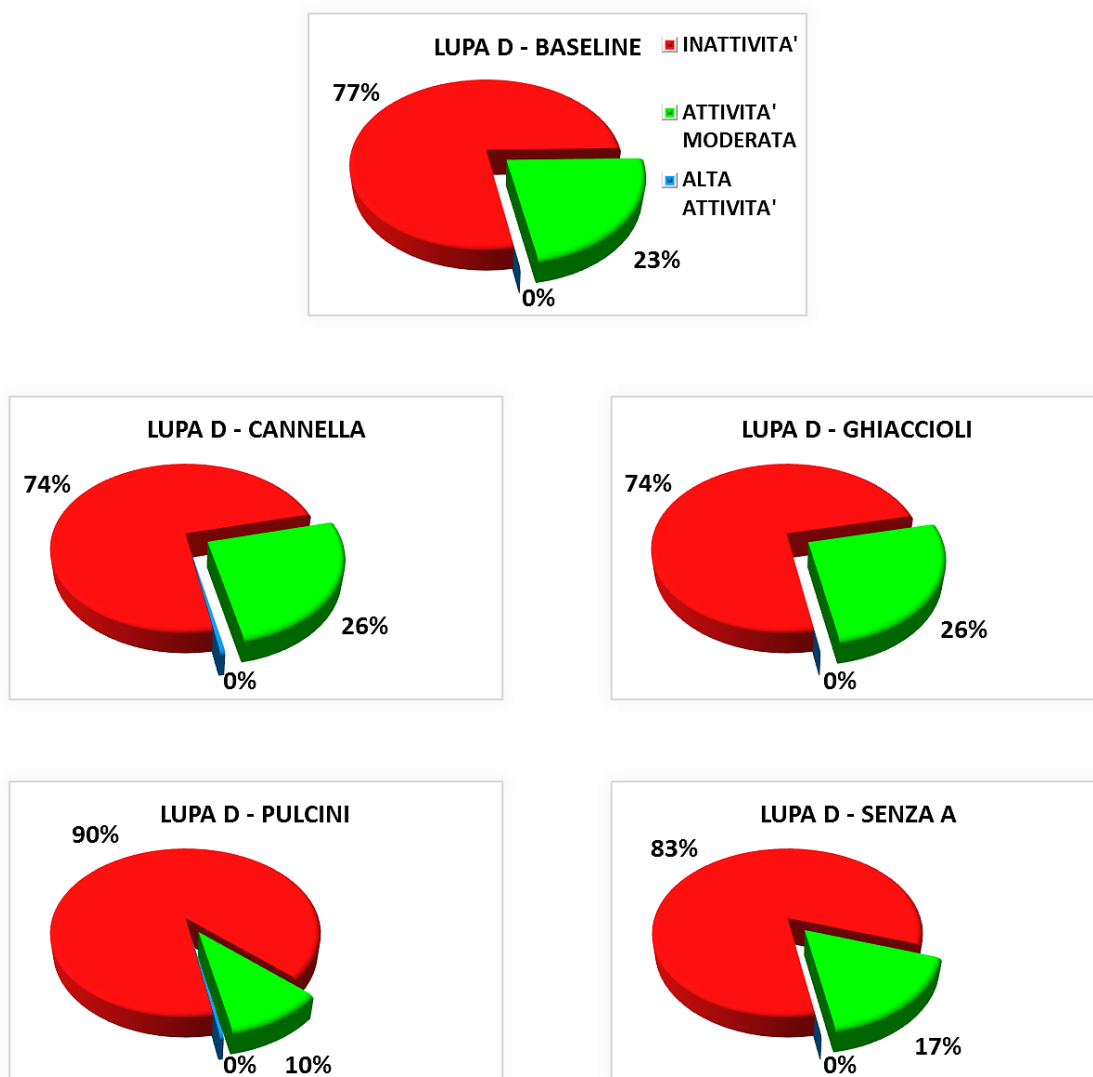


Fig. 19 Activity budget della lupa D

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei valori del χ^2 ottenuti per ogni lupo, confrontando la baseline alle altre condizioni sperimentali.

	M	B	C	D	
BAS-PULC	1,66	1,12	30,09	23,27	p < 0,001
BAS-CANN	20,83	19,44	3,98	1,68	p < 0,01
BAS-GH	25,03	23,79	6,21	0,92	p < 0,05
BAS-SA	1,88	6,15	10,60	2,87	

Tabella 6 Osservazioni scan. Valori del χ^2 ottenuti nel confronto delle diverse condizioni sperimentali.

Come si può osservare nella tabella 5.3, la somministrazione di un arricchimento produce in generale un aumento nel livello di attività, anche se l'effetto varia da soggetto a soggetto e da arricchimento ad arricchimento.

3.3 ANALISI DEI COMPORTAMENTI REGISTRATI CON *FOCAL ANIMAL SAMPLING*

3.3.1 ATTIVITA' LOCOMOTORIA

Avendo a disposizione anche i dati raccolti con il metodo del *focal animal sampling*, abbiamo esaminato le eventuali variazioni dell'attività locomotoria per vedere se si dimostravano coerenti con i risultati ottenuti dall'analisi dell'*activity budget*. Anche in questo caso è stato usato il test del χ^2 per confrontare i comportamenti della baseline con quelli delle altre condizioni sperimentali.

Le variazioni osservate con l'analisi descrittiva, sono risultate concordi con quelle emerse con l'analisi dell'*activity budget* (vedi grafici in Appendice), fatta eccezione per un lieve decremento del comportamento “camminare” dell'individuo C, nella condizione senza arricchimento. Tuttavia tali cambiamenti si sono dimostrati statisticamente significativi in un numero maggiore di casi rispetto all'analisi dell'*activity budget*, come evidenziato dalla seguente tabella:

	M	B	C	D	
BAS-PULC	49,17	38,60	3,41	21,95	p < 0,001
BAS-CANN	131,03	106,24	24,62	4,42	
BAS-GH	52,20	67,60	27,88	3,31	
BAS-SA	18,91	42,85	3,63	6,03	

Tabella 7 Osservazioni focali. Valori del χ^2 ottenuti nel confronto delle diverse condizioni sperimentali.

3.3.2 INDICE DI DIVERSITA' DI SHANNON

Per verificare se la somministrazione degli arricchimenti avesse prodotto un effetto sull'intero repertorio comportamentale del branco, costituito da 80 comportamenti, è stato impiegato l'indice di diversità di Shannon. Successivamente, gli indici di Shannon ottenuti per i 4 lupi per la baseline, sono stati confrontati con quelli ottenuti nelle altre condizioni sperimentali, utilizzando il test *t* per dati appaiati.

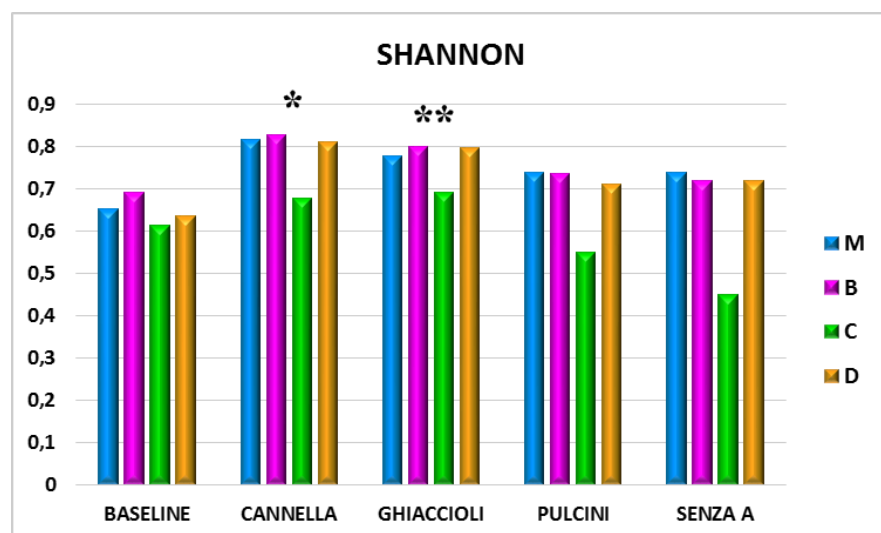


Fig. 20 Indice di diversità di Shannon. *p < 0,05; **p < 0,01

Il repertorio comportamentale risulta ampliato e presenta un aumento statisticamente significativo nei periodi di somministrazione della cannella ($t = -5,422$, $df = 3$, $p = 0,012$) e dei ghiaccioli di carne ($t = -6,741$, $df = 3$, $p = 0,007$). Durante l'arricchimento con pulcini e nella condizione senza arricchimento, si osserva una tendenza all'incremento del repertorio comportamentale in tutti i lupi, fatta eccezione per l'individuo C.

3.3.3 CATEGORIE COMPORTAMENTALI PIU' RAPPRESENTATIVE

Sono stati analizzati quei comportamenti o categorie comportamentali che il branco ha manifestato con maggiore frequenza o che, a una prima analisi descrittiva, hanno subito una maggiore variazione. Poiché il numero di osservazioni di alcuni comportamenti, corretto per il numero di focali, non ha mostrato una distribuzione normale, tutti i comportamenti presi in esame sono stati normalizzati mediante trasformazione logaritmica. Successivamente i dati ottenuti dai 4 lupi, in ciascuna condizione sperimentale, sono stati confrontati alla baseline mediante il test *t* per dati appaiati.

COMPORTAMENTI AFFILIATIVI

In questa macrocategoria sono stati inseriti tutti i comportamenti che permettono il mantenimento dei legami sociali tra membri del branco (categorie “prossimità”, “care”, “sessuale” nell’etogramma riportato in Materiali e Metodi).

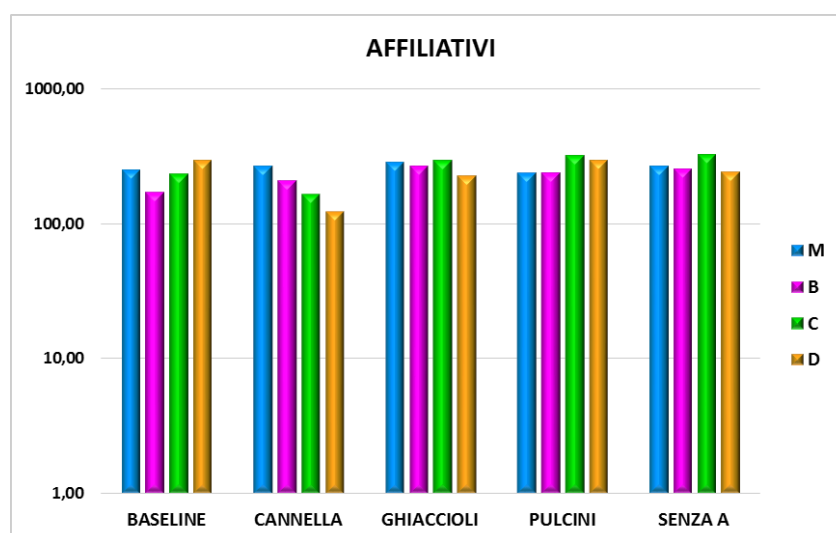


Fig. 21 Variazione dei comportamenti affiliativi.

Nessuna variazione è risultata statisticamente significativa.

COMPORTAMENTI “LECCARSI BOCCA” + “LECCARSI NASO”

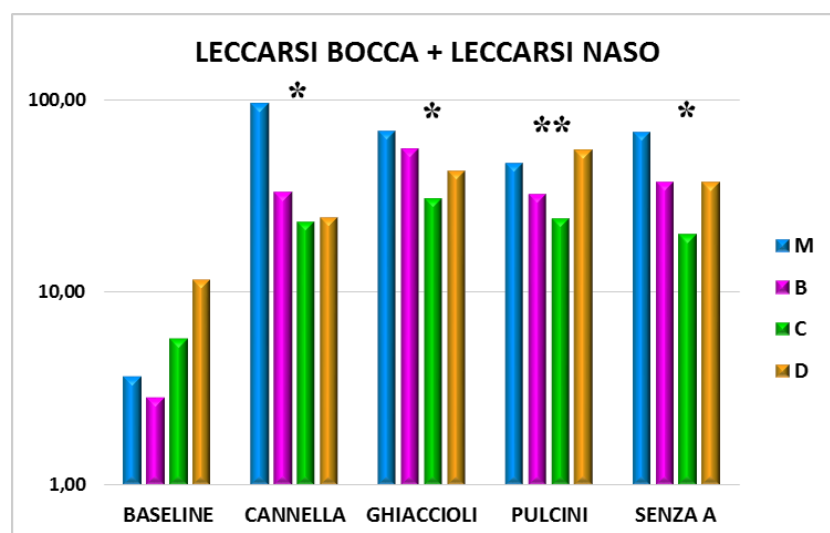


Fig. 22 Variazione dei comportamenti “leccarsi bocca” + “leccarsi naso”.
* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Nei 4 confronti con la baseline si evidenzia sempre un incremento statisticamente significativo dei comportamenti considerati (cannella: $t = -3,500$, $df = 3$, $p = 0,039$; ghiaccioli: $t = -5,130$, $df = 3$, $p = 0,014$; pulcini: $t = -6,848$, $df = 3$, $p = 0,006$; senza arricchimento: $t = -4,364$, $df = 3$, $p = 0,022$).

COMPORTAMENTO ESPLORATIVO

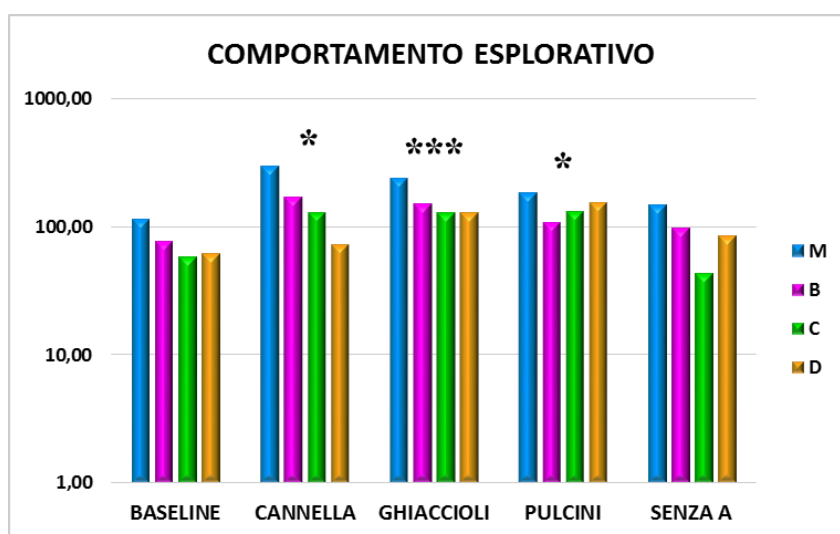


Fig. 23 Variazione del comportamento esplorativo.
* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Dall'osservazione dell'istogramma si evince che il comportamento esplorativo è aumentato nei periodi della somministrazione dei tre arricchimenti. Tali variazioni sono risultate statisticamente significative (cannella: $t = -3,779$, $df = 3$, $p = 0,032$; ghiaccioli: $t = -31,913$, $df = 3$, $p = 0,000$; pulcini: $t = -4,702$, $df = 3$, $p = 0,018$). Durante il periodo senza arricchimento permane questo aumento, fatta eccezione per la lupa C.

COMPORTAMENTI “MARCATURE” + “RUN THE FENCE”

I comportamenti “marcature” e “run the fence” sono stati accorpati poiché rientrano entrambi nella sottocategoria “humble low” dell’etogramma (vedi Materiali e Metodi).

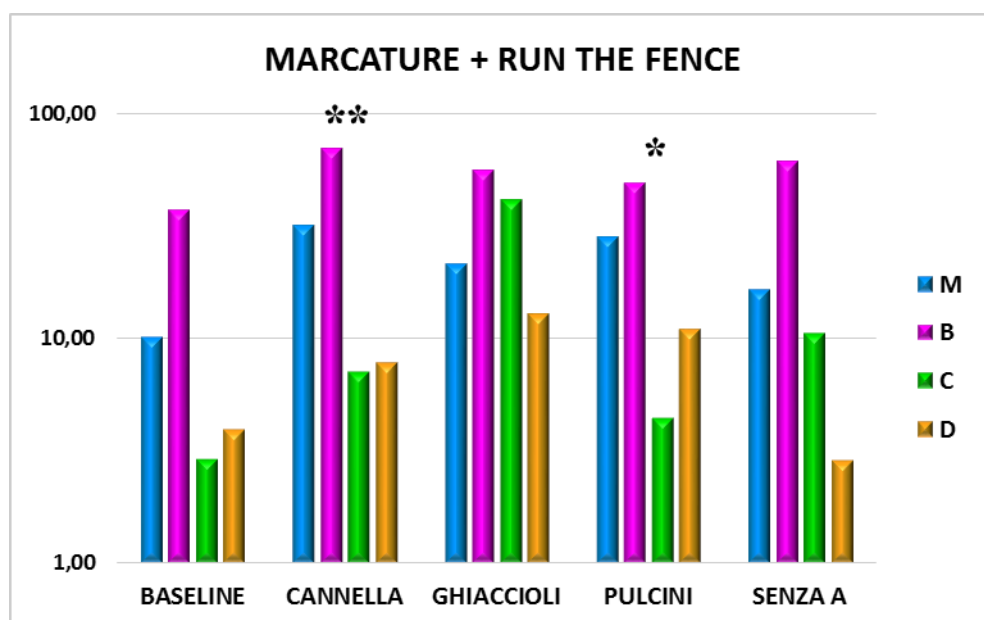


Fig. 24 Variazione dei comportamenti “marcature” + “run the fence”.
* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Dal grafico si osserva una tendenza all’aumento dei comportamenti “marcature” e “run the fence” per tutti i lupi, in tutte le condizioni sperimentali di confronto con la baseline. Solamente il soggetto D mostra un decremento di tali comportamenti nel periodo senza arricchimento. Risultano statisticamente significativi il confronto baseline-cannella ($t = -7,111$, $df = 3$, $p = 0,006$) e baseline-pulcini ($t = -3,480$, $df = 3$, $p = 0,040$).

3.3.4 INTERAZIONI CON GLI ARRICCHIMENTI

Infine, utilizzando un'analisi descrittiva, abbiamo confrontato il numero di interazioni osservate con ogni arricchimento (corrette per il numero di focali), un individuo alla volta. Dai grafici si evince che il maggiore o minore interesse per ciascuno degli arricchimenti varia da individuo a individuo. In particolare, i ghiaccioli hanno suscitato l'interesse di tutti i soggetti, mentre, per gli altri due arricchimenti ci sono notevoli differenze individuali.

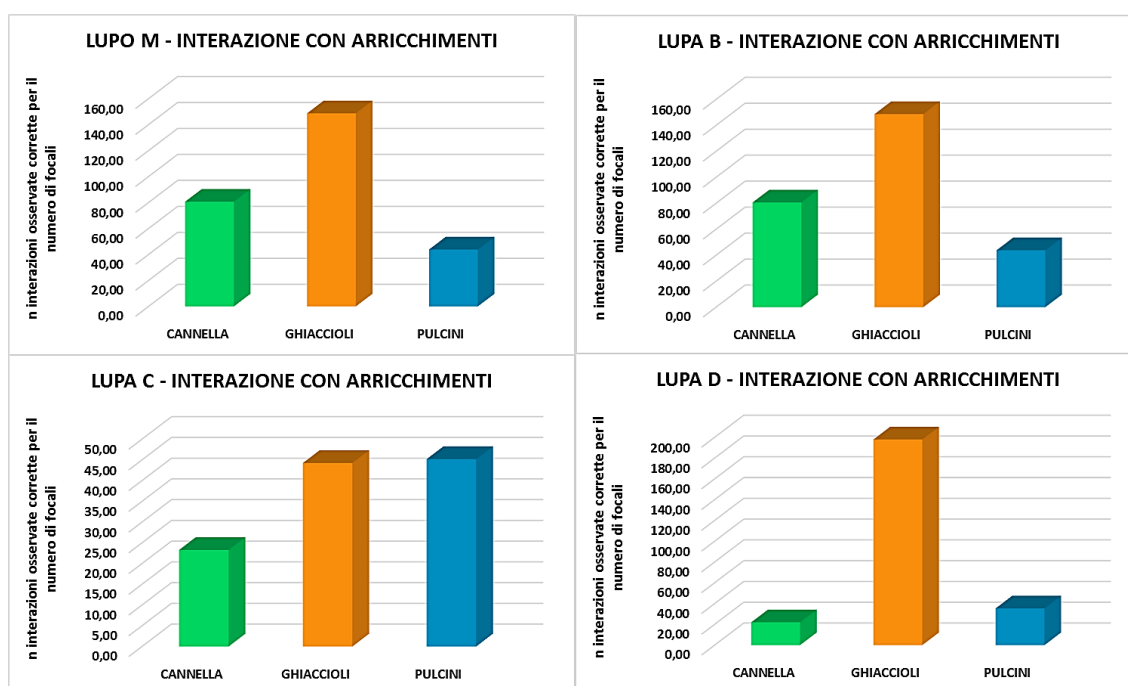


Fig. 25 Interazioni dei 4 lupi con gli arricchimenti.

4. DISCUSSIONE

Nel presente studio, l'introduzione di arricchimenti ambientali ha portato a delle variazioni per quanto riguarda l'uso dello spazio, l'*activity budget* e il repertorio comportamentale dei quattro soggetti.

La valutazione dell'utilizzo dello spazio da parte di animali in cattività, è una valida misura dell'appropriatezza dell'exhibit e del benessere (Ross *et al.*, 2009). L'indice SPI (*Spread of Participation Index*) si è rivelato un buon indicatore dell'efficienza dell'uso dello spazio in altri lavori (Ross *et al.*, 2011; Shepherdson *et al.*, 1993; Soriano, 2006, 2012). Ci aspettavamo che la somministrazione degli arricchimenti ambientali producesse un aumento dell'uso dello spazio (Shepherdson *et al.*, 1993; Lukas *et al.*, 2003). Questo è risultato vero solo durante il periodo di somministrazione della cannella. Per quanto riguarda i ghiaccioli di carne si può pensare che la loro prolungata manipolazione abbia reso i lupi più statici. Del resto, Frezard e Le Pape (2003) hanno osservato che branchi di lupo che vivono in exhibit più naturali e più grandi, utilizzano in maniera meno completa tutto lo spazio a disposizione.

La presenza dei visitatori può influire in maniera evidente sul benessere degli animali in cattività (Hosey & Druck, 1987; Cook & Hosey, 1995; Hosey, 2000; Leonard, 2008). In questo studio abbiamo valutato un eventuale effetto del pubblico sull'utilizzo dello spazio, analizzando l'uso delle aree poste in corrispondenza dei punti di osservazione per i visitatori. Nella condizione di baseline si evidenzia che tali aree tendono a essere poco frequentate. Questo aspetto potrebbe suggerire una preferenza per aree più appartate, forse per allontanarsi dai punti in cui può esserci presenza di pubblico, o per aree con condizioni di copertura vegetativa e temperature più adeguate. Dato che la ricerca è stata condotta nei mesi estivi, si può ipotizzare una preferenza per zone più ombreggiate e ventilate. Durante la somministrazione degli arricchimenti si osserva una lieve variazione nell'utilizzo di queste aree, con differenze individuali. Questo aspetto potrebbe essere indagato in lavori futuri, integrando con monitoraggi del numero di visitatori presenti.

Analizzando l'*activity budget*, si osserva che nel branco ospitato presso il Giardino Zoologico di Pistoia, prevale l'inattività. Questo dato risulta coerente con quello ottenuto in altri studi in cattività (Bernal & Packard, 1997; Frezard & Le Pape, 2003; Soriano *et al.*, 2006). Inoltre, in due di questi, è stata riscontrata una maggiore attività in recinti piccoli e meno arricchiti (Bernal & Packard, 1997; Frezard & Le Pape, 2003). L'aumento dell'attività in seguito alla presentazione di arricchimenti ambientali, è stato documentato

in varie specie (Bloomsomsmith *et al.*, 1990; Shepherdson *et al.*, 1993; Gilkison *et al.*, 1997; Little & Sommer, 2002; Skibieli *et al.*, 2007). Per quanto riguarda i canidi, è stato osservato nei cani (Hubrecht, 1993; Wells, 2004; Schipper *et al.*, 2008), nei coyote (Shivik *et al.*, 2009) e nei cricetini (Cummings *et al.*, 2007). In questa ricerca, in presenza di arricchimenti, il livello di attività stimato, sia con il metodo *scan sampling*, che con il metodo *focal animal sampling*, risulta aumentato. Nei lupi M e B tale incremento è osservato per i tre arricchimenti e permane anche in assenza di questi. Per i soggetti C e D questo risulta valido solo nel periodo in cui sono stati forniti l'essenza di cannella e i ghiaccioli di carne.

L'analisi qualitativa dei comportamenti è risultata più informativa dell'analisi quantitativa. In diversi studi viene suggerito che l'analisi dell'intero repertorio comportamentale può costituire un indice del benessere migliore, o complementare, rispetto al solo utilizzo dell'*activity budget* (Shepherdson *et al.*, 1993; Cummings *et al.*, 2007). Sotto quest'aspetto, una prima stima generale viene fornita dall'indice di Shannon, che misura l'ampiezza del repertorio comportamentale. Abbiamo osservato un aumento significativo dell'indice soltanto in presenza dell'essenza di cannella e dei ghiaccioli di carne. Nel periodo di *scatter feeding* di pulcini e nel periodo senza arricchimento, permane una tendenza all'incremento del repertorio comportamentale in tutti i soggetti, ad eccezione della lupa C.

I comportamenti affiliativi non sono risultati modificati dagli arricchimenti, ma due comportamenti a probabile significato affiliativo, si sono rivelati sensibili all'introduzione di arricchimenti ambientali. Si tratta dei comportamenti "leccarsi bocca" e "leccarsi naso" che non sono stati riscontrati negli etogrammi utilizzati. Il "leccarsi la bocca" potrebbe essere un "*lick up*" inibito, rediretto su se stessi. Nei cani (*Canis lupus familiaris*), questi comportamenti vengono inseriti tra i segnali calmanti, di pacificazione e *de-escalation* (leccarsi la bocca: Beerda *et al.*, 1997; Murphy, 1998; Goodman *et al.*, 2002; van den Berg, 2003; Schilder, 2004; Capra, 2011; leccarsi il naso: Fox, 1971; Beerda & Schilder, 1998; Schoening, 2006; Capra, 2011).

In accordo con l'aumentato livello di attività, è stato osservato un aumento del comportamento esplorativo, che si è verificato in presenza dei tre arricchimenti, ma non si è mantenuto nel periodo senza arricchimento. Un tale risultato è stato confermato anche in altre specie (Carlstead & Seidensticker, 1991; Shepherdson *et al.*, 1993; Cummings *et al.*, 2007).

I tre arricchimenti hanno mostrato un effetto anche per quanto riguarda l'incremento del tasso di marcature e *run the fence*. La variazione, però, non si è dimostrata statisticamente significativa nel caso dei ghiaccioli. Nella fase senza arricchimento il soggetto D è stato l'unico a presentare un decremento di questi due comportamenti. Questo effetto è stato osservato anche in altri studi (Hadley, 2000; White *et al.*, 2003; Quirke & O'Riordan, 2011) ed è concorde con l'aumento dell'uso del perimetro che si è verificato.

Complessivamente gli arricchimenti che hanno suscitato una maggiore attività e un aumento del repertorio comportamentale, sono stati la cannella e i ghiaccioli. Il numero di interazioni con ogni arricchimento varia da individuo a individuo: nei lupi M e B prevale l'interazione con i ghiaccioli, seguita da cannella e infine pulcini; per la lupa C sono state evidenziate un maggior numero di interazioni con i pulcini e i ghiaccioli, seguite dalla cannella; il soggetto D ha presentato un massimo di interazione con i ghiaccioli, seguito da pulcini e cannella. Sembra dunque che comportamenti diretti verso l'essenza di cannella si verifichino soprattutto negli individui dominanti, come è stato riscontrato in uno studio sul lupo messicano riguardante gli arricchimenti olfattivi (Leonard, 2008).

Variazioni interindividuali nelle risposte comportamentali agli arricchimenti ambientali, sono state osservate anche in altre specie (Kreger *et al.*, 1998; Cummings *et al.*, 2007; Schipper *et al.*, 2008). Inoltre, la personalità di ogni soggetto può influenzare la risposta stessa (Coelho *et al.*, 2012). Infatti le differenze comportamentali degli animali possono essere attribuite ai tratti della personalità (Svartberg & Forkman, 2002). Questo è stato evidenziato anche dalla diversa tolleranza all'osservatore (autrice) dimostrata dai quattro lupi: il soggetto C è rimasto infastidito dalla mia presenza per tutta la durata della raccolta dei dati.

Inoltre, nel nostro campione la presenza di un soggetto debilitato (lupa D, deceduta al termine del periodo di osservazione per processo neoplastico degenerativo), ha influito sulla possibilità di registrare una variazione positiva in presenza degli arricchimenti.

Nel complesso, l'utilizzo di un disegno sperimentale di tipo randomizzato si è rivelato efficace. Inglis e Fergusson (1986) hanno proposto una teoria comportamentale per cui la raccolta di informazioni costituisce l'attività primaria di ogni animale. Questa non diventa più necessaria se l'ambiente è statico e caratterizzato da routine. L'utilizzo di una baseline, costituita invece da sei giorni continuativi, ha forse rappresentato un problema in questo disegno sperimentale.

Gli effetti degli arricchimenti ambientali forniti sono stati complessivamente modesti. E' importante, comunque, sottolineare il conseguimento di effetti positivi su soggetti non giovani, che vivono in un exhibit naturalistico di ampie dimensioni e con un buon grado di benessere, rivelato dall'analisi della baseline. Questo risultato indica che un exhibit naturalistico (per quanto grande possa essere) è il punto da cui partire, ma è anche opportuno integrare con stimoli di varia natura che aumentino la possibilità di scelta e controllo da parte degli animali.

Questo studio evidenzia che l'essenza di cannella e i ghiaccioli di carne possono essere arricchimenti efficaci, economici, facili da preparare e da distribuire, e sottolinea l'importanza di valutare anche le preferenze individuali nella progettazione di programmi di arricchimento volti al miglioramento del benessere degli esemplari. Si suggeriscono ulteriori studi, che potrebbero considerare l'utilizzo di telecamere per monitorare l'attività notturna, un campione più grande, prestare attenzione alle differenze interindividuali e associare l'uso di indicatori fisiologici per il monitoraggio del benessere (cortisolo) agli indicatori etologici.

APPENDICE

ANALISI DELLO SPAZIO

M	BASELINE	PULCINI	CANNELLA	GHIACCIOLI	SENZA A
Rete	4,45%	7,36%	14,49%	14,24%	6,18%
Cibo e acqua	17,47%	12,86%	14,16%	15,23%	12,04%
Riposo	66,82%	67,91%	62,28%	67,66%	75,18%
Tane	9,50%	10,88%	4,87%	1,78%	1,26%
Rep. Interno	1,76%	0,99%	4,20%	1,09%	5,34%

Tabella 1 Percentuali del numero totale di *scan sample* registrati per M in ogni zona nelle 5 condizioni sperimentali

B	BASELINE	PULCINI	CANNELLA	GHIACCIOLI	SENZA A
Rete	8,28%	9,19%	11,20%	14,45%	8,46%
Cibo e acqua	10,06%	6,64%	12,97%	10,60%	10,65%
Riposo	50,21%	59,05%	51,00%	55,97%	64,30%
Tane	30,82%	24,45%	22,39%	18,30%	11,48%
Rep. Interno	0,63%	0,66%	2,44%	0,67%	5,11%

Tabella 2 Percentuali del numero totale di *scan sample* registrati per B in ogni zona nelle 5 condizioni sperimentali

C	BASELINE	PULCINI	CANNELLA	GHIACCIOLI	SENZA A
Rete	6,85%	4,57%	13,97%	14,27%	9,27%
Cibo e acqua	14,24%	2,61%	8,32%	7,07%	6,56%
Riposo	70,30%	76,09%	64,68%	72,51%	80,95%
Tane	7,91%	16,20%	11,15%	5,63%	2,83%
Rep. Interno	0,70%	0,54%	1,88%	0,52%	0,39%

Tabella 3 Percentuali del numero totale di *scan sample* registrati per C in ogni zona nelle 5 condizioni sperimentali

D	BASELINE	PULCINI	CANNELLA	GHIACCIOLI	SENZA A
Rete	18,11%	2,42%	8,03%	8,29%	5,98%
Cibo e acqua	15,09%	8,15%	17,88%	5,95%	8,19%
Riposo	59,96%	24,20%	35,23%	58,69%	49,61%
Tane	1,41%	1,02%	0,00%	0,47%	0,63%
Rep. Interno	5,43%	64,20%	38,86%	26,60%	35,59%

Tabella 4 Percentuali del numero totale di *scan sample* registrati per C in ogni zona nelle 5 condizioni sperimentali

1-4%
4-12%
12-28%
28-50%
50-100%

Colori relativi alle diverse percentuali

ANALISI DEI COMPORTAMENTI REGISTRATI CON *FOCAL* *ANIMAL SAMPLING*

■ ATTIVITA' LOCOMOTORIA

- RIPOSO
- RIPOSO VIGILE
- SEDUTO + IN PIEDI
- CAMMINA
- TROTTA + BALZO + CORRE

ATTIVITA' LOCOMOTORIA LUPO M

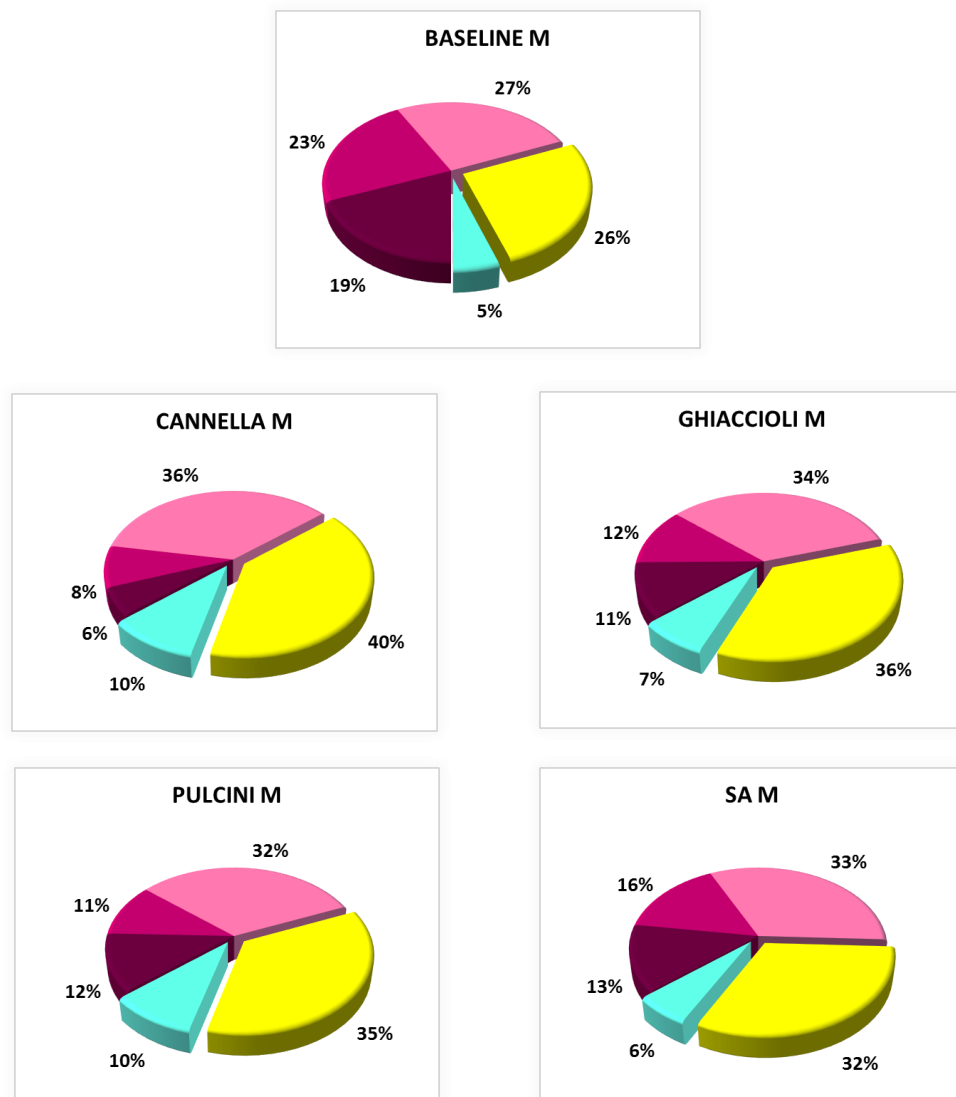


Fig. 1 Attività registrata con *focal animal sampling* (lupo M).

ATTIVITA' LOCOMOTORIA LUPA B

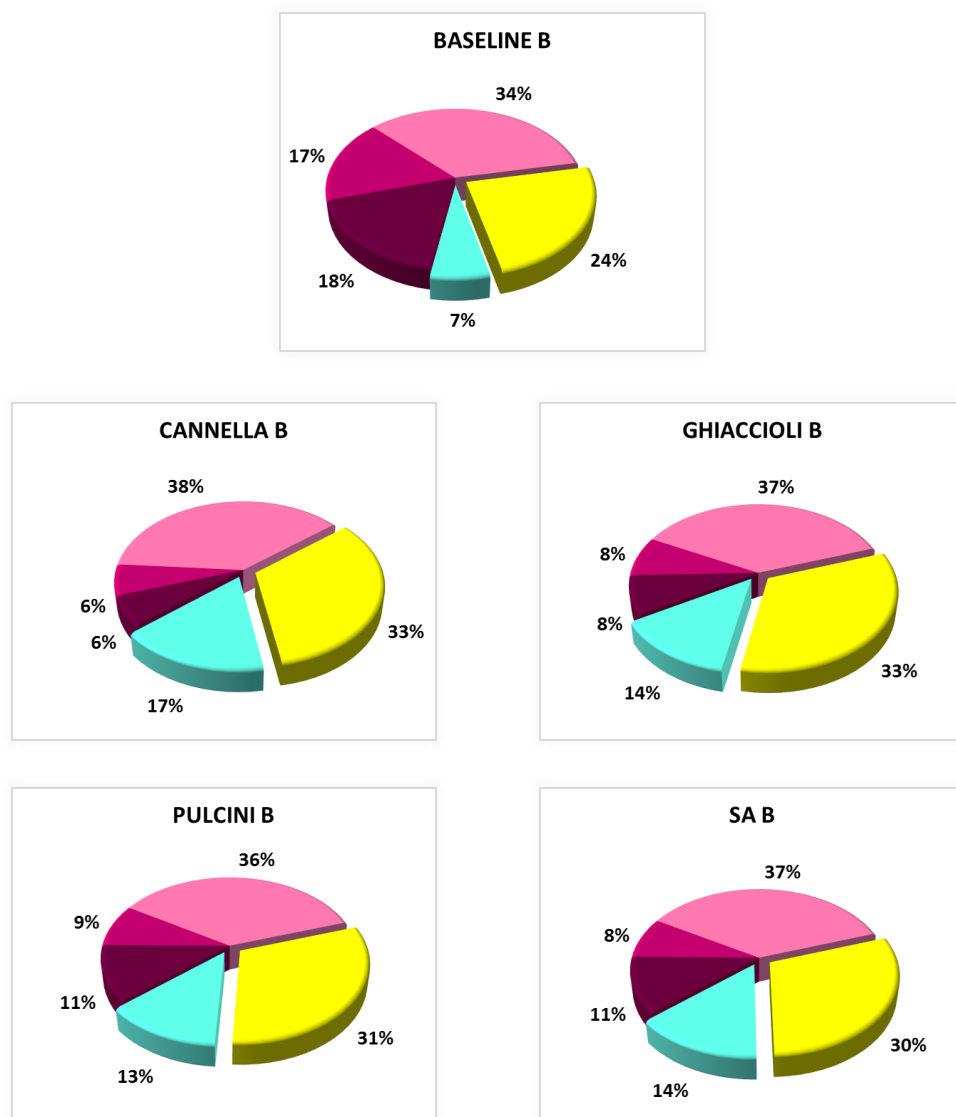


Fig. 2 Attività registrata con *focal animal sampling* (lupa B).

ATTIVITA' LOCOMOTORIA LUPA C

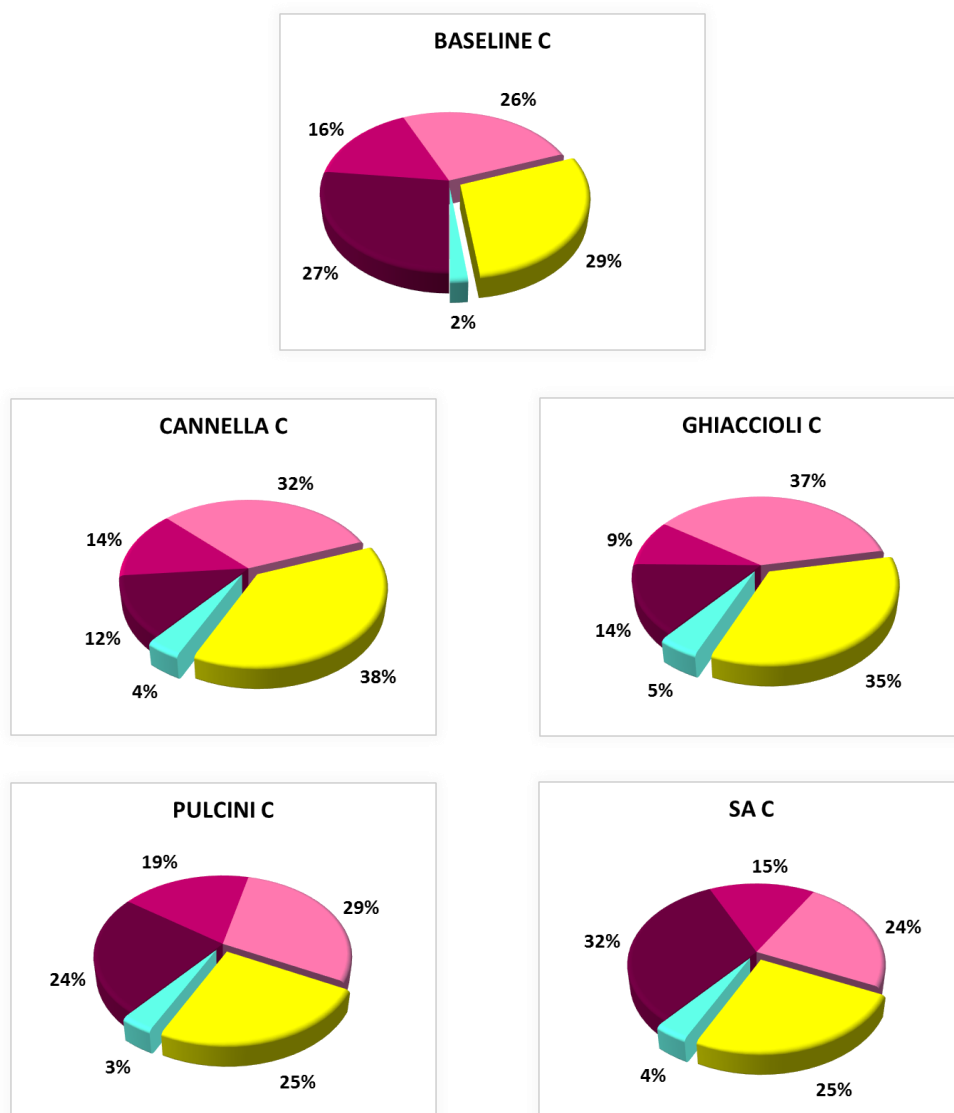


Fig. 3 Attività registrata con *focal animal sampling* (lupa C).

ATTIVITA' LOCOMOTORIA LUPA D

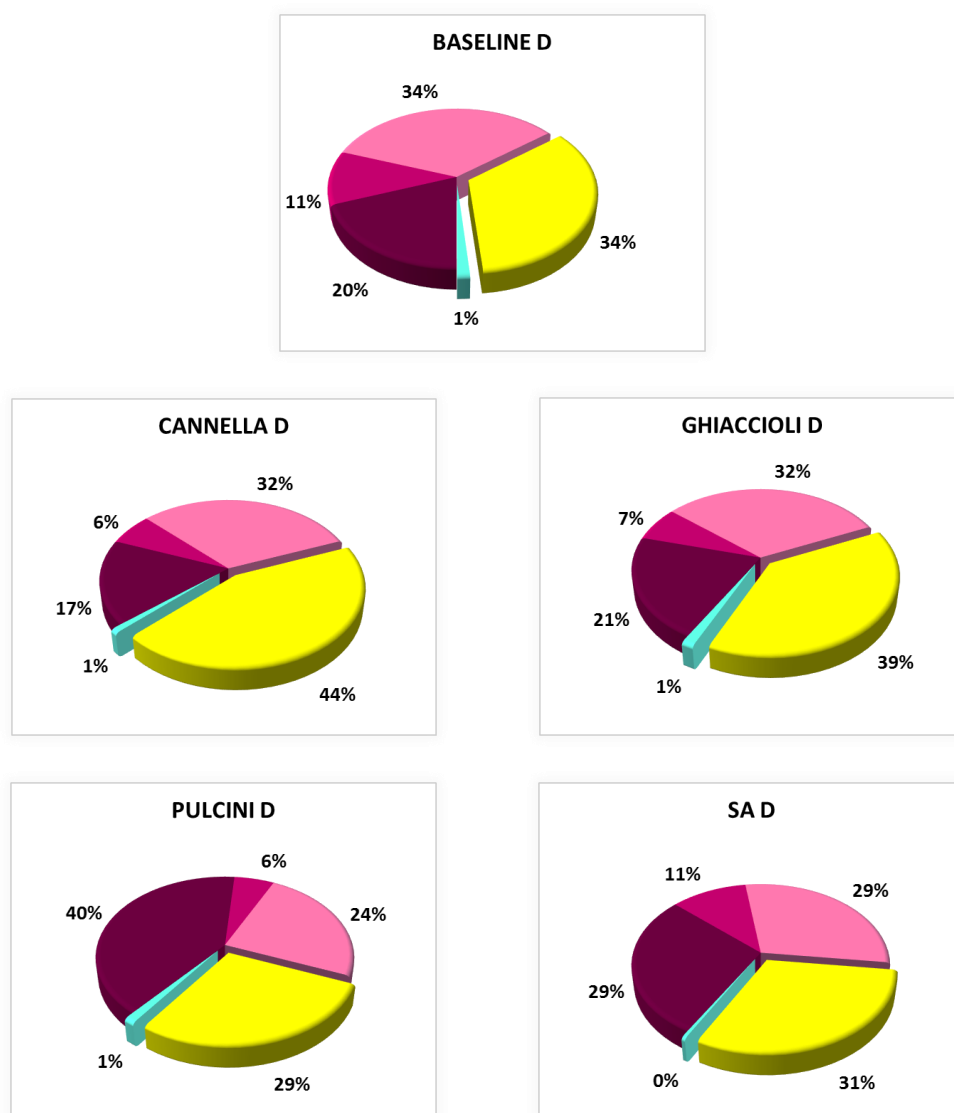


Fig. 4 Attività registrata con *focal animal sampling* (lupa D).

BIBLIOGRAFIA

- Algers B., Eskebo I. & Stromberg S. 1978. The impact of continuous noise on animal health. *Acta Vet. Scand.*, 19: suppl., 68, 1-26.
- Almly L. & Burghardt G. 2006. Environmental enrichment alters the behavioural profile of ratsnakes (*Elaphe*). *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 9. 85-109.
- Altmann J. 1974. Observational study of behaviour: sampling methods. *Behaviour*, 49(3,4), 227-65.
- Anderson U., Benne M., Bloomsmit M. & Maple T. 2002. Retreat space and human visitor density moderate undesirable behavior in petting zoo animals. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 5. 125-37.
- Appleby M.C. & Hughes B.O. 1997. *Animal Welfare*. CABI Publishing, Wallingford, Oxon.
- Asa C. & Mech L. 1995. A review of the sensory organs in wolves and their importance to life history. In: L.N. Carbyn, S.H. Fritts & D.R. Seip, eds., *Ecology and conservation of wolves in a changing world*. Canadian Circumpolar Institute, Edmonton, Alberta.
- Baker K. 1997. Straw and forage material ameliorate abnormal behaviors in adult chimpanzees. *Zoo Biology*, 16, 225-36.
- Ballantyne R. & Packer J. 2005. Promoting environmentally sustainable attitudes and behaviour through free choice learning experiences: what is the state of the game? *Environmental Education Research*, 11, 281-295.
- Ballantyne R., Packer J., Hughes K. & Dierking L. 2007. Conservation learning in wildlife tourism settings: lessons from research in zoos and aquariums. *Environmental Education Research*, 13, 367-383.
- Ballard W.B., Ayres L.A., Roney K.E. & Spraker T.H. 1991. Immobilization of gray wolves with a combination of tiletamine hydrochloride and zolazepam hydrochloride. *J. Wildl. Mgmt.* 55, 71-74.
- Ballard W.B. & Dau. J.R. 1983. Characteristics of gray wolf (*Canis lupus*) den and rendezvous sites in south-central Alaska. *Can. Field Nat.* 97, 299-302.
- Ballard W.B., Whitman J.S. & Gardner C.L. 1987. *Ecology of an exploited wolf population in south-central Alaska*. Wild-life Monographs, no. 98. The Wildlife Society, Bethesda, MD. 54 pp.
- Baratay E. & Hardouin-Fugier E. 2002. The illusion of liberty. In: *Zoo: a History of Zoological Gardens in the West*. Reaktion Books, London, pp. 237-64.
- Barnes D. 2005. Possible tool use by beavers, *Castor canadensis*, in northern Ontario watershed. *Canadian Field-Naturalist*, 119 (3), 441-43.
- Bashaw M., Bloomsmit M., Marr M. & Maple T. 2003. To hunt or not to hunt? A feeding enrichment experiment with captive large felids. *Zoo Biology*, 22, 189-98.
- Beerda B., Schilder M.B.H., Van Hoff J.A.R.A.M. & De Vries H.V. 1997. Manifestations of chronic and acute stress in dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, 52, 3-4, 307-19.
- Beerda B., Schilder M.B.H., Van Hoff J.A.R.A.M., De Vries H.V & Mol J.A. 1999. Chronic stress in dogs subjected to social and spatial restriction. I. Behavioral Responses. *Physiology & Behavior*, 66, 2, 233-42.
- Bekoff M. 1972. The development of social interaction, play, and metacommunication in mammals: An ethological perspective. *Q. Rev. Biol.*, 47, 413-34.

- Bekoff M. 1979. Behavioral acts: description, classification, ethogram analysis, and measurement. Pp. 67-80. In: R.B. Cairns ed., *The analysis of social interactions: Methods, issues, and illustrations*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ.
- Bellhorn R. 1980. Lighting in animal environment. *Laboratory Animal Science*, 30, 440-59.
- Berardi N., Braschi C., Capsoni S., Cattaneo A. & Maffei L. 2007. Environmental enrichment delays the onset of memory deficits and reduces neuropathological hallmarks in a mouse model of Alzheimer-like neurodegeneration. *J. Alzheimers Dis.*, 11, 359-70.
- Berardi N. & Pizzorusso T. 2006. *Psicobiologia dello sviluppo*. Laterza, Roma-Bari.
- Bernal J.F. & Packard J.M. 1997. Differences in Winter Activity, Courtship, and Social Behavior of Two Captive Family Groups of Mexican Wolves (*Canis lupus baileyi*). *Zoo Biology*, 16, 435-43.
- Bertschinger H.U., Drossaert van Dusseldorf P. & Troxler J. 1994. *Incidence of intramammary infection and of mastitis in sows kept in four different farrowing systems*. In Proceeding of the 8^o International Congress on Animal Hygiene, 12-16 September 1994. International Society for Animal Hygiene, St. Paul, Minnesota, pp. 93-6.
- BHAG 1999. Behaviour and Husbandry Advisory Group, a scientific advisory group of the American Zoo and Aquarium Association Workshop at Disney's Animal Kingdom.
- Bianchi E. 2013. *Effetti di varie tipologie di arricchimento ambientale sul comportamento di Panthera tigris presso il Giardino Zoologico di Pistoia*. Tesi di laurea triennale. Università degli Studi di Firenze.
- BIAZA. 2007. *Working Together for Wildlife*. BIAZA, London
- BIAZA. 2007. *BIAZA Guidance on Institutional Collection Planning*. Su <http://www.biaza.org.uk/resources/library/images/icpmarch07.pdf>.
- Blaney E. & Wells D. 2004. The influence of a camouflage net barrier on the behaviour, welfare and public perceptions of zoo-housed gorillas. *Animal Welfare*, 13 111-18.
- Bloomsmith M., Finlay T., Merhalski J. & Maple T. 1990. Rigid plastic balls as enrichment devices for captive chimpanzees. *Lab. Anim. Sci.*, 40, 319- 22.
- Bloomsmith M., Stone A. & Laule G. 1998. Positive reinforcement training to enhance the voluntary movement of group-housed chimpanzees within their enclosures. *Zoo Biology*, 17, 333-41.
- Boitani L. 1986. *Dalla parte del lupo*. L'Airone di G. Mondadori Associati Spa, Milano.
- Boitani L. 2000. *Piano d'azione europeo sul lupo*. LCIE.
- Boitani L. 2003. Wolf Conservation and recovery. In: *Wolves, Behavior, Ecology and Conservation* (L.D. Mech & L. Boitani eds), pp. 317-40, The University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Borsari A. & Ottoni E. 2005. Preliminary observations of tool use in captivity hyacinth macaws (*Anodorhynchus hyacinthinus*). *Animal Cognition*, 8(1), 48-52.
- Bostock S. S. C. 1993. *Zoos and Animal Rights*. Routledge, London.
- Boyd D.K., Ream R.R., Pletscher D.H. & Fairchild M.W. 1993. Variation in denning and parturition dates of a wild gray wolf (*Canis lupus*) in the Rocky Mountains. *Can. Field Nat.* 107, 359-60.
- Brent L. & Belik M. 1997. The response of group-housed baboons to three enrichment toys. *Laboratory Animals*, 31, 81-85.

- Brent L. & Stone A. 1998. Destructible toys as enrichment for captive chimpanzees. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 1, 5-14.
- Brent L. & Weaver D. 1996. The physiological and behavioural effects of radio music on single housed baboons. *J. Med. Primatol.*, 25, 370-74.
- Briseno-Garzon A., Anderson D. & Anderson A. 2007. Entry and emergent agendas of adults visiting an aquarium in family groups. *Visitor Studies*, 10, 73-89.
- Britt A. 1998. Encouraging natural feeling behavior in captive-bred black and white ruffed lemurs (*Varecia variegata variegata*). *Zoo Biology*, 17, 379-92.
- Broom D.M. 1992. Animal welfare: its scientific measurement and current relevance to animal husbandry in Europe. In: C. Phillips & D. Piggins (eds), *Farm Animals and the Environment*. CAB International, Wallingford, UK, pp.245-54.
- Broom D.M. & Johnston K.G. 1993. *Stress and Animal Welfare*. Chapman & Hall, London.
- Brown C. & Loskutoff N. 1998. A training program for noninvasive semen collection in captive western lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). *Zoo Biology*, 17, 143-51.
- Brown J.L. 1964. The evolution of diversity in avian territorial systems. *Wilson Bull.* 76: 160-69.
- Brunetti R. 1984. Distribuzione storica del lupo in Piemonte, Valle d'Aosta e Canton Ticino. *Riv. Piem. St. Nat.* 5, 7-22.
- Burghardt G., Ward B. & Roscoe R. 1996. Problem of reptile play: environmental enrichment and play behavior in a captive Nile soft-shelled turtle, *Trionyx triunguis*, *Zoo Biology*, 15, 223-38.
- Burkholder B.L. 1959. Movements and behavior of a wolf pack in Alaska. *J. Wild. Mgmt*, 23, 1-11.
- Burt W. H. 1943. Territorially and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy*, 24, 346-52.
- Cabib S. 2013. *Neurobiologia de las estereotipias II: el rol del estrés*. Atti del Seminario de Bienestar animal y enriquecimiento ambiental. Universidad de Madrid.
- Cagnolaro L., Rosso D., Spagnesi M. & Venturi D. 1974. Rapporto sulla distribuzione del lupo In Italia e nei Cantoni Ticino e Grigioni. *Ricerche di Biologia della Selvaggina* 59, 1-75
- Cancedda L., Putignano E., Sale A., Viegi A., Berardi N. & Maffei L. 2004. Acceleration of visual system development by environmental enrichment. *J. Neurosci.*, 24, 4840-48.
- Capra A. & Robotti D. 2009. *Compagni di viaggio*. Calderini, Milano.
- Capra A. & Robotti D. 2011. *Etogramma. Comportamenti di fuga, stress, de-escalation*. Ass.Culturale Gentle Team (CD).
- Carbyn L.N. 1997. Unusual movement by bison, *Bison bison*, in response to wolf, *Canis lupus*, predation. *Can. Field Nat.* 111, 461-62.
- Carbyn L.N., Fritts S.H. & Seip D.R., eds., *Ecology and conservation of wolves in a changing world*. Canadian Circumpolar Institute, Edmonton, Alberta.
- Carlson N. 2007. *Physiology of Behaviour*. Pearson Education, Boston Ma.
- Carlstead K. & Seidensticker J. 1991. Seasonal variation in stereotypic pacing in an American black bear (*Ursus americanus*). *Behavioral Processes*, 25, 155-61.
- Carlstead K. & Shepherdson D. 1994. Effects of environmental enrichment on reproduction. *Zoo biology*, 13, 447-58.

- Carlstead K. & Shepherdson D. 2000. Alleviating stress in zoo animals with environmental enrichment. In: G. Moberg & J. Mench, editors., *The Biology of Animal Stress*. CAB International, Wallingford, p. 337-354.
- Caselli M., Messeri P., Dessì-Fulgheri F. & Bandoli F. 2014. *Enrichment ideas for ring-tailed lemurs: effect on behavior and space usage*. V Convegno Nazionale della Ricerca nei Parchi, Parco Natura Viva, Bussolengo (VR).
- Celli M., Tomonaga M., Udon T., Teramoto M. & Nagano K. 2003. Tool use task as environmental enrichment for captive chimpanzees. *Applied Animal Behaviour Science*, 81, 171-82.
- Chamove A., Hosey G. & Schaetzel P. 1988. Visitors excite primates in zoos. *Zoo Biology*, 7, 359-69.
- Chang T., Forthman D. & Maple T. 1999. Comparison of confined mandrill (*Mandrillus sphinx*) behavior in traditional and “ecologically representative” exhibit. *Zoo Biology*, 18, 163-76.
- Ciucci P. & Boitani L. 1998. Il lupo. Elementi di biologia, gestione, ricerca. *Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica “A. Ghigi”, Documenti Tecnici* 23, 1-111.
- Ciucci F., Putignano E., Baroncelli L., Landi S., Berardi N. & Maffei L. 2007. Insulin-like growth factor 1(IGF-1) mediates the effects of enriched environment (EE) on visual cortical development. *PLoS ONE* 2, e475.
- Ciucci P. & Mech L.D. 1992. Selections of wolf dens in relation to winter territories in northeastern Minnesota. *Journal of Mammalogy*, 73, 899-905.
- Clubb R. & Mason G.J. 2007. Natural behavioural biology as a risk factor in carnivore welfare: how analysing species differences could help zoos improve zoo enclosures. *Applied Animal Behaviour Science*, 102, 303-28.
- Clubb R., Vickery S. & Latham N. 2006. Motivation and motivational explanations for stereotypies. In: G. Mason & J. Rushen, editors, *Stereotypic Animal Behaviour : Fundamentals and applications to welfare*, 2nd Ed. Wallingford: CABI, p.12.
- Coe J. 1996. What’s the message? Education through exhibit design: In: D. Kleiman, M. Allen, K. Thompson & S. Lumpkin S., editors., *Wild mammals in captivity : principles and techniques*. University of Chicago Press, Chicago.
- Colwell R.K. 1989. Natural and unnatural history : biological diversity and genetic engineering. In: W.R. Shea & B. Sitter, (eds.), *Scientists and their responsibilities*. Watson Publishing International, Canon Massachussets, pp. 1-40.
- Conde D.A., Flesness N., Colchero F., Jones O.R. & Scheuerlein A. 2011. An emerging role of zoos to conserve biodiversity. *Science*, 331, 1390-1491.
- Conway W. 2003. The role of zoos in the 21st century. *International Zoos Yearbook*, 38, 7-13.
- Cook S. & Hosey G.R. 1995. Interaction sequences between chimpanzees and human visitors at the zoo. *Zoo Biology*, 14, 431-40.
- Coppola C., Enns R. & Grandin T. 2006. Noise in the animal shelter environment: building design and the effects of daily noise exposure. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 9(1), 1-7.
- Cordoni G. & Palagi E. 2012. Play and Post-Conflict Mechanisms in Wolves: A Comparison with Human and Non-Human Primates. In: A.P. Maia & H.F. Crussi, *Wolves. Biology, Behavior and Conservation*. Nova Science Publishers, Inc., New York.
- Cummings D., Brown J.L., Rodden M.D. & Songsasen N. 2007. Behavioral and Physiologic Responses to Environmental Enrichment in the Maned Wolf (*Chrysocyon brachyurus*). *Zoo Biology*, 26, 331-43.

- D'Eath R. 1998. Can video images imitate real stimuli in animal behaviour experiments? *Bio. Rev.*, 73, 267-92.
- Deem S.L. 2007. Role of the zoo veterinarians in the conservation of captive and free ranging wildlife. *International Zoo Yearbook*, 41, 3-1.
- Derix R.R.W.M., ed. 1994. *The social organization of wolves and African wild dogs: An empirical and model-theoretical approach*. Universiteit Utrecht, Utrecht, The Netherlands.
- Desirée L., Boissy A. & Veissier I. 2002. Emotion in farm animals: a new approach to animal welfare in applied ethology. *Behaviour Proceeding*, 60, 165-80.
- Dettmer E. & Fragaszy D. 2000. Determining the value of social companionship to captive tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 3, 293-304.
- Diamond M.C. 2001. response of the brain to enrichment. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 73, 211-20.
- Dickens M. 1955. A statistical formula to quantify the "spread of participation" in group discussion. *Speech Monographs*, 22, 28-31.
- Dickie L. 2013. Foreword. In: *Zoo animals. Behaviour, management and welfare*. Oxford University Press, Oxford.
- Duncan I.J.H. 2006. The changing of animal sentience. *Applied Animal Behaviour Science Sentience in Animals*, 100, 11-19.
- Duncan I.J.H. & Fraser D. 1997. Understanding animal welfare: in *Animal Welfare* (eds M.C. Appleby & B.O. Hughes) pp.19-31. CAB International, Cambridge.
- Eaton R.L. 1970. The predatory sequence, with emphasis on killing behavior and its ontogeny, in the ceetah (*Acinonyx jubatus* Schreber). *Z. Tierpsychol.* 27, 492-504.
- EAZA. 2008. Education Standards. EAZA Executive Office, Amsterdam.
- Fagen R. 1981. *Animal Play Behavior*. Oxford University Press, N.Y., p.681.
- Falk J.H., Heimlich J.E. & Bronnenkant K. 2008. Using identity related visit motivations as a tool for understanding adult zoos and aquariums visitors meaning making. *Curator*, 51, 55-79.
- Fancy S.G. & Ballard W.B. 1995. Monitoring wolf activity by satellite. Pp. 329-33. In: L.N. Carbyn, S.H. Fritz & D.R. Seip, eds., *Ecology and conservation of wolves in a changing world*. Canadian Circumpolar Institute, Edmonton, Alberta.
- Fay R. 1988. *Hearing in vertebrates: A psychophysics data book*. Hill Fay Associates, Winnetka, p.621.
- Fentress J.C. 1982. Conflict and context in sexual behaviour. Pp. 579-613. In: J. Hutchinson, ed., *Biological determinants of sexual behaviour*. J. Wiley & Sons, New York.
- Fentress J.C. & Ryon J. 1982. A long-term study of distributed pup feeding in captive wolves, pp. 238-61. In: F.H. Harrington & P.C. Paquet, eds., *Wolves of the world: perspectives of behavior, ecology, and conservation*. Noyes Publications, Park Ridge, NJ.
- Fentress J.C., Ryon J., McLeod P.J. & Havkin G.Z. 1987. A multidimensional approach to agonistic behavior in wolves, pp 253-74. In: H. Frank, ed., *Man and wolf. Advances, issues and problems in captive wolf research*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Finlay T., James L. & Maole T. 1988. People's perception of animals: the influence of zoo environment. *Environ. Behav.*, 20, 508-28.
- Finotello P.L. 2004. *I parchi faunistici*. L'Epos, Palermo.
- Fleishman L., Loew E. & Leal M. 1993. Ultraviolet vision in lizards. *Nature*, 365, 397.

- Fleming M., Ganesh S., Studman C. & Phipps R. 2000. Modulation and flicker frequency effects on data entry personnel. *J. Illum. Eng. Soc.* 29, 61.
- Flessnes N.R. 2003. International Species Information System (ISIS): over 25 years of compiling animals data to facilitate collection and population management. *International Zoo Yearbook*, 38, 53-61.
- Forthman D., Elder S., Bakeman R., Kurkowski T., Noble C. & Winslow S. 1992. Effects of feeding enrichment on behavior of three species of captive bears. *Zoo Biology*, 11, 187-95.
- Forthman-Quick D. 1984. An integrative approach to environmental engineering in zoos. *Zoo Biology*, 3, 65-77.
- Fox M.W. 1971. *Integrative development of brain and behavior in the dog*. University of Chicago Press, Chicago.
- Fox M.W. 1971. *Behaviour of wolves dogs and related canids*. Krieger Publishing Company.
- Frank H., ed. 1987. *Man and Wolf: Advances, Issues, and Problems in Captive Wolf Research*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 439pp.
- Fraser D.J., Ritchie J. & Fraser A. 1975. The term "stress" in a veterinary context. *British Veterinary Journal*, 131, 653-62.
- Fraser D., Weary D.M., Pajor E.A. & Milligan B.M. 1997. A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns. *Animal Welfare*, 6, 187-205.
- Fraser J. & Wharton D. 2007. The future of zoos. A new model of cultural institutions. *Curator*, 50, 41-54.
- Frezard A. & Le Pape G. 2003. Contribution to the welfare of captive wolves (*Canis lupus lupus*): a behavioral comparison of six wolf packs. *Zoo Biology*, 22, 33-44.
- Fritts S.H. & Mech L.D. 1981. *Dynamics, movements, and feeding ecology of a newly protected wolf population in northwestern Minnesota*. Wildlife Monographs, no. 80. The Wildlife Society, Bethesda, MD. 79pp.
- Fritz J., Howell S. & Schwandt M. 1997. Colored light as environmental enrichment for captive chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Laboratory Primate Newsletter*, 36(2), 1-4.
- Fritz J. 2014. *Reason for Hope: Life+ Project*. V Convegno Nazionale della Ricerca nei Parchi, Parco Natura Viva, Bussolengo (VR).
- Fuller T.K. 1989a. Denning behavior of wolves in north-central Minnesota. *Am. Midl. Nat.* 121, 184-88.
- Fuller T.K. 1989b. *Population dynamics of wolves in north-central Minnesota*. Wildlife Monographs, no 105. The Wildlife Society, Bethesda, MD. 41 pp.
- Genovesi P. (a cura di) 2002. *Piano d'azione nazionale per la conservazione del Lupo (Canis lupus)*. Quaderni di conservazione della natura, 13, Min. Ambiente – Ist. Naz. Fauna selvatica.
- Gewalt W. 1992. Run-and-fun-lift: behavioural enrichment for Cape hunting dogs. *International Zoo Yearbook*, 31, 237- 39.
- Gilkison J., White B. & Taylor S. 1997. Feeding enrichment and behavioural changes in Canadian lynx. *International Zoo Yearbooks*, 35, 213-16.
- Gippoliti S. 2011. Zoo: il passato di un presente. *Diana*, 7, 54-61.
- Goodall J. 2014. *Gombe chimpanzees: fifty years of research and more*. V Convegno Nazionale della Ricerca nei Parchi, Parco Natura Viva, Bussolengo (VR).
- Goodmann P.A. & Klinghammer E. 1990; 2002. *Wolf ethogram*. Ethology Series, No. 3. North American Wildlife Park, Battle Ground, IN.

- Graham L., Wells D. & Hepper P. 2004. The influence of olfactory stimulation on the behaviour of dogs housed in a rescue shelter. *Applied Animal Behaviour Science*, 91, 143-53.
- Grandia P., Van Dijk J. & Koene P. 2001. Stimulating natural behavior in captive bears. *Ursus*, 12, 199-202.
- Greenough W.T. & Volkmar F.R. 1973. Pattern of dendritic branching in occipital cortex of rats reared in complex environments. *Exp. Neurol.*, 40, 491-504.
- Greenwood V., Smith E., Goldsmith A., Cuthill I., Crisp L., Walter-Swan M. & Bennet A. 2004. Does the flicker frequency of fluorescent lighting affect the welfare of captive European starling? *Applied Animal Behaviour Science*, 86, 145-59
- Guilarte T.R., Toscano C.D., Mc Glotan J.L. & Weaver S.A. 2003. Environmental enrichment reverses cognitive and molecular deficits induced by developmental lead exposure. *Annals of Neurology*, 53, 50-6.
- Gusset M. & Dick G. 2011. The global reach of zoos and aquariums in visitor numbers and conservation expenditures. *Zoo Biology*, 30, 566-9.
- Hadley K. 2000. Scent preferences of southern white rhinos. *The Shape of Enrichment*, 9(4), 1-3.
- Hancocks D. 2001. *A Different Nature: The paradoxical World of Zoos and Their Uncertain Future*. University of California Press, Berkley, CA.
- Harrington F.H. & Mech L.D. 1978. Howling at two Minnesota wolf pack summer homesites. *Can. J. Zool.* 56, 2024-28.
- Harrington F.H. & Mech L.D. 1979. Wolf howling and its role in territory maintenance. *Behaviour*, 68, 207-249.
- Harrington F.H. & Mech L.D. 1982a. Fall and winter homesite use by wolves in northeastern Minnesota. *Can. Field-Nat.*, 96, 79-84.
- Harrington F.H. & Mech L.D. 1982b. Patterns of homesite attendance in two Minnesota wolf packs, Pp. 81-105. In: F.H Harrington & P.C. Paquet, eds., *Wolves of the world: Perspectives of behavior, ecology and conservation*. Noyes Publications, Park Ridge, NJ.
- Harrington, F. H. & Asa, C. S. 2003. Wolf communication. In: *Wolves: Behaviour Ecology and Conservation*. (Ed. by L.D. Mech and L. Boitani). University of Chicago Press, Chicago, 66-79.
- Harris H. & Edwards A. 2004. Mirrors as environmental enrichment for African green monkeys. *American Journal of Primatology*, 64, 459-67.
- Harris J.D. 1943. Habituation response decrement in the intact organism. *Psychol. Bull.*, 40, 385-422.
- Harris P. 1999. *How understanding the digestive process can help minimize digestive disturbances due to diet and feeding practices*. In: P. Harris, G. Gomarsall, H. Davidson & R. Green editors. *Proceeding of the BEVA Specialist Days on Behaviour and Nutrition*. *Newmarket, Eq. Vet. J.*, pp. 45-49.
- Harrison R. 1964. *Animal Machines*. Vincent Stuart Ltd, London.
- Hebb D.D. 1947. The effects of early experience on problem solving at maturity. *American Psychology*, 2, 306.
- Hedeen S.E. 1982. Utilization of space by captive groups of lowland gorillas (*Gorilla g. gorilla*). *Ohio Journal of Science*, 82, 27-30.
- Heimlich J.E. 2009. Environmental education evaluation: Reinterpreting education as a strategy for meeting mission. *Evaluation and Program Planning* 33, 180-185
- Henry J.P. & Stephens P.M. 1977. *Stress, Health and the Social environment*. Springer, London.

- Hogan L.A., Johnston S.D., Lisle A.T., *et al.* (2012). Behavioural and physiological responses of captive wombats (*Lasiorninus latifrons*) to regular handling by humans. *Applied Animal Behaviour Science*, 134, 217-28.
- Holenkamp K.E., Sakai S.T. & Lundrigan B.L. 2006. Social intelligence in the spotted hyena (*Crocuta crocuta*). *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Science*, 362 (1480), 523-38.
- Hosey G.R. & Druck P.L. 1987. The influence of zoo visitors on the behaviour of captive primates. *Applied Animal Behaviour Science*, 18, 19-29.
- Hosey G.R. 2000. Zoo animals and their human audience: what is the visitor effect? *Animal Welfare*, 9, 343-57.
- Hosey G.R. 2008. A preliminary model of human-animal relationship in the zoo. *Applied Animal Behaviour Science*, 27, 105-109.
- Hosey G., Melfi V. & Pankhurst S. 2013. *Zoo animals. Behavior, management and welfare*. Oxford University Press, Oxford.
- Houts L. 1999. Supplemental carcass feeding for zoo carnivores. *The Shape of Enrichment*, 8, 1-3.
- Howell S., Schwandt M., Fritz J., Roeder E. & Nelson C. 2003. A stereo music system as environmental enrichment for captive chimpanzees. *Lab. Animal*, 32(10), 31-36.
- Hubrecht R. 1993. A comparison of social and laboratory environmental enrichment methods for laboratory housed dogs. *Applied Animal Behaviour Science*. 37. 345-61.
- Hughes B.O. 1996. FAWC's "five freedoms". *Veterinary Record*, 138, 651.
- Hunter M.L.Jr. 1995. *Fundamentals of Conservation Biology*. Blackwell Science, Oxford.
- Hurme K., Gonzales K., Havorsen M., Foster B., Moore D. & Chepko-Sade B. 2003. Environmental enrichment for dendrobatid frogs. *Journal for Applied Animal Welfare Science*, 6(4), 285-99.
- Hutchins M., Hancocks D. & Crockett C.M. 1984. Naturalistic solution to the problems of captive animals. *Zoologische Garten*, 54, 28-42.
- Hutchins M. & Smith B. 2003. Characteristics of a world class zoo or aquarium in the 21st century. *International Zoos Yearbook*, 38(1), 130-41.
- Ickes B.R., Pham T.M., Sanders L.A., Albeck D.S., Mohammed A.H. & Granholm A.C. 2000. Long term environmental enrichment leads to regional increases in neurotrophin levels in rat brain. *Experimental Neurology*, 164, 45-52.
- Il Devoto-Oli, 2014. Le Monnier.
- Inglis I. & Ferguson N. 1986. Starlings search for food rather than eat freely available, identical food. *Animal Behaviour*, 34, 614-17.
- Jadavji N.M., Kolbo B. & Metz G.A. 2006. Enriched environmental improves motor function in intact and unilateral dopamine-depleted rats. *Neuroscience*, 149, 1127-38.
- Jamieson D. 1995. "Zoos revisited". In: B.G. Norton, M. Hutchins, E. Stevens & T.L. Maple (eds), *Ethics on the Ark: Zoos, Animal Welfare and Wildlife Conservation*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, 52-66.
- Javaloyes Bernàcer T. 2013. *Es possible determinar el bienestar animal? Evaluación del bienestar animal a través del cortisol salival*. Acti del Seminario de Bienestar animal y enriquecimiento ambiental, Universidad Politecnica de Madrid.
- Jones M.K., Marno R. & Buchanan-Smith H. 2005. *Novel feeding and hunting enrichment for large captive felids: the lionrover and responsive hanging prey*. Proceedings of the Seventh Annual Symposium on Zoo Research 2005, 91-101.

- Jones T.A., Hawrylak N., Klinstova A.Y. & Greenough W.T. 1998. Brain damage, behavior, rehabilitation, recovery and brain plasticity. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 4, 231-7.
- Jordan P.A., Shelton P.C. & Allen D.L. 1967. Numbers, turnover, and social structure of the Isle Royale wolf population. *Am. Zool.* 7, 233-52.
- Joslin P.W.B. 1967. Movements and homesites of timber wolves in Algonquin Park. *Am Zool.* 7, 279-88.
- Kerridge F. 2005. Environmental enrichment to address behavioural differences between wild and captive black and white ruffed lemurs (*Varecia variegata*), *American Journal of Primatology*, 66, 71-84.
- Kiley-Worthington M. 1989. Ecological, ethological and ethically sound environment for animals: towards symbiosis. *Journal of Agricultural Ethics*, 2, 232-47.
- Kirkwood J.K. 2003. Welfare, husbandry and veterinary care of wild animals in captivity: changes in attitudes, progress in knowledge and techniques. *Int. Zoo Ybk*, 38, 124-30.
- Kleiman D.G., Allen M.E., Thompson K.V. & Lumpkin S. 1996. *Wild mammals in captivity: principles and techniques*. University of Chicago Press, Chicago.
- Kleiman D.G., Thompson K.V. & Kirk Baer C. 2010. *Wild Mammals in Captivity: Principles and Techniques for Zoos Management*. University of Chicago Press, Chicago.
- Kluchohon C. 1951. Values and value-orientation in the theory of action: An exploration in definition and classification. In: T. Parsons & E. Shils (Eds.). *Toward a general theory of action*. Harvard University Press, Cambridge MA.
- Knierim U. 1998. Wissenschaftliche Untersuchungs-metoden zur Beurteilung der Tiergerechtheit. In: *Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen*. KTBL-Schrift, 377, 40-48.
- Kessel A. & Brent L. 1996. Goldfish as enrichment for singly housed chimpanzees. *Animal Technology*, 47(1), 1-8.
- Klinghammer E. & Goodmann P.A. 1987. Socialization and management of wolves in captivity. In: H. Frank, *Man and Wolf, Advances, Issues and Problems on Captive Wolf Research*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Knight W. & Rickard N. 2001. Relaxing music prevent stress-induced increases in subjective anxiety, systolic blood pressure, and heart rate in healthy males and females. *Journal of Music Ther.*, 38, 254-72.
- Kodric-Brown A. & Johnson S. 2002. Ultraviolet reflectance patterns of male guppies enhance their attractiveness to females. *Animal Behaviour*, 63, 391-96.
- Kratochvil H. & Schwammer H. 1997. Reducing acoustic disturbances by aquarium visitors. *Zoo Biology*, 16, 349-53.
- Kreger M.D., Hutchins M. & Fascione N. 1998. Context, ethics and environmental enrichment in zoos and aquariums. In: D.J. Shepherdson, J.D. Mellen & M. Hutchins editors, *Second nature: environmental enrichment for captive animals*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., pp. 59-82.
- Kreger M.D. & Hutchins M. 2010. Ethics of keeping mammals in zoos and aquariums. In: D.G. Kleiman, K.V. Thompson & C. Kirk Baer (eds), *Wild Mammals in Captivity: Principles and Techniques for Zoo Management* (2nd edn), Chicago University Press, Chicago.
- Kroonz F., Roush R. 1996. Communication and social behavior. In: D. Kleiman, M. Allen, K. Thompson & S. Lumpkin editors, *Wild Animals in Captivity*. University of Chicago Press, Chicago, p. 334-43.

- Kuhar C.W. 2008. Group differences in captive gorillas' reaction to large crowds. *Applied Animal Behaviour Science*, 85, 110-377.
- Landi S., Sale A., Berardi N., Viegi A., Maffei L. & Cenni M.C. 2007. Retinal functional development is sensitive to environmental enrichment: a role for BDNF. *The FASEB Journal*, 21, 130-39.
- Lantermann W. 1993. Social deprivation in Amazon parrots. *Kleintierpraxis*, 38, 511-20.
- Laule G. 2003. Positive reinforcement training and environmental enrichment: enhancing animal well-being. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 223(7), 969-73.
- Law G. & Reid A. 2010. Enriching the lives of bears in zoos. *Int. Zoo Yb.*, 44, 65-74.
- Lazarov O., Robinson J., Tang Y.P., Hairston I.S., Korade-Mirnic Z., Lee V.M., Hersh L.B., Sapolsky R.M., Mirnic K. & Sisodia S.S. 2005. Environmental enrichment reduces Abeta levels and amyloid deposition in transgenic mice. *Cell.*, 120, 701-13.
- Lefebvre L., Nicolakakis N. & Bire D. 2002. Tools and brains in birds. *Behaviour*, 139, 939-73.
- Lehner Ph. N. 1996. *Handbook of Ethological methods*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Leonard D.A. 2008. *An evaluation of environmental enrichment for two highly social and endangered canid species , the African wild dog (Lycaon pictus) and Mexican wolf (Canis lupus baileyi)*. Ph.D. dissertation, Saint Louis University.
- Little K. & Sommer C. 2002. Change of enclosure in langur monkeys: implications for the evaluation of environmental enrichment. *Zoo Biology*, 21, 549-59.
- Liu D., Wang Z., Tian H., Yu C., Zhang G., Wei R. & Zhang H. 2003. Behavior of giant pandas (*Ailuropoda melanoleuca*) in captive conditions : gender differences and enclosure effects. *Zoo Biology*, 22, 77-82.
- Liu J., Chen Y., Guo L., Guo B., Liu H., Hou A., Liu X., Sun L. & Liu D. Stereotypic behaviour and fecal cortisol level in captive giant pandas in relation to environmental enrichment. *Zoo Biology*, 25, 445-59.
- Lorenz K. 1950. *So kam der Mensch auf den Hund*.
- Lukas K., Hoff M. & Maple T. 2003. Gorilla behavior in response to systematic alternation between zoo enclosures. *Applied Animal Behavior Science*, 81, 367-86.
- Lund V. 2000. Is there such a thing as “organic” animal welfare? In: M. Hovi & R.G. Trujillo (eds.), *Diversity of Livestock Systems and Definition of Animal Welfare*. Proceeding of the Second NAHWOA Workshop, Cordoba, 8-11 January 2000. University of Reading, Reading, pp. 151-60.
- Lund V. & Rocklinsberg H. 2001. Outlining a conception of animal welfare for organic farming systems. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 14, 391-424.
- MacDonald K. B. 1983. Stability of individual differences in behaviour in a litter of wolf cubs (*Canis lupus*). *J. Comp. Psychol.*, 97, 99-106.
- Margulis S., Hoyos C. & Anderson M. 2003. Effect of felid activity on zoo visitor interest. *Zoo Biology*, 22, 587-99.
- Martin P. & Bateson P. 2007. *Measuring Behaviour. An introductory guide*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Mason G.J. 2010. Species differences in responses to captivity: stress, welfare and the comparative method. *Trends Ecol. Evol.*, 25, 713-21.
- McLeod P.J., Fentress J.C. & Royon J. 1991. Patterns of aggression within a captive timber wolf pack. *Aggress. Behav.* 17, 84.

- McLeod P.J., Moger W.H., Royon J., Gadbois S. & Fentress J.C. 1996. The relation between urinary cortisol levels and social behavior in captive timber wolves. *Can. J. Zool.* 74, 209-16.
- McNaughton S.J. & Wolf L.L. 1973. *General Ecology*. Holt, Rinehart and Winston Inc., New York.
- McPhee M. 2002. Intact carcasses as enrichment for large felids: effects on on- and off-exhibit behaviors. *Zoo Biology*, 21, 37-47.
- Mech L.D. 1966. *The wolves of Isle Royale*. U.S. National Park Service Fauna Series, no. 7. U.S. Govt. Printing Office. 210 pp.
- Mech L.D. 1970. *The wolf: The ecology and behavior of an endangered species*. Natural History Press, Garden City, N.Y.
- Mech L.D. 1973. *Wolf numbers in the Superior National Forest of Minnesota*. USDA Forest Service Research Paper NC-97. North Central Forest Experiment Station, St. Paul, MN. 10 pp.
- Mech L.D. 1977. Wolf-pack buffer zones as prey reservoirs. *Science*, 198, 320-21.
- Mech L.D. 1991. *The way of the wolf*. Voyageur Press, Stillwater, MN.
- Mech L.D. 1994. Buffer zones of territories of gray wolves as regions of intraspecific strife. *Journal of Mammalogy*, 75, 199-202.
- Mech L.D., Adams L.G., Meier T.J., Burch J.W. & Dale B.W. 1998. *The wolves of Denali*. University of Minnesota Press, Minneapolis.
- Mech L.D. & Boitani L. 2003. *Wolves, Behavior, Ecology and Conservation*, The University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Mech L.D. & Merrill S.B. 1998. Daily departure and return patterns of wolves, *Canis lupus*, from a den at 80° latitude. *Can. Field Nat.*, 112 515-17.
- Mech L.D., Phillips M.K., Smith D.W. & Kreeger T.J. 1996. Denning behaviour of non-gravid wolves, *Canis lupus*. *Can. Field. Nat.* 110, 343-45.
- Mech L.D. & Seal U.S. 1987. Premature reproductive activity in wild wolves. *Journal of Mammalogy*, 68, 871-73.
- Meehan C.L. & Mench J.A. 2002. Environmental enrichment affects the fear and exploratory responses to novelty of young Amazon parrots. *Applied Animal Behaviour Science*, 79, 75-88.
- Meehan C.L. & Mench J.A. 2007. The challenge of challenge: can problem solving opportunities enhance animal welfare? *Applied Animal Behaviour Science*, 102, 246-61.
- Meier T.J., Burch J.W., Mech L.D. & Adams L.G. 1995. Pack structure dynamics and genetic relatedness among wolf packs in a naturally regulated population. Pp. 293-302. In: L.N. Carbyn, S.H. Fritts & D.R. Seip, eds., *Ecology and conservation of wolves in a changing world*. Canadian Circumpolar Institute, Edmonton, Alberta.
- Melfi V. 2013. Is training enriching? *Applied Animal Behaviour Science*, 147, 299-305.
- Mellen J.D. & Ellis S. 1996. Animal learning and husbandry training techniques. In: D.G Kleiman, K.V Thompson & C. Kirk Baer (eds), *Wild Mammals in Captivity: Principles and Techniques for Zoo Management* (2nd edn). University of Chicago Press, Chicago IL., pp. 314-28.
- Melli I., Grande F., De Sanctis L., Fiorito A., Kannelopulos M., Marini V. & Rizzelli D. 2014. *The importance of medical training in captive animals: the case of Filippo, the red and green macaw*. V Convegno Nazionale della Ricerca nei Parchi, Parco Natura Viva, Bussolengo (VR).

- Mench J.A. & Kreger M.D. 1996. Ethical and welfare issues associated with keeping wild animals in captivity. In: *Wild Mammals in Captivity: Principles and Techniques, First Edition*. University of Chicago Press, Chicago.
- Mench J.A. 1998. Thirty years after Brambell: whither animal welfare science? *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 1, 91-102.
- Messier F. 1985. Social organization, spatial distribution and population density of wolves in relation to moose density. *Can. J. Zool.* 63, 1068-77.
- Miller R.E. 1992. Zoo veterinarians: doctors on the ark? *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 200, 642-647.
- Miller B., Conway W., Reading R.P., Wemmer C., Wildt D. & Kleimann D. 2004. Evaluating the conservation mission of zoos, aquariums, botanical gardens and natural history museums. *Cons. Biol.* 18, 86-93.
- Mineka S. & Suomi S. 1978. Social separation in monkeys. *Psychological Bulletin*, 85, 1376-1400.
- Mitchell G., Tomborg C.T., Kaufman J., Bargabus S., Simoni R. & Geissler V. 1992. More on the influence of zoo visitors on the behaviour of captive primates. *Applied Animal Behaviour Science*, 35, 189-98.
- Moberg G.P. 1985. Biological response to stress: key to assessment of animal well-being? In: *Animal stress*. G.P. Moberg ed., pp 24-29. American Physiological Society, Bethesda, MD.
- Morgan K. & Tromborg C. 2007. Sources of stress in captivity. *Applied Behaviour Science*, 102, 262-302.
- Moss M., Cook J., Wesnes K. & Duckett P. 2003. Aromas of rosemary and lavender essential oils differentially affect cognition and mood in healthy adults. *Int. J. Neuroscience*, 113, 15-38.
- Moss A. & Esson M. 2010. Visitor Interest in Zoo Animals and the Implications for Collection Planning and Zoo Education Programmes. *Zoo Biology*, 29, 715-31.
- Murie A. 1944 *The wolves of Mount McKinley*. U.S. National Park Service Fauna Series, no 5. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 238 pp.
- Murphy J.A. 1998. Describing categories of temperament in potential guide dogs for the blind. *Applied Animal Behaviour Science*, 58, 1-2, 163-68.
- Murphy E.S., McSweeney F.K., Smith R.G. & McComas J.J. 2003. Dynamic changes in reinforce effectiveness: theoretical methodological, and practical implications for applied research. *J. Appl. Behav. Anal.*, 36, 421-38.
- Nagel M, & Von Reinhardt C. (2003). *Stress bei Hunden [Stress in dogs]* (2nd ed.). Animal Learn Verlag. Grassau.
- Nimon A.J. & Dalziel F.R. 1992. Cross-species interaction and communication: a study method applied to captive siamang and long-billed corella contact with humans. *Applied Animal Behaviour Science*, 33, 261-72.
- Nithianantharajah J. & Hannan A.J. 2006. Enriched environments, experience-dependent plasticity and disorders of the nervous system. *Nat. Rev. Neurosci.*, 7, 697-709.
- Novak M., Kinsey G., Jorgensen M. & Hazen T. 1998. Effects of puzzle feeders on pathological behavior in individually housed rhesus monkeys. *American Journal of Primatology*, 46, 213-27.
- Nowak R.M. 1995. Another look at wolf taxonomy. In: *Ecology and conservation of wolves in a changing world* (L.N. Carbyn, S.H. Fritts & D.R. Seip eds.), pp. 375-97, Canadian Circumpolar Institute, Edmonton, Canada.

- Nowak R.M. 2003. Wolf evolution and taxonomy. In: *Wolves: Behavior, Ecology, and Conservation* (L.D. Mech & L. Boitani eds.), pp.239-58. The University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Nowak R.M. & Federoff, N. E. 2002. The systematic status of the italian wolf *Canis lupus*. *Acta Theriologica* 47, 333-38.
- O'Donovan S. 1993. Effect of visitor on the behaviour of female cheetahs (*Acinonyx jubatus*). *International Zoo Yearbook*, 32, 238-44.
- Ogden J., Lindburg D. & Maple T.L. 1993. Preference for structural environmental features in captive lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). *Zoo Biology*, 12, 381-95.
- Ogden J., Lindburg D. & Maple T.L. 1994. A preliminary study of the effects of ecologically relevant sounds on the behaviour of captive lowland gorillas. *Applied Behaviour Animal Science*, 39, 163-76.
- Ogden J. & Heimlich E. 2009. Why Focus on Zoo and Aquariums Education? *Zoo Biology*, 28, 357-60.
- Olney P.J.S., Mace G.M. & Feistner A.T.C. 1994. *Creative Conservation: Interactive Management of Wild and Captive Animals*. Chapman & Hall, London.
- Okarma H., Jedrzejewski W., Schmidt K., Sniezko S., Bunevich A.N. & Jedrzejewska B. 1998. Home range of wolves in Białowieża Primeval Forest, Poland, compared with other eurasian populations. *Journal of Mammalogy*, 79, 842-852.
- O'Neill P.L., Novak M.A. & Suomi S.J. 1991. Normalizing laboratory-reared rhesus macaque (*Macaca mulatta*) behavior with exposure to complex outdoor enclosures. *Zoo Biology*, 10, 237-45.
- Oosenbrug S.M. & Carbyn L.N. 1982. Winter predation on bison and activity patterns of a wolf pack in Wood Buffalo National Park. Pp. 43-53. In: F.H. Harrington & P.C. Paquet, eds., *Wolves of the world: Perspectives of behavior, ecology and conservation*. Noyes Publications, Park Ridge, NJ.
- O'Regan H. & Kitchener A. 2005. The effects of captivity on the morphology of captive, domesticated and feral mammals. *Mammal Review*, 35, 215-30.
- Ortega J. & Bekoff M. 1987. Avian play comparative evolutionary and developmental trends. *Auk*, 104, 338-41.
- Owen M., Swaisgood R., Czekala N. & Lindburg D. 2005. Enclosure choice and well-being in giant pandas: is it all about control? *Zoo Biology*, 24, 475-81.
- Packard J.M. 1980. *Deferred reproduction in wolves (Canis lupus)*. Ph. D. dissertation, University of Minnesota, St Paul., 347 pp.
- Packard J.M. 1989. Olfaction, ovulation and sexual competition in monogamous mammals. Pp.525-43. In: J.M. Lakoski, J.R. Perez-Polo & D.K. Rassin, eds., *Neural Control of reproductive function*. Alan R. Liss, New York.
- Packard J.M. 2003. Wolf Behavior: Reproductive, Social, and Intelligent. In: L.D. Mech. & L. Boitani, 2003, *Wolves, Behavior, Ecology and Conservation*, The University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Packard J. M. 2012. Wolf Social Intelligence. In: A.P. Maia & H.F. Crussi, *Wolves. Biology, Behavior and Conservation*. Nova Science Publishers, Inc., New York.
- Packard J.M. & Mech L.D. 1983. *Population regulation in wolves*. Pp. 151-74. In: F.L. Bunnell, D.S. Eastman & J.M. Peek, eds., *Symposium on Natural Regulation of Wildlife Populations Forestry, Wild-life, and Range Experiments Station*, Moscow, Idaho.

- Packard J.M., Mech L.D. & Seal U.S. 1983. Social influences on reproduction in wolves. Pp. 78-85. In: L.N. Carbyn, ed., *Wolves in Canada and Alaska: Their status, biology and management*. Report Series, no. 45. Canadian Wildlife Service, Edmonton, Alberta.
- Packard J.M., Seal U.S., Mech L.D. & Plotka E.D. 1985. Causes of reproductive failure in two family groups of wolves (*Canis lupus*). *Z. Tierpsychol.* 68, 1, 24-40.
- Peter H. 2002. Tool use to modify calls by wild orang-utans. *Folia Primatologica*, 72, 242-44.
- Peters R.P. & Mech L.D. 1975. Scent-marking in wolves: A field study. *Am. Sci.* 63, 628-37.
- Peterson R.O. 1977. *Wolf ecology and prey relationship on Isle Royale*. U.S. National Park Service Scientific Monograph Series, no. 11. Washington, D.C., 210 pp.
- Peterson R.O., Woolington J.D. & Bailey T.N. 1984. *Wolves of the Kenai Peninsula, Alaska*. Wild-life Monographs, no. 88. The Wildlife Society, Bethesda, MD., 52 pp.
- Phillips M., Grandin T., Graffam W., Iribeck N. & Cambre R. 1998. Crate conditioning of bongo (*Tragelaphus eurycerus*) for veterinary and husbandry procedures at the Denver Zoological Gardens. *Zoo Biology*, 17, 25-32.
- Platt D. & Novak M. 1997. Videostimulation as enrichment for captive rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Applied Animal Behaviour Science*, 52, 139-55.
- Plonait H. 1997. Perinatale Sterblichkeit. In: H. Plonait & K. Bickhardt (eds). *Lehrbuch der Schweine Krankheiten*, Parey, Berlin, pp. 593-97.
- Plowman A.B. (ed.) 2006. *Zoo Research Guidelines: Statistics for Typical Zoo Datasets*. BIAZA, London.
- Plowman A.B. & Knowels L. 2003. *Overcoming habituation in an enrichment programme for tigers*. In: V.J. Hare, K.E. Worley and B. Hammond (eds), *Proceedings of the Fifth International Conference on Environmental Enrichment*, Taronga Zoo, Sydney, Australia. San Diego CA: The Shape of Enrichment Inc., pp. 263-68.
- Polley D.B., Kvasnak E. & Frostig R.D. 2004. Naturalistic experience transforms sensory maps in the adult cortex of caged animals. *Nature*, 429, 67-71.
- Potvin F. 1988. Wolf movements and population dynamics in Papineau-Labelle reserve. Quebec. *Can. J. Zool.* 66, 1266-73.
- Powell D. 1995. Preliminary evaluation of environmental techniques for African lions (*Panthera leo*). *Animal Welfare*, 4, 361-70.
- Price E. & Stoinski T. 2007. Group size: determinants in the wild and implications for the captive housing of wild mammals in zoo. *Applied Animal Behaviour Science*, 103, 255-64.
- Primack R.B., Carotenuto L. 2003. *Conservazione della natura*. Zanichelli, Bologna.
- Prusky G.T., Reidel C. & Douglas R.M. 2000. Environmental enrichment from birth enhances visual acuity but not place learning in mice. *Behavioural Brain Research*, 114, 11-15.
- Quirke T. & O'Riordan R.M. 2011. The effect of a randomized enrichment treatment schedule on the behaviour of cheetahs (*Acinonyx jubatus*). *Applied Animal Behaviour Science*, 135, 103-9.
- Rabb G.B. 2004. The evolution of zoos from menageries to centers of conservation and caring. *Curator*, 47, 237-246.
- Rampon C., Tang Y.P., Goodhouse J. Shimizu E., Kyin M. & Tsien J.Z. 2000. Enrichment induces structural changes and recovery from nonspatial memory deficits in CA1 NMDAR-1-knockout mice. *Nat. Neurosci.*, 3, 238-44.

- Randi E., Caniglia R., Fabbri E., Galaverni M., Greco C., Milanese P. & Zanni M.L. 2012. *Risultati del monitoraggio in quattro regioni dell'Appennino centro-settentrionale: diffusione del lupo e mappe di rischio di predazione*. Atti del convegno "Verso nuovi modelli di conservazione e gestione del lupo in Italia", Bologna.
- Rausch R.A. 1967. Some aspects of the population ecology of wolves, Alaska. *Am. Zool.* 7, 253-65.
- Ream R.R., Fairchild M.W., Boyd D.K. & Pletscher D.H. 1991. Population dynamics and home range changes in a colonizing wolf population. Pp. 349-66. In: R.K. Keiter and M.S. Boyce, eds., *The Greater Yellowstone ecosystem; Redefining America's wilderness heritage*. Yale University Press, New Haven, CT.
- Reed H.I., Wilkins L.I., Austin S.D. & Gregory N.G. 1993. The effect of environmental enrichment during rearing on fear reactions and depopulation trauma in adult caged hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 36, 39-46.
- Rees P.A. 2011. *An introduction to zoo biology and management*. Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
- Regan T. 1995. Are zoos morally defensible? In: B.G. Norton, M. Hutchins, E. Stevens & T.L. Maple (eds), *Ethics on the Ark: Zoos, Animal Welfare, and Wildlife Conservation*. Smithsonian Institution Press, Washington DC, 38-51.
- Renner M.J. & Rosenzweig M.R. 1987. The golden-mantled ground squirrel (*Spermophilus lateralis*) as a model for the effects of environmental enrichment in a solitary animal. *Dev. Psychobiol.*, 20, 19-24.
- Rennie L.J. & Johnston D.J. 2004. The nature of learning and its implications for research on learning from museums. *Sci. Educ.* 88, 4-16.
- Robinson M.H. 1992. Global change, the future of biodiversity and the future of zoos. *Biotropica* (Special Issue), 24, 345-52.
- Rochefort C., Gheusi G., Vincent J.D. & Lledo P.M. 2002. Enriched Odor Exposure Increases the Number of Newborn Neurons in the Adult Olfactory Bulb and Improves Odor Memory. *The Journal of Neuroscience*, 22(7), 2679-89.
- Rollin B. 1995. *Farm Animal Welfare: School, Bioethical, and Research issues*. Iowa State Press.
- Rosenzweig M.R. 1966. Environmental complexity, cerebral change, and behavior. *Am. Psychol.*, 21, 321-32.
- Ross S.R., Calcutt S., Schapiro S.J. & Hau J. 2011. Space Use Selectivity by Chimpanzees and Gorillas in an Indoor-Outdoor Enclosure. *American Journal of Primatology*, 73, 197-208.
- Ross S.R., Schapiro S.J., Hau J. & Lukas K.E. 2009. Space use as an indicator of enclosure appropriateness: A novel measure of captive animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 121, 42-50.
- Rothman R.J. & Mech L.D. 1979. Scent-marking in lone wolves and newly formed pairs. *Animal Behaviour*, 27, 750-60.
- Ruiz-Miranda C., Wells S., Golden R. & Seidensticker J. 1998. Vocalization and other behavioral responses of male cheetahs (*Acinonyx jubatus*) during experimental separation and reunion trials. *Zoo Biology*, 17, 1-16.
- Rustiati E.I. & Chanin P. 2000. *Saving the Sumatran tiger: the important role of captive animals in leading the fieldwork*. In: A.B. Plowman (Ed.), *Proceedings of the 2nd Annual Symposium in Zoo research, Federation of Zoological Gardens of Great Britain and Ireland*, London, pp.1-4.
- Ryon C.J. 1977. Den digging and related behavior in a captive timber wolf pack. *Journal of Mammalogy*, 58, 87-9.

- Sale A., Cenni M.C., Ciucci F., Putignano E., Chierzi S. & Maffei L. 2007a. Maternal enrichment during pregnancy accelerates retinal development of the fetus. *PLoS ONE* 2, e1160.
- Sale A., Maya Vetencourt J.F., Medini P., Cenni M.C., Baroncelli L., De Pasquale R. & Maffei L. 2007b. Environmental enrichment in adult-hod promotes amblyopia recovery through a reduction of intracortical inhibition. *Nat. Neurosci.*, 10, 679-81.
- Sale A., Putignano E., Cancedda L., Landi S., Cirulli F., Berardi N. & Maffei L. 2004. Enriched environment and acceleration of visual system development. *Neuropharmacology* 47, 649-60.
- Sales G., Milligan S. & Khirnykh K. 1999. Sources of sound in the laboratory animal environment: a survey of the sounds produced by procedures and equipment. *Animal Welfare*, 8, 97-115.
- Schassburger R.M. 1987. Design of a wolf woods: Planning for research capabilities in zoological gardens. In: H. Frank, *Man and Wolf, Advances, Issues, and Problems in Captive Wolf Research*. Dr. W. Junk Publisher, Dordrecht, The Netherlands.
- Schenkel, R. 1947. Ausdrucks-studien an wolfen [Expression studies of wolves]. *Behaviour* 1, 81-129. [translation from German by F. Harrington.]
- Scher K.R., Shorr A. & Johnstone T. (Ed.) 2001. *Appraisal processes in emotion: theory, methods, research*. Canary, NC. Oxford University Press.
- Schipper L.L., Vinke C.M., Schilder M.B.H. & Spruijt B.M. 2008. The effect of feeding enrichment toys on the behavior of kennelled dogs (*Canis familiaris*). *Applied Animal Behaviour Science*, 114, 182-95.
- Schmidt P.A. & Mech L.D. 1997. Wolf pack size and food acquisition. *Am. Nat.* 150, 513-17.
- Scott B.M.V. & Shackleton D.M. 1982. A preliminary study of the social organization of the Vancouver Island wolf (*Canis lupus crassodon*), pp. 12-25. In: F.H. Harrington & P.C. Paquet eds., *Wolves of the world: Perspectives of behavior, ecology and conservation*. Noyes Publications, Park Ridge, NJ.
- Segovia G., Yague A.G., Garcia-Verdugo J.M. & Mora F. 2006. Environmental enrichment promotes neurogenesis and changes the extracellular concentrations of glutamate and GABA in the hippocampus of aged rats. *Brain Research Bulletin*, 70, 8-14.
- Sellinger R. & Ha J. 2005. The effects of visitor density and intensity on the behavior of two captive jaguars (*Panthera onca*). *Journal of Applied Animal Welfare Science.*, 8(4), 233-44.
- Selye H. 1974. *Stress without distress*. Mc Clelland and Steward Ltd., Toronto.
- Selye H. 1976. *Stress in health and disease*. Butterworth, Boston.
- Shannon C.E. & Weaver W. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana.
- Shepherdson D.J. 1994. The role of environmental enrichment in the captive breeding and reintroduction of endangered species. In: P.J.S. Olney, G.M. Mace & A.T.C. Feistner (eds.), *Creative Conservation: Interactive Management of Wild and Captive Animals*. Chapman & Hall, London, pp. 167-77.
- Shepherdson D.J. 1998. Tracing the path of environmental enrichment in zoos. In: D.J. Shepherdson, J.D. Mellen & M. Hutchins, editors, *Second nature: environmental enrichment for captive animals*. Smithsonian Institution Press, Washington, pp. 1-12.

- Shepherdson D.J., Carlstead K., Mellen J.D. & Seidensticker J. 1993. The Influence of Food Presentation on the Behavior of Small Cats in Confined Environments. *Zoo Biology*, 12, 203-16.
- Shettleworth S. 2001. Animal cognition and animal behavior. *Animal Behavior*, 61, 277-86.
- Shilder M.B.H. & van der Borg J.A.M. 2004. Training dogs with the help of the shock collar: short and long term behavioural effects. *Applied Animal Behavior Science*, 85, 3, 319-34.
- Shivik J.A., Palmer G.L., Gese E.M. & Osthaus B. 2009. Captive Coyotes Compared to Their Counterparts in the Wild: Does Environmental Enrichment Help? *Journal of Applied Animal Welfare Science*. J2, 223-35.
- Shoening B., 2006. *Evaluation and prediction of agonistic behaviour in the domestic dog*. Degree Thesis of Doctor in Philosophy in the Faculty of Medicine and Veterinary Science, Department of Clinical Veterinary Science, University of Bristol.
- Simon S.B., Howe C.B. & Kirschenbaum H. 1978. *Values clarification: A Handbook of Practical Strategies for Teachers and Students*. Hart Publishing Company, New York.
- Singer P. 1975. *Animal liberation*. New York Review of Books. New York.
- Skibieli A., Trevino H. & Naugher K. 2007. Comparison of Several Types of Enrichment for Captive Felids. *Zoo Biology*, 26, 371-81.
- Smith D., Meier T.J., Geffen E., Mech L.D., Burch J.W., Adams L.G. & Wayne R.K. 1997. Is incest common in gray wolf packs? *Behav. Ecol.* 8, 384-91.
- Sneddon I.A., Beattie V.E., Dunne N. & Neil W. 2000. The effect of environmental enrichment on learning in pigs. *Animal Welfare*, 9, 373-83.
- Sommerfeld R., Bauert M., Hilmann E. & Stauffacher M. 2006. Feeding enrichment by self-operated food boxes for white-fronted lemurs (*Eulemur fulvus albifrons*) in the Masoala exhibit of the Zurich Zoo. *Zoo Biology*, 25, 145-54.
- Soriano-Jiménez A.I. 2012. *Indicadores del bienestar animal y programas de enriquecimiento en especies de mamíferos en cautividad*. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona, Barcelona.
- Soriano-Jiménez A.I. 2013. *Evaluación de los programas de enriquecimiento ambiental*. "Seminario de bienestar animal y enriquecimiento ambiental". Universidad politécnica de Madrid, a cura di ZOOHBW.
- Soriano A.I., Serrat.S., Ensenyat C., Riba C. & Maté C. 2006. *Los cambios comportamentales y del uso del espacio asociados a la muerte del macho dominante de una manada de lobos ibéricos (Canis lupus signatus) en el Parque Zoológico de Barcelona*. Universidad de Barcelona.
- Spinka M., Newberry R. & Bekoff M. 2001. Mammalian play: training for the unexpected. *The Quarterly Review of Biology*, 76, 141-68.
- Stanley-Price M.R. 1989. *Animal Re-introductions: the Arabian Oryx in Oman*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Struthers E., Rodriguez P., Cooper P. & Rowell J. 1990. Xenospecific enrichment at the Primate Research Institute. *Laboratory Primate Newsletter*, 29, 14-15.
- Summer D., Morbeck M. & Lobick J. 1989. Apparent age-related bone loss among adult female Gombe chimpanzees. *American Journal of Physical Anthropology*, 79, 225-34.
- Svarthberg K. & Forkman B. 2002. Personality traits in the domestic dog (*Canis familiaris*). *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 79, 133-55.

- Swaigood R.R., Ellis S., Forthman D.L. & Shepherdson D.J. 2003. Commentary: improving well-being for captive giant pandas: theoretical and practical issues. *Zoo Biology*, 22, 347-54.
- Swaigood R.R. & Shepherdson D.J. 2005. Scientific approaches to enrichment and stereotypies in zoo animals: what's been done and where should we go next? *Zoo Biol.*, 12, 203-16.
- Taylor P.W. 1984. Are humans superior to animals? *Environmental Ethics*, 6, 149-60.
- Taylor P.W. 1985. *Respect for Nature. A Theory of Environmental Ethics*. Princeton University Press, Princeton NJ.
- Theberge J. & Pimlott D. 1969. Observation of wolves at a rendezvous site in Algonquin Park. *Can. Field. Nat.* 83, 122-28.
- Theuerkauf J., Jedrzejewski W., Schmidt K., Okarma H., Ruczynski I., Sniezsko S. & Gula R. 2003. Daily patterns and duration of wolf activity in the Bialowieza Forest, Poland. *J. Mammal*, 84, 127-37.
- Thompson M., Bloomsmit M. & Taylor L. 1991. A canine companion for a nursery-reared infant chimpanzees. *Laboratory Primate Newsletter*, 30, 1-4.
- Toniolo P. 2013. Essere animale. Soggetto emotivo e oggetto di diritto. In: *Emotività animali-Ricerche e Discipline a confronto*. Led Edizioni Universitarie, 31.
- Tovée M. 1995. Ultra-violet photoreceptors in the animal kingdom: their distribution and function. *Trends in Ecology and Evolution*, 10, 455-60.
- Turley S.K. 1999. Exploring the future of the traditional UK zoo. *J. Vacation Marketing*, 5, 340-55.
- Vaarst M., Roderick S., Lund V. & Lockerets W. 2006. *Salute e benessere animale in agricoltura biologica*. Edagricole, Bologna.
- Van Ballenberghe V., Erickson A.W. & Byman D. 1975. *Ecology of the timber wolf in northeastern Minnesota*. Wildlife Monographs, no. 43. The Wildlife Society, Washington, D.C., 44 pp.
- Van Ballenberghe V. & Mech L.D. 1975. Weights, growth and survival of timber wolf pups in Minnesota. *J. Mammal*, 56, 44-63.
- Van Camp J.E. & Gluckie, R. 1979. A record long-distance move by wolf (*Canis lupus*). *Journal of Mammalogy*, 60, 236-37.
- Van den Berg L., Schilder M.B.H. & Knol B.W. 2003. Behavior Genetics of Canine Aggression: Behavioral Phenotyping of Golden Retrievers by Means of an Aggression Test. *Behavior Genetics*, 33, 5, 469-83.
- Van Hooff J.A.R.A.M. & Wensing J.A.B. 1987. Dominance and its behavioural measures in a captive wolf pack. In: *Man and wolf: Advances issues and problems in a captive wolf research* (H. Frank eds), pp. 219-52. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Van Praag H., Kempermann G. & Gage F.H. 2000. Neural consequences of environmental enrichment. *Nature Reviews Neuroscience*, 1, 191-8.
- Van de Vlasakker J. 2014. *European bison reintroduction*. V Convegno Nazionale della Ricerca nei Parchi, Parco Natura Viva, Bussolengo (VR).
- Vargas A., Sanchez I., Martínez F., Rivas A., Godoj J.A., Roldan E., Simon M.A., Serra R., Pérez M.J., Ensenat C., Delibes M., Aimerich M., Sliwa A. & Breitenmoser U. 2008. The Iberian Lynx (*Lynx Pardinus*) Conservation Breeding Program. *International Zoo Yearbook*, 42, 1, 190-98.
- Veasey J., Waran N. & Young R. 1996. On comparing the behavior of zoo housed animals with wild conspecifics as a welfare indicator, using the giraffe (*Giraffa camelopardalis*) as a model. *Animal Welfare*, 5, 139-53.

- Verga M. & Carenzi C. 1981. Il comportamento degli animali domestici. Introduzione allo studio dell'etologia zootecnica. Edagricola. Bologna.
- Vick S., Anderson J. & Young R. 2000. Maracas for *Macaca*? Evaluation of three potential enrichment objects in two species of zoo-housed macaques. *Zoo Biology*, 19, 181-91.
- Videan E., Fritz J., Schwandt M., Smith H. & Howell S. 2005. Controllability in environmental enrichment for captive chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 8(2), 117-30.
- Vilà C.U. & Castroviejo J. 1995. Observation on the daily activity patterns in the iberian wolf. Pp. 335-40. In: L.N. Carbyn, S.H. Fritts & D.R. Seips, eds., *Ecology and conservation of wolves in a changing world*. Canadian Circumpolar Institute, Edmonton, Alberta.
- Walton L.R., Cluff H.D., Paquet P.C. & Ramsay M.N. 2001. Movement patterns of barren-ground wolves in the central Canadian Arctic. *Journal of Mammalogy*, 82, 867-76.
- Wasserman F. & Cruikshank W. 1993. The relationship between time of feeding and aggression in a group of captive hamadryas baboons. *Primates*, 24, 432-35.
- WAZA. 2005. *Building a Future for Wildlife. The World Zoos and Aquariums Conservation Strategy*. Waza Executive Office, Bern.
- WAZA. 2006. *Understanding Animals and Protecting Them*. Waza Executive Office, Bern.
- WAZA. 2014. Sito web <http://www.waza.org>.
- Weber R. & Troxler J. 1988. Die Bedeutung der Zeitdauer der Geburt in Verschiedenen Abferkel-buchten zur Beurteilung auf Tiergerechtheit. In: *Aktuelle Arbeiten zur Artgemassen Tierhaltung*. KTBL-Schrift 323, 172-84.
- Wells D. 2004. The influence of toys on the behaviour and welfare of kennelled dogs. *Animal Welfare*, 13, 367- 73.
- Wells D. 2005. A note on the influence of visitor on the behaviour and welfare of zoo-housed gorillas. *Applied Animal Behaviour Science*, 93, 13-17.
- Wells D., & Egli J. 2004. The influence of olfactory enrichment on the behaviour of captive black-footed cats, *Felis nigripes*. *Applied Animal Behaviour Science*, 85, 107-19.
- White B., Houser L., Fuller J., Taylor S. & Elliot J. 2003. Activity-based exhibition of five mammalian species: evaluation of behavioural changes. *Zoo Biology*, 22, 269-85.
- Whitlock M.C. & Schluter D. 2010. *Analisi statistica dei dati biologici*. Zanichelli, Bologna.
- Willard J.G., Willard J.C., Wolfran S. & Baker J. 1977. Effect of diet on cecal pH and feeding behaviour of horses. *Journal of Animal Science*, 45, 87-92.
- Williams B., Waran N., Carruthers J. & Young R. 1996. The effects of a moving bait on the behavior of captive cheetahs (*Acynonix jubatus*). *Animal Welfare*, 5, 271-81.
- Wilson E.O. 1975. *Sociobiology*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Wilson D.E. & Reeder D.M. 1993. *Mammal Species of the World, a Taxonomic and Geographic Reference*, (2^a ed.). Smithsonian Institution Press, Washington, USA.
- Wormell D. & Brayshaw M. 2000. The design and redevelopment of New World primate accommodation at Jersey Zoo: a naturalistic approach. *Dodo-Journal of the Wildlife Preservation Trusts*, 36, 9-19.

- Wydeven A.P., Schultz R.N. & Thiel R.P. 1995. Monitoring of a gray wolf (*Canis lupus*) population in Wisconsin, 1979-1991. Pp. 147-56. In: L.N. Carbyn, S.H. Fritts & D.R. Seip, eds., *Ecology and conservation of wolves in a changing world*. Canadian Circumpolar Institute, Edmonton, Alberta.
- Young R.J. 2003. *Environmental enrichment for captive animals*. Blackwell, Wheathampstead, Herts, U.K.
- Young S.P. & Goldman E.A. 1944. *The wolves of North America*. American Wildlife Institute, Washington, D.C.
- Zimen E. 1971. *Wolfe und Koenigspudel: Verghleichende Verhaltungs- beobachtungen*. R. Piper & Co. Verlag, Munich, 257 pp.
- Zimen E. 1976. On the regulation of pack size in wolves. *Zeitschrift fur Thierpsychologie*, 40, 300-41.
- Zimen E. 1982. A wolf pack sociogram. Pp. 282-322. In: F.H. Harrington & P.C. Paquet, eds., *Wolves of the world: Perspectives of behavior, ecology, and conservation*. Noyes Publications, Park Ridge, NJ.
- Zimen E. & Boitani L. 1975. Number and distribution of wolves in Italy. *Zeitschrift fur Saugetierkunde* 40, 102-12.
- ZOOHBW (Zoological Husbandry Behavior and Welfare) 2013. *Seminario de bienestar animal y enriquecimiento ambiental*, Universidad politécnica de Madrid.
- Zweers W. 2000. *Participating with Nature*. International Books, Utrecht, The Netherlands.

RINGRAZIAMENTI

I miei ringraziamenti vanno:

- in primo luogo al Dott. Paolo Cavicchio, direttore del Giardino Zoologico di Pistoia, che mi ha dato la possibilità di realizzare questa tesi e di vivere un'esperienza unica;
- in modo particolare a Francesca, compagna di progettazione di questo lavoro e preziosa dispensatrice di consigli, sempre presente e disponibile ad aiutarmi;
- a Cristina, veterinaria del Giardino Zoologico, valido punto di riferimento, con grande esperienza, che mi ha insegnato molte cose;
- ai *keepers*, responsabili della somministrazione degli arricchimenti;
- alla Prof.ssa Patrizia Messeri per avermi seguita, passo dopo passo, nell'analisi dei dati con grande disponibilità;
- alla mia compagna di avventura Elisabetta, per le lunghe chiacchierate sotto il caldo sole di luglio, durante le pause tra un'osservazione e l'altra;
- alla Prof.ssa Silvana Schifini per la sua disponibilità;
- alla Dott.ssa Nicasi, sempre presente in questo percorso;
- alla zia e allo zio Fer per il loro aiuto pratico e morale;
- alla mia amica Pepi sempre presente e disponibile ad ascoltarmi e darmi una mano;
- al babbo per il suo supporto incondizionato durante questi lunghi anni di università;
- all'Amor de Mi Vida, che mi ha sostenuta e sopportata durante il mio percorso universitario. Grazie per ascoltarmi ed essermi sempre vicino;
- a Kira, Rum e Miró, fedeli compagni che hanno rasserenato le ore passate alla scrivania;
- in modo speciale ad M, B, C e D, protagonisti indiscussi di questo lavoro. Grazie per aver tollerato la mia presenza per tanti mesi e per avermi donato emozioni uniche!