

# BEHAVIOR OF VICUÑAS (*VICUGNA VICUGNA*) INTRODUCED TO THE CHIMBORAZO FAUNAL RESERVE, ECUADOR

MAHESH KUMAR KC

NORWEGIAN UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES  
DEPARTMENT OF ECOLOGY AND NATURAL RESOURCE MANAGEMENT  
MASTER THESIS 60 CREDITS 2008





# **Behavior of vicuñas (*Vicugna vicugna*) introduced to the Chimborazo Faunal Reserve, Ecuador**



**A Master's degree thesis**

in Tropical Ecology and Natural Resource Management  
at the Department of Ecology and Natural Resource Management (INA),  
the Norwegian University of Life Sciences (UMB), Norway,

by  
Mahesh Kumar KC  
September 2008

Supervisor: Professor Svein Dale, INA, UMB, Norway  
Co-supervisor: Dr Brian McLaren, Lakehead University, Canada

## ABSTRACT

Knowledge of vigilance behavior of wild camelids and how they respond to habitat and weather is very limited and virtually non-existent compared to other large, wild ungulates. Effects of weather variables and gender on vigilance behaviors of vicuñas (*Vicugna vicugna*) and how they behave and react to time of day, density and habitat were considered for this study. A total of 10 vicuña family groups from each of three sites were identified within the Chimborazo Faunal Reserve, Ecuador. Each group was observed twice, once in the morning and once in the afternoon. Of the four tested weather variables, vigilance of vicuñas was only affected by wind speed. The higher the wind speed, the more vigilant vicuñas became, perhaps because risk of predation increases with wind speed. There was no diurnal pattern to vigilance. Other behavioral activities (standing and foraging) were significantly different between morning and afternoon. Similarly, some activities differed between sexes; males were standing more and foraging less than females. There was no relationship between vigilance of vicuñas and habitat or density. Group size of vicuñas was not related to density, but group size increased with territory size. These findings can help address ecosystem management and ecotourism practices of the Reserve. An important recommendation is for studies that allow forage estimation and overall habitat management of the vicuña.

**Keywords:** *vicuña; vigilance; density; Chimborazo; territory; ecology; tourism*

## CONTENTS

|                                                        |           |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ABSTRACT .....</b>                                  | <b>2</b>  |
| <b>INTRODUCTION .....</b>                              | <b>6</b>  |
| <b>METHODS .....</b>                                   | <b>8</b>  |
| Study species.....                                     | 8         |
| Study sites.....                                       | 9         |
| El Arenal.....                                         | 10        |
| Sinche.....                                            | 10        |
| Mechahuasca .....                                      | 11        |
| General methods.....                                   | 11        |
| Vigilance observation.....                             | 12        |
| Territory measurement.....                             | 12        |
| Data analyses.....                                     | 13        |
| <b>RESULTS.....</b>                                    | <b>13</b> |
| <b>DISCUSSION.....</b>                                 | <b>19</b> |
| Weather effects on activity.....                       | 20        |
| Vigilance, diurnal activities and social behavior..... | 20        |
| Behavior according to sex.....                         | 22        |
| Density, group size and vigilance behaviors.....       | 23        |
| <b>IMPLICATIONS FOR CONSERVATION.....</b>              | <b>24</b> |
| <b>REFERENCES.....</b>                                 | <b>25</b> |

## **PREFACE**

This thesis is part of the project “Behavior of vicuñas (*Vicugna vicugna*) introduced to the Chimborazo Faunal Reserve” and was conducted in partnership between the Norwegian University of Life Science and the Faculty of Forestry and the Forest Environment at Lakehead University, Canada. The project is funded by the Ecuador Ministry of Environment, the Discovery program of the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC) and a Latin American Caribbean Research Exchange Grant from the International Development Research Council of Canada (IDRC). The Canadian grants are held by Dr Brian McLaren of Lakehead University.

The thesis provides 60 study points, and is based on field studies in the Chimborazo Fauna Reserve, Ecuador in 2007.

## ACKNOWLEDGEMENTS

First and foremost, I wish to thank Professors Dr Svein Dale from Norwegian University of Life Sciences (UMB) and Dr Brian McLaren from Lakehead University, Canada, for their integral contributions to this project. This thesis research would not have proceeded without their expertise, dedication and encouragement.

I had a great desire to become a thesis research student of Prof. Svein Dale, as I was impressed by his teaching ability that I experienced from the beginning of his guest lectures. I am extremely grateful to Dr Dale that he accepted my request to supervise me. His valuable and tireless guidance, prompt availability for feedback, scientific supervision and sharp knowledge in research methodology are the prime reasons for completion of my thesis.

Dr Brian McLaren provided generous support to my project, both financially and scientifically. The support offered not only a thesis but also an opportunity to fulfill my dream to discover a beautiful part of another continent, South America; I would never have been to that part of the world if I had not had the opportunity like this one. I found Andean Ecuador to be similar to my home country, Nepal, in every sense. In fact, I am impressed by the relationship of Dr McLaren with local people, his love of community, his local language skills, and his overall capacity to adapt to a different culture. Despite the extreme weather, Dr McLaren was available to guide me without hesitation. Supervision of my field work and lab work continued with remarkably fast responses.

I also thank Mr Patricio Hermida, Director of Biodiversity, Ministry of Environment, Ecuador, who continuously assisted my field work with transportation and field personnel whenever I needed. I am thankful to Dr Jorge Olalla, Mr Segundo Cayambe, and all field staff of the Chimborazo Faunal Reserve, who provided a valuable field support to my work and also became my good friends. Similarly, I would like to thank the people of Pulingui San Pablo, Ecuador for their hospitality and my friends from Canada for their voluntary field support. Finally, I would like to thank my family for their endless patience, encouragement and valuable support toward completion of this thesis.

Thank you.

Mahesh

29th August 2008  
Aas, Norway

## INTRODUCTION

Higher animal vigilance implies higher risk of predation. Predation risk links to food competition, which is a leading factor determining population dynamics (Burger 2003). Predation risk also explains use of space and other resources (Elgar 1989; Quenette 1990), because when predation risk declines, foraging effort rises as vigilance levels relax (Meyer et al. 1999). However, how foragers strategically avoid predation risk and the functional relationship between predation risk and vigilance remain poorly understood.

Distance between prey and predators may determine vigilance level. Distance between prey individuals acts either such that when foragers are close to one other, the risk of predation increases, leading to higher vigilance – the “attraction effect” – or such that when foragers form groups, the group protects individuals from predation, leading to lower vigilance – the “dilution effect” (Brown 1999, Beauchan 2007). Vigilance may decrease if foragers are further away from predators. Sex, group size, population density and habitat of foragers also determine the predator attack rate and vigilance level (Lima and Dill 1990).

Vigilance in foragers is linked to weather factors. For example, wind speed may raise vigilance. Low temperatures may also increase predation risk, because they increase the energy demands for predators through increased thermoregulatory costs (e.g. Kelly et al. 2002; Masman et al. 1986).

Regardless of body size and type of wild animals, they have flexibility in their behavioral expressions compared to captive animals (e.g., Veasy et al. 1996). Their behavioral response is determined by gender (e.g., Ruckstuhl 1999) and by group size and density (e.g., Moreira 2006). Relationships between group size and density are usually fluid, however, and determined by availability of resources. When their population increases, individuals may be compelled to enlarge their territory size to meet their metabolic needs, but territory size does



not necessarily increase together with group size in some wild animals (McNab 1963).

Three million years ago, ancestral camelids migrated to South America from North America, and by the end of the last ice age, camelids became extinct in North America. The vicuña (*Vicugna vicugna*) is one of the medium sized camelids and is considered native to the high Andes. Free-ranging populations in Bolivia, Peru, Chile, Argentina, and likely also Ecuador, were drastically reduced with the arrival of the Spanish and in the last century because of illegal hunting. However, various sources have suggested that because of new protection afforded the species under the Convention on International Trade of Endangered Species (CITES), their population is growing satisfactorily (Torres 1992). Vicuñas are shy and they are also fast runners. A solitary vicuña spends more time standing up than members of groups, consistent with the observation that herding behavior is related to protection against predators (Arzamendia 2006). The Chimborazo Fauna Reserve of Ecuador has become a new habitat for Bolivian, Peruvian and Chilean born vicuñas after their separate introductions to the Reserve during the 1980s. The introduced populations seem to be well adapting, but an assessment of this conclusion includes the motivation for this study, whose objective is to investigate relationships between vigilance and foraging behavior in the introduced vicuñas, as well as their response to weather, size and types of habitats.

The objective of my paper is to seek answers to these questions: (1) Does weather affect vigilance? 2) Is there a diurnal pattern to vigilance or do vicuñas behave differently according to time of the day? 3) Do male vicuñas behave differently than females? 4) As density increases, does vigilance increase? 5) How are group size and density related? 6) How are group size and territory size related?

## METHODS

### Study species

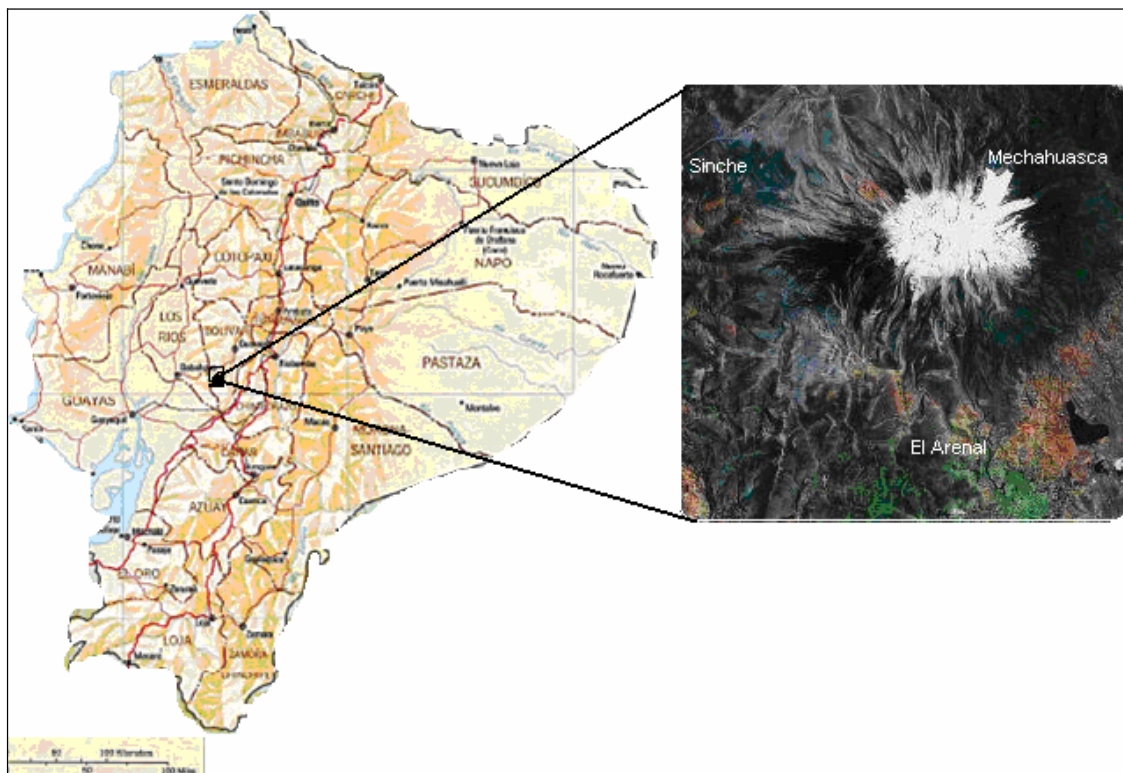
A South American mammal, the vicuña is a medium-sized ungulate. Out of two groups of living camels, New World and Old World camels, the animal falls into the New World camel group; the Old World camels are much larger in body size than the New world camels (Brown 1999). For example, an Arabian camel (*Camelus dromedarius*) weighs 450 to 650 kg, whereas a vicuña's average weight is only 35 kg. The New World camelids consist of four different species: the alpaca (*Lama pacos*) llama (*L. glama*), guanaco (*L. guanacoe*) and vicuña; among these, the guanaco and vicuña are the wild and ancestral forms (Stahl 1998). As camelids have similar 37 pairs of chromosomes, all of the New World camelids can interbreed to produce fertile offspring (e.g., Wheeler 1995). A more recent taxonomy based on genetic differences lists the domesticated forms as one species, *L. glama* (Grubb 2005). The wild New World camelids have been under threat of extinction, so they have been red listed by the International Union for Conservation of Nature (IUCN).

The average size of a vicuña family is 6-10 individuals, and a male leads a group of females and juveniles (e.g., MacDonald 1984). Their foraging habit has helped them to adapt to varied environments, from wetlands to deserts or xeric shrublands (Gonzalez et al. 2006; Puig et al. 1996). Social behavior in vicuñas, including foraging alongside domestic animals, has also become an important part of their adaptation (Puig et al. 2001). But the close proximity of vicuña with domestic herds facilitates inter-specific disease transmission, and they can be forced to crossbreed with other domestic camelids, which can result in high embryonic loss (Bonacic and Macdonald 2003). Direct competition and relationships among foraging and social behavior and the close proximity of conspecifics has not been well studied in vicuñas. Because the population of vicuñas is growing remarkably (Ministerio del Ambiente 2007), it seems they are

adapted to the climate perfectly. Range management may become problematic in the near future if domestic animals continue using adjacent pasture lands.

### Study sites

The study sites in the Chimborazo Faunal Reserve were bounded by Rio Pilahuin and Blanco to the north, Rio Salinas to the west, Rio Chimborazo to the south, and Rio Urbina to the east. Altitudes are between 3800 m to 6310 m above sea level. The area has a network of footpaths and highways, being one of the famous mountaineering spots of the country. The average temperature is 5° Celsius with occasional frosts in higher regions.



**Fig 1. The location of the Chimborazo Faunal Reserve in Ecuador and the study sites**

Precipitation is between 200 mm and 1300 mm (Ministerio del Ambiente 2007). The sites are mostly foggy, cloudy and very windy. Though wild mammals other

than the introduced vicuñas are rarely observed, it is assumed that the reserve is the habitat of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*), rabbits (*Sylvilagus brasiliensis*), and Andean wolves (*Lycalopex culpaeus*) (Ministerio del Ambiente 2007). Among domestic animals, cows, llamas, alpacas, horses, goats and pigs can commonly be seen grazing in the study sites. The free ranging vicuñas were observed in July and August 2007 in three study sites within the Chimborazo Faunal Reserve: i) El Arenal, ii) Sinche, and iii) Mechahuasca.

### **El Arenal**

El Arenal is situated on the west slope of Mount Chimborazo. The site is an important entry point to the Chimborazo peak for alpinists, as it is the location of the road to the main refuge camp. The site has a ticketing post for the Reserve and a police station. The main highway to Ambato province crosses through the site, so the movements of people and motor traffic are quite frequent. Though one rarely sees domestic animals foraging on the site, tourists fascinated by vicuñas can usually be seen.

Weather is normally foggy and windy, and wind speed is normally more than 30 km/hr. The site gets occasional snow and frost with an average temperature of 5° Celsius. The site is gently sloping at 10% slope on average. Soils are dry and composed of sand, volcanic rocks, sediments, sand and silt. Soils are very susceptible to wind erosion. The site has slow-growing, small, xerophytic, sparsely distributed vegetation with shallow root systems (Ministerio del Ambiente 2007). Herbaceous plants are common, but grasses like *Stipa* (*Stipa brachytricha*), *Calamagrostis* (*Calamagrostis* sp.) and *Festuca* (*Festuca alpine*) dominate (Ministerio del Ambiente 2007). Vicuñas and other animals make a long walk for water.

### **Sinche**

About 10 km from El Arenal to the North, another study site, Sinche, is situated. Near this site, a settlement of about 20 homes occurs. In comparison to El

Arenal, the site supports more vegetation cover, mainly *Stipa*; introduced vicuñas graze on that plant occasionally. Vicuñas graze together with domestic animals, and grazing pressure seems quite high. Water is available at this site.

### **Mechahuasca**

The site is another entry point to the Chimborazo peak. It is on the North-East slope of the mountain. Like in Sinche, vicuñas can be seen grazing mostly on flat wetlands; the site is well vegetated mainly with *Stipa*. Human movements through the site are common.

## **General methods**

### **Vigilance observation**

Vicuña groups were selected from among the most easily observed. For this study, no pure male vicuña groups were observed. Because of open habitats, it was easy to observe vicuñas except during foggy weather. From a point where it was most clearly spotted in a telescope (Swarovski 660-940) four activities were recorded for each adult group member: standing, sitting, foraging, and not vigilant. Standard measures of scanning 'head up' and not scanning 'head down' were used (Lima 1990). However, grazing occurs only on the 'head down' position of the animal. Observations were made twice daily, once in the morning between 8:00 and 12:00 and once in the afternoon between 12:00 and 18:00. The observation period was a minimum of 12 minutes with activity recorded every 30 seconds (Tables 1 & 2). A stopwatch was used to ensure accurate recordings. The observations were interrupted when some of the group was out of sight, but were continued afterwards as soon as they were clearly visible again. A record of ambient temperature, weather, time of day, and group composition was also taken. Distances to nearby groups of vicuñas and other animals were estimated by eye.

**Table 1. Vigilance observations and their descriptions: Observations were classified into the following vigilance categories:**

| Category          | Description                                                                                                 |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Standing vigilant | a vicuña was standing while vigilant                                                                        |
| Sitting vigilant  | a vicuña was sitting while vigilant                                                                         |
| Foraging vigilant | a vicuña was grazing or drinking while vigilant                                                             |
| Not vigilant      | a vicuña was not vigilant and typically resting, grooming, standing, sitting or foraging with its head down |

### **Territory measurement**

Territories used by vicuñas were identified from fecal piles and boundaries were marked using a Garmin E-trek GPS device. A minimum of ten territories from each site was identified on the basis of presence of vicuñas and their communal defecation areas. Individual territories were measured in El Arenal, but difficulties in identifying the exact territories in Sinche and Mechahuasca meant that at these sites the total area occupied by wetland vegetation was measured, plus a buffer of 200 m as an estimate of the shared grassy foraging areas around this preferred habitat.

**Table 2. Other variables and their descriptions:**

| Variables      |             | Descriptions                                                                      |
|----------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Weather        | Wind        | Wind velocity measured during every group observation (km/hr)                     |
|                | Temperature | Temperature measured during every group observation degree Celsius                |
|                | Sunny/Foggy | Recorded presence or absence of sun and analyzed as a binary variable             |
| Time of day    |             | A record of whether observations were taken in the morning or the afternoon       |
| Territory size |             | Each territory measured separately after the observation (sq. km)                 |
| Density        |             | Total individuals in all groups divided by a measure of total territory size      |
| Group size     |             | The total number of individuals (including calves) in each of the observed groups |

### **Data analysis**

To calculate the proportion of time spent in each behavior category, the frequency each individual was observed in a category was summed and divided by the total observation times. These proportions were calculated separately for males and females. All statistical tests were performed with Minitab software (13.32), Microsoft Excel 2003 and a T1-84 Plus Texas Instruments graphic calculator. To meet the requirements of normality, all proportional vigilance data were arcsine transformed (Sokal and Rohlf 1981).

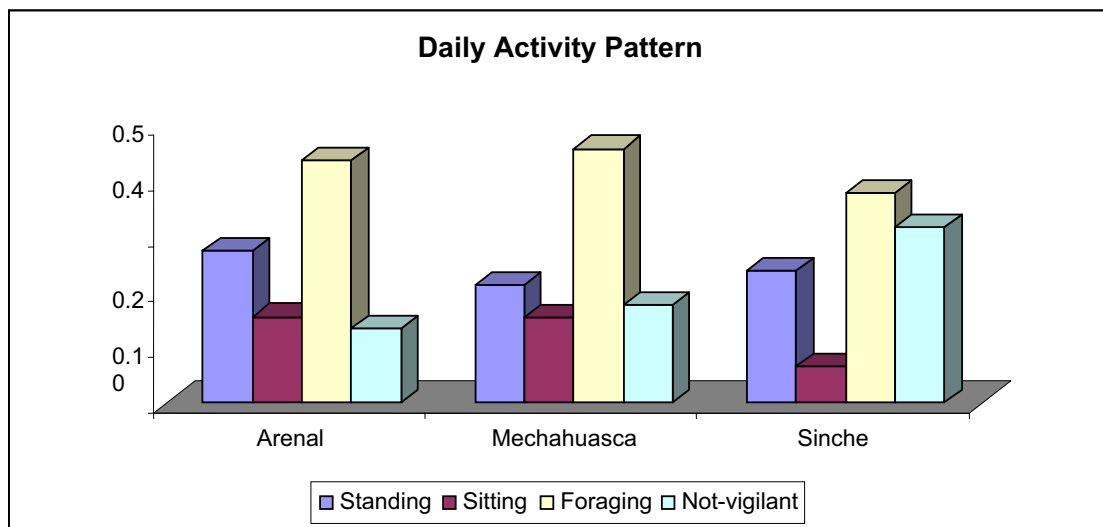
To test if vigilance depends on weather, wind speed, temperature were compared with proportion of time spent vigilant using a multiple regression. Vigilance during sunny weather and vigilance during cloudy weather were compared using a t-test. To test for a diurnal pattern to vigilance, a paired t-test was used to compare morning and afternoon observations. Similarly, to detect if male vicuñas behave differently than females, paired t –tests were used on male and female observations. To detect if vigilance is based on density, regression analysis was used with data from only one study site, Arenal, and only from morning observations. A regression analysis was also used to test if group size and territory size were related; likewise, regression analysis was used to test if group size and density were independent. For all tests, statistical significance was set at  $p < 0.05$ .

## **RESULTS**

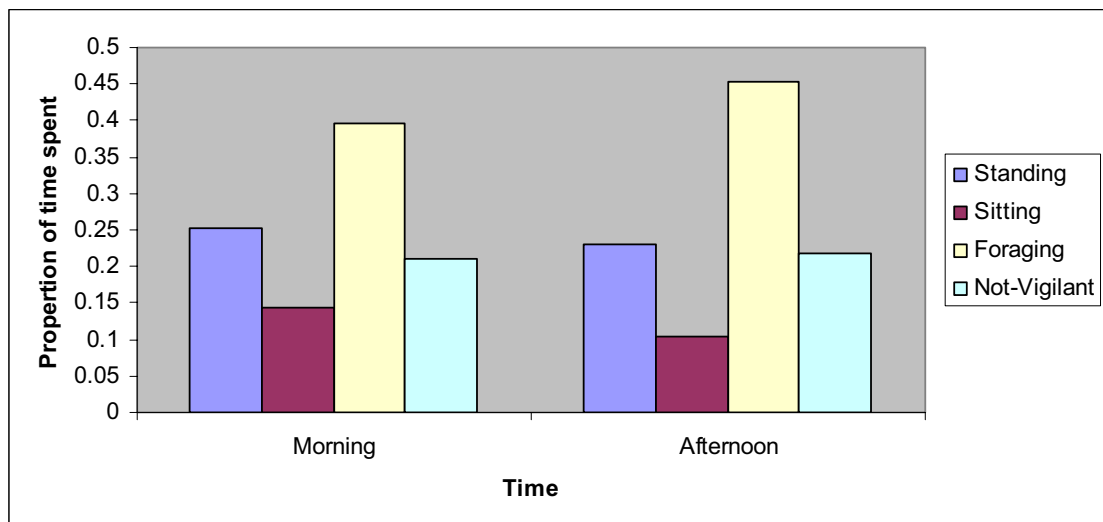
A total of 60 observations were obtained from July 2007 to August 2007 from the three study sites. Vicuñas were not as often vigilant in Sinche as in the other two sites (Fig.2). Multiple regression showed that vigilance had no significant relationship with temperature ( $p = 0.889$ ), but does vary with wind speed ( $p = 0.042$ ). There were no significant differences in activity during sunny weather and cloudy weather ( $t = 1.66$ ,  $p = 0.101$ ,  $df = 58$ ), nor comparing morning and

afternoon observations ( $p = 0.687$ ,  $df = 30$ ), which suggests that vicuñas become active any time of day (Fig 3) and both sunny weather and cloudy weather do not affect their vigilance.

**Fig 2. Daily activity pattern of vicuñas from the three study sites, averaging morning and afternoon observations and reported as a proportion of total time spent in four activities by all group members.**

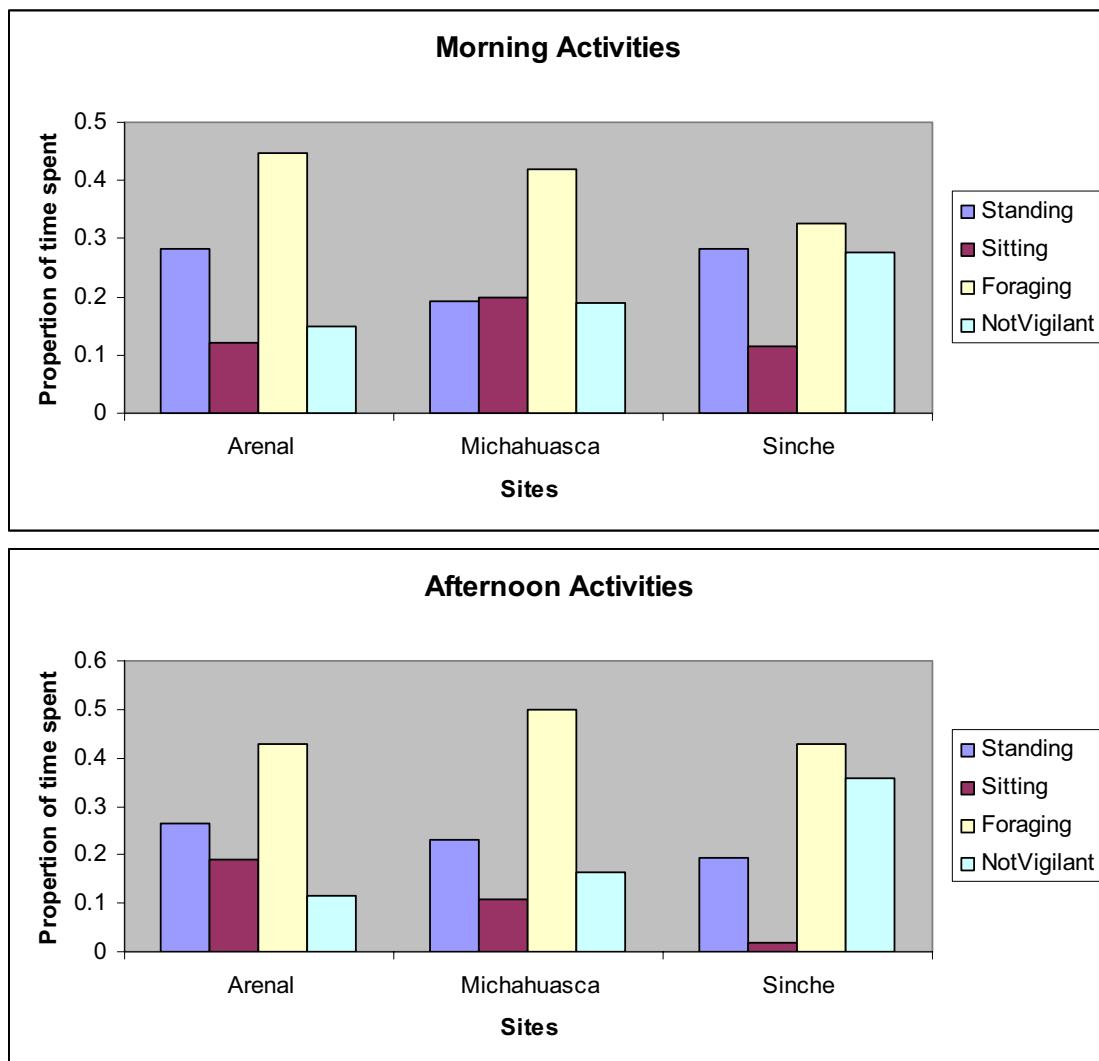


**Fig 3. Comparison of activities between morning and afternoon.**





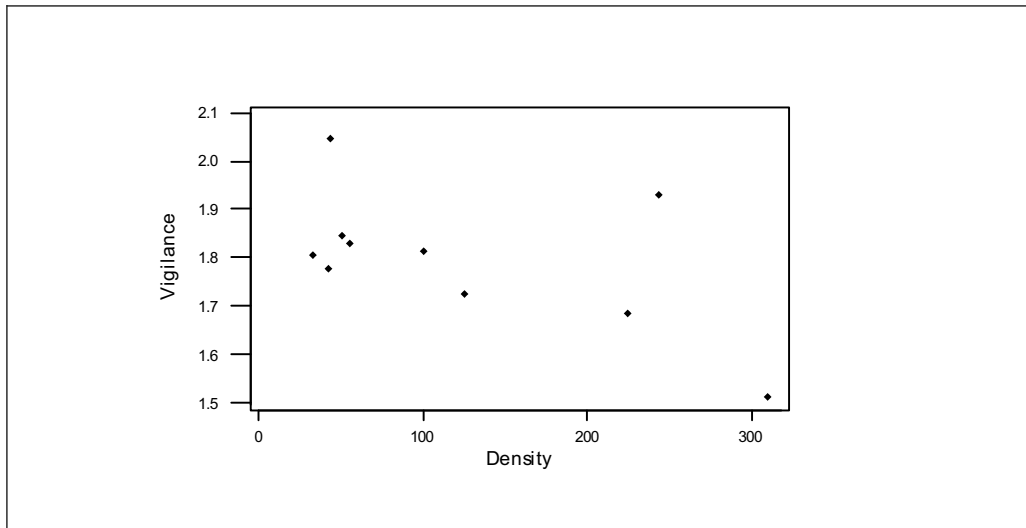
A second analysis compared morning and afternoon activities (standing, sitting, foraging, and not-vigilant) by paired t-tests, which also showed no differences in behavior of vicuñas according to time of day (Fig. 4; Table 3), suggesting that vicuñas become vigilant any time. Vigilance was also not based on density ( $p = 0.082$ , Fig. 5).



**Fig 4. A summary of the mean proportion of time spent in four activities from N = 60 observations during (a) the morning and (b) the afternoon**

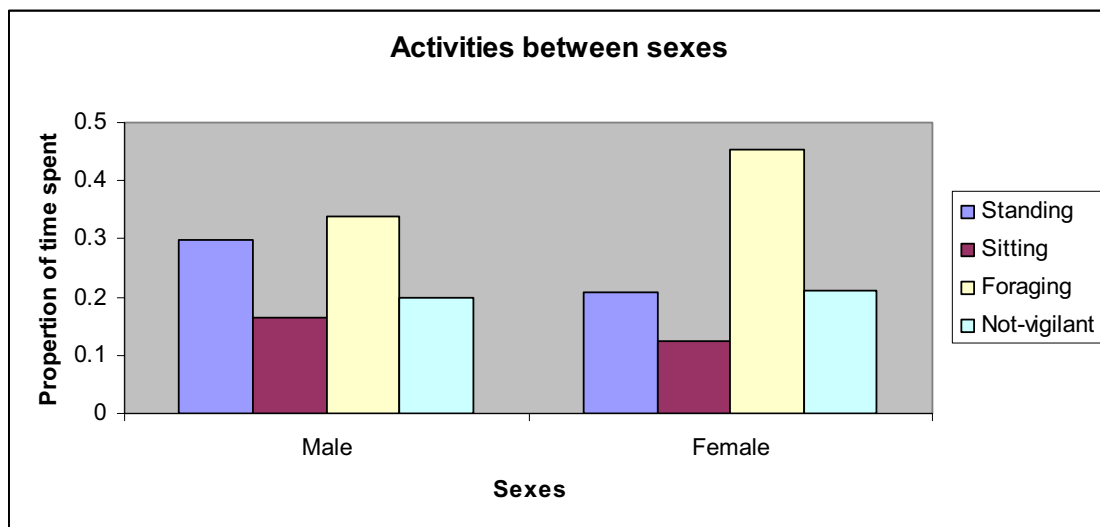
**Table 3. Paired t-tests comparing morning and afternoon activities. The sample size (N=6 in each category) is from the total of the 10 observations of the same category for the same sex**

| Vigilance/time variable | N | Mean   | Stdev | SE Mean | T-value | P-value |
|-------------------------|---|--------|-------|---------|---------|---------|
| Standing –Morning       | 6 | 2.677  | 0.974 | 0.398   | 0.75    | 0.48    |
| Standing-Afternoon      | 6 | 2.382  | 0.719 | 0.294   |         |         |
| Difference              | 6 | 0.294  | 0.975 | 0.391   |         |         |
| Sitting – Morning       | 6 | 1.608  | 0.768 | 0.314   | 0.80    | 0.46    |
| Sitting-Afternoon       | 6 | 1.126  | 1.035 | 0.422   |         |         |
| Difference              | 6 | 0.481  | 1.472 | 0.601   |         |         |
| Foraging -Morning       | 6 | 4.201  | 1.065 | 0.435   | -1.69   | 0.15    |
| Foraging-Afternoon      | 6 | 4.833  | 0.690 | 0.282   |         |         |
| Difference              | 6 | -0.632 | 0.913 | 0.373   |         |         |
| Not-vigilant -Morning   | 6 | 2.127  | 0.705 | 0.288   | -0.27   | 0.80    |
| Not-vigilant –Afternoon | 6 | 2.225  | 1.363 | 0.557   |         |         |
| Difference              | 6 | -0.092 | 0.907 | 0.370   |         |         |

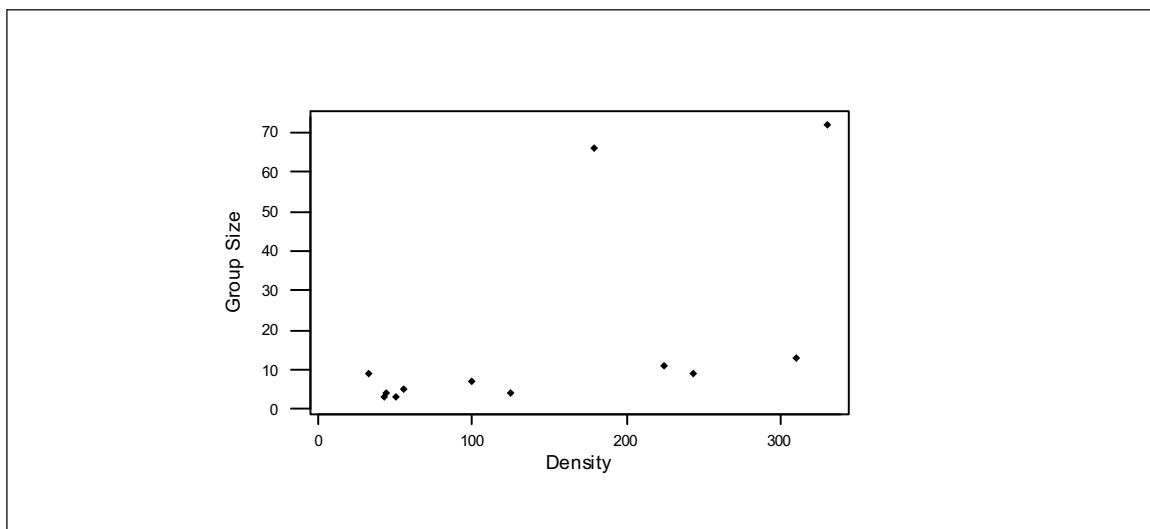


**Fig 5: Vigilance and density ( $R^2 = 33.1$ ,  $F = 3.95$ ,  $p = 0.082$ ). Vigilance data were arcsine transformed; density is measured in vicuñas per sq km, and the observations were only from El Arenal**

Male vicuñas spent more time standing vigilant and less time foraging than female vicuñas; there was no difference in the amount of time spent sitting or non-vigilant (Fig. 6, Table 4). There were no significant relationships between group size and density, suggesting density does not control group size (Fig 7, Table 5). Group size is based on territory size (Fig 8).



**Fig 6. Comparison of mean proportion of time spent in various activity categories according to sex**



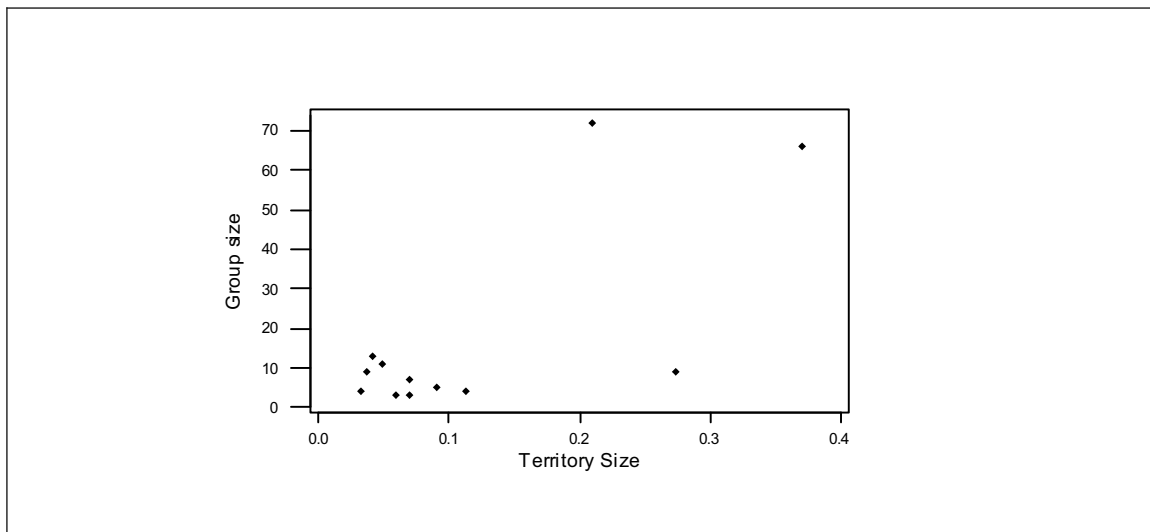
**Fig. 7. Group size and density ( $R^2 = 32.1$ ,  $F = 4.73$ ,  $p = 0.055$ ). Density was measured in vicuñas per sq km**

**Table 4. Paired t-tests showed the means between standing and foraging between the sexes were different (N=60, P-value < 0.05), whereas sitting and not-vigilant were not different (N=60, P-value > 0.05).**

| Vigilance between sexes | N  | Mean    | Stdev  | SE Mean | T-value | P-value |
|-------------------------|----|---------|--------|---------|---------|---------|
| Standing –Male          | 60 | 0.3093  | 0.2698 | 0.0248  | 4.09    | 0.00    |
| Standing- Female        | 60 | 0.1966  | 0.1521 | 0.0196  |         |         |
| Difference              | 60 | 0.1127  | 0.2134 | 0.0275  |         |         |
| Sitting-Male            | 60 | 0.1290  | 0.2899 | 0.0374  | -3.50   | 0.71    |
| Sitting-Female          | 60 | 0.1444  | 0.2374 | 0.0306  |         |         |
| Difference              | 60 | -0.0154 | 0.3290 | 0.0425  |         |         |
| Foraging-Male           | 60 | 0.3996  | 0.2284 | 0.0295  | -3.50   | 0.00    |
| Foraging-Female         | 60 | 0.5038  | 0.2339 | 0.0302  |         |         |
| Difference              | 60 | -0.1041 | 0.2304 | 0.0297  |         |         |
| Not-vigilant-Male       | 60 | 0.2273  | 0.2062 | 0.0266  | 0.76    | 0.45    |
| Not-vigilant-Female     | 60 | 0.2079  | 0.2089 | 0.0270  |         |         |
| Difference              | 60 | 0.0194  | 0.1981 | 0.0256  |         |         |

**Table 5. Vicuña density according to site and territory. There were 145 vicuñas/km<sup>2</sup> on average**

| Site<br>Territory/code | Km <sup>2</sup> | Group size | Density/km <sup>2</sup> |
|------------------------|-----------------|------------|-------------------------|
| Mechahuasca            | 0.370           | 66         | 178.37                  |
| Sinche                 | 0.218           | 72         | 330.00                  |
| Arenal/A               | 0.090           | 5          | 55.55                   |
| B                      | 0.113           | 4          | 44.05                   |
| C                      | 0.070           | 7          | 100.0                   |
| D                      | 0.042           | 13         | 309.52                  |
| E                      | 0.070           | 3          | 42.85                   |
| F                      | 0.049           | 11         | 224.48                  |
| G                      | 0.273           | 9          | 32.96                   |
| H                      | 0.037           | 9          | 243.24                  |
| I                      | 0.032           | 4          | 125.00                  |
| J                      | 0.059           | 3          | 50.84                   |



**Fig. 8. Group size and territory size ( $R^2 = 51.9$ ,  $F = 10.80$ ,  $p = 0.008$ ). Territory size is in square km.**

## DISCUSSION

### Weather effects on activity

Within the range of weather conditions experienced in this study of vicuñas, behaviors were not affected. Du Toit and Yetman (2005) studied four browsing ruminant species and determined that their behavior differed significantly with changes in temperature. Limits to this study may explain the relative lack of weather effects on behavior; one limit is that all observations were made during relatively cold temperatures ( $< 5^{\circ} \text{C}$ ), which typically decrease levels of vigilance. Birds, for example, must increase their foraging activity at lower ambient temperatures and compensate by decreasing time spent vigilant (Boysen et.al. 2001). Thus, low temperatures may be understood as putting some animals at greater risk of being killed at the same time that energy demands increase as thermoregulatory costs (Pravosudov and Grubb 1995, Wiersma and Piersma 1994, Lima & Dill 1990). There is no evidence that low temperatures were putting the vicuñas in this study at any risk.

This study does show that vicuñas are affected by wind speed. High wind speed can make it difficult to detect approaching predators (Hilton et al. 1999). Wind speeds of up to 30 per km/hr, as experienced regularly in the Chimborazo Faunal Reserve, may be forcing vicuñas to focus on managing predation risk at costs to other activities.

Though it was not a significant outcome, I observed that during sunny weather, vicuñas were not as shy as during overcast weather; it implies that they feel much secure during sunny weather. When animals feel insecure they become more vigilant and take flight more often; this was a more common observation during cloudy and windy periods, resulting in more trouble observing them with a telescope. Fog and dust storms may have affected vicuña vigilance, but I could not observe animals during foggy weather or when dust was blowing.

### **Vigilance, diurnal activities and social behavior**

Vicuñas in the Chimborazo Faunal Reserve appeared to be active all day, foraging and responding to environmental changes. Most of the observations in this study showed that they devoted much time to vigilance, whereas resting, socializing and flight behaviors were rare. Foraging behavior may be shaped by risk of starvation and risk of predation, and higher energetic demands can cause higher starvation rates (McNamara and Houston 1990). If individuals are foraging faster, it is to fulfill their energetic demands. Even while foraging, they must be alert to avoid being killed or predated. I conclude that foraging is the most important part of vicuña activities, during which they become vigilant frequently. Mostly the head-down type of vigilance was observed in the vicuña groups, consistent with the terminology used by Lima and Bedkniff (1999). However, vigilant behaviors changed in accordance with the physical nature of the habitats. For example, when vicuña were closer to roads, they more often exercised head-up vigilance; head-down vigilance was more likely in more isolated or secure

locations. Vicuñas that were likely habituated to human activities in Sinche were found to reduce their vigilance (Adams 2007).

Many scientists (e.g., McNamara and Houston 1986) have suggested that ungulates behave differently according to time of day. Physical tardiness after a search for high quality forage is a common diurnal behavioral pattern. One might predict that diurnal animals forage intensively in the morning to replenish their stomachs; once enough energy has been obtained by the middle of day, they take a rest (sit or lie down) or socialize or even become aggressive. However, my observations did not uncover differences between morning and afternoon behaviors in vicuña.

It was not possible to observe the vicuña groups for 24 hours; however, like other ungulates, vicuñas must have different activity patterns during the night and during day. Du Toit and Yetman (1995) suggested that larger-bodied animals must forage during all hours of the day, and are thus more susceptible to thermoregulatory constraints on foraging. Vicuñas may be more successful at selecting quality grasses during daylight hours and, therefore, do most of their resting and socializing during the night. Their more stressful response, flight, may mostly take place during the day, though it was not observed in this study except when they took flight on observing approaching motor vehicles. Diurnal patterns might vary according to the habitats in the Chimborazo Faunal Reserve. For example, when vicuñas have to make a long walk for water in El Arenal, they likely become tired and after few hours of grazing, they sit or rest.

Vigilance has been suggested in some animals to have a social function (e.g., elk, *Cervus elaphus*, Lung and Childress 2007). Studies have suggested aggressiveness is one of the activities that occurs with vigilance, but it was not observed in the vicuñas. Others have suggested that individuals at edges of groups and females with calves are more vigilant; these differences were not observed in the vicuñas. Instead, even though they are social animals and they

frequently forage with domestic animals, a group of vicuñas was once observed to take flight at the sight of a very small pig; this observation implies that vicuñas do not socialize with animals that do not share the same foraging habits.

The quality of habitats may be challenges for vicuñas in the Chimborazo Faunal Reserve. For example, vicuñas in El Arenal are compelled to graze vegetation with very low biomass. Extra effort to select high quality plants from this site may mean higher mortality rates than for vicuñas from Sinche or Mechahuasca. In addition, hypothetical situations, like forage becoming unavailable as pressure of domestic animals grows, may one day put a greater pressure on vicuña groups from Sinche or Mechahuasca to change their behavior. I conclude that the vicuñas I observed did not have a predictable behavior pattern according to time of day, rather that the challenge of adapting to their new habitat is still the primary determinant of behavior in Chimborazo's vicuñas.

### **Behavior differences according to sex**

According to the activity budget hypothesis, conspecific males and females will differ in the time spent in different behaviors (Ruckstuhl and Neuhaus 2002). However, based on my observation and analysis of behavior in vicuñas, there were no important sex differences. Males were often standing and frequently observed scanning, but after ensuring that they and their group were safe, they continued grazing, resting or socializing as before. Although males were not observed sitting as often as females, the comparison is not significant.

In most social ungulate species, males are larger than females (Ruckstuhl and Neuhaus 2002). In this study, despite their larger body size, male vicuñas forage less than females, occupying their time more with vigilance activities. Females forage on lower quality food than males in most ungulates, requiring them to spend more time than males on foraging. This relationship is also found to vary seasonally. For example, Koga and Oni (1994) found in male Sika deer (*Cervus nippon*) that feeding time decreased during the breeding season, when time



spent in social activities increased; after the breeding season was over, adult males spent more time feeding than the females. From my observations on vicuñas, it could not be concluded that female vicuñas were taking forage of lower quality than the males. Similarly, I was not able to compare breeding and non-breeding males.

### **Density, group size and vigilance behaviors**

Studies on the relationship between vigilance and density in ungulates are very limited in comparison to studies on vigilance and group size. In this study, the relationship between vicuña vigilance and density might basically be explained by the relationship between vigilance and group size. This relationship is not simple, however. Prey size, feeding requirements, habitat and competition determine group size. This hypothesis includes that increases in group size that occur with higher foraging times are related to habitat quality. In the case of vicuña, I was unable to investigate whether group size is influenced by these factors. Studies carried out on several herbivores relating group size and population density, including on eastern grey kangaroo (*Macropus giganteus*; Taylor 1982), showed that group size increased with population density, but my observations did not find group size to be correlated with density in vicuña. In the case of vicuñas, especially from El Arenal, group sizes seem to be increasing with destabilizing population dynamics that also contribute to environmental degradation.

Cresswall (1994) found that predation risk decreased with increasing group size. When group size increases, more eyes are available to scan the surrounding environment to detect the predators, resulting in a prediction that individual vigilance decreases (e.g., Lima 1990; Roberts 1996); however, others (e.g., McKinstry and Knight 1993) showed a positive relationship between group size and individual vigilance. Some ungulates form large group sizes to strategically avoid predators and to optimize foraging behavior (Kie 1999), as larger groups have a greater probability of detecting predators (Da Silva and Terhune 1988).

As group size increases, conspecific competition increases, and in this study, there is relationship between group size and territory size. In fact, the main effect of group size can be seen on food biomass in the Reserve. If food biomass declines as a result of larger groups foraging together, then all animals will have available a lower quality food (e.g., Klein 1981). From the long-term perspective, a consequence of high density or large group sizes is increased food competition, eventually leading to increased mortality in vicuñas. Interspecific food competition may force vicuñas to search for new habitats, but the pressure of domestic animals can prevent such range expansion.

Vigilance may be related to foraging behavior in vicuña, as with ungulates in general. As suggested by Donadio and Buskirk (2006), neither group size nor group composition influenced frequency of flight and flight distances (Adams 2007). Vigilance may be associated with predation risk. Some scientists have interpreted decline in vigilance as a response to the lower risk of predation in larger groups (e.g., Beauchamp 2002). There might be several mechanisms involved in the decline, and density is one of them that may play a role in determining the predation risk: with lower density there occurs a higher predation risk. Territory size may also play a role in determining level of vigilance, and the vigilance level of vicuñas may be lower in the more visible sites than in closed woody or grasslands. Watson et al. (2007) found vigilance significantly higher when partridge (*Perdix perdix*) individuals fed in smaller groups and in taller vegetation, as predation risk is higher in the taller vegetation, and suggested that increases in partridge density and modification of their habitat may decrease mortality. If that happens to partridge, it might also happen to vicuñas.

## **MANAGEMENT IMPLICATIONS**

In summary, several hypotheses based on observations of other ungulates are not supported by my observations of the behaviors of vicuñas introduced to

Chimborazo Faunal Reserve. If indeed the challenge of adapting to their new habitat is still the primary determinant of behavior in Chimborazo's vicuñas, range managers must consider availability of food sources, if there is to be an expanding vicuña population. To minimize grazing pressure in the Reserve and to prevent vicuñas from being socialized with other domestic animals, managers should protect ranges from being grazed by domestic herds. The manager also should work with the local communities to manage private pasture lands for their domestic animals. The most important future study may be estimating food quantity for a vicuña in accordance with its sex. Understanding of behavior of vicuña may contribute to effective management plan formulation so the Reserve can achieve desired biodiversity objectives.

## REFERENCES

- Adams, J. 2007. Effects of habituation to human activity on vigilance and flight behavior of vicuñas on Chimborazo Faunal Reserve in Ecuador, Undergraduate thesis, University of Guelph, Ontario, Canada.
- Arzamendia, Y., Cassini, M.H. and Villa, B.L. 2006. Habitat use by *Vicugna vicugna* in Laguna Pozuelos Reserve, Jujuy, Argentina. *Oryx* 40: 198-203.
- Bonacic, C. and Macdonald, D.W. 2003. The physiological impact of wool-harvesting procedures in vicuñas (*Vicugna vicugna*). *Anim. Welfare* 12: 387-402.
- Brown, J.S. 1999. Vigilance, patch use and habitat selection: foraging under predation risk. *Evol. Ecol. Res.* 1: 49-71.
- Brown, B.W. 2000. A review on reproduction in South American camelids. *Anim. Reprod. Sci.* 58:169-195.
- Boysen, A.F., Lima, S.L. and Bakken, G.S. 2001. Does the thermal environment influence vigilance behavior in dark-eyed juncos (*Junco hyemalis*)? An approach using standard operative temperature. *J. Therm. Biol.* 26: 605-612.
- Beauchamp, G. 2003. Group-size effects on vigilance: a search for mechanisms. *Behav. Proc.* 63: 111-121.

Cresswell, W. 1994. Flocking is an effective anti-predation strategy in redshanks, *Tringa totanus*. *Anim. Behav.* 47: 433-442.

Da Silva, J. and Terhune, J.M. 1988. Harbour seal grouping as an anti-predator strategy. *Anim. Behav.* 36: 1309-1316.

Donadio, J. and Buskirk, S.W. 2006. Flight behavior in guanacos and vicuñas in areas with and without poaching in western Argentina. *Biol. Conserv.* 127: 139-145.

Du Toit, J.T. and Yetman, C.A. 2005. Effects of body size on the diurnal activity budgets of African browsing ruminants. *Oecologia* 143: 317-325.

Elgar, M.A. 1989. Predator vigilance and group size in mammals and birds: a critical review of the empirical evidence. *Biol. Rev.* 64: 13-33.

Gonzalez, B.A., Palma, R.E., Zapata, B. and Marín, J.C. 2006. Taxonomic and biogeographical status of guanaco *Lama guanicoe* (Artiodactyla, Camelidae), *Mammal. Rev.* 36: 157-178.

Grubb, 2005. Order Artiodactyla. Pages 637-722 in D.E. Wilson and Reeder, D.M. (eds). *Mammal Species of the World, a Taxonomic and Geographic Reference*. John Hopkins University Press, Baltimore.

Hilton, G. M., Ruxton, G.D. and Cresswell, W. 1999. Choice of foraging area with respect to predation risk in redshanks: the effects of weather and predator activity. *Oikos* 87: 295- 302.

Kie, J. G. 1999. Optimal foraging and risk of predation: effects on behavior and social structure in ungulates. *J. Mammal.* 80: 1114-1129.

Kelly, J.P., Warnock, N., Page, G.W. and Weathers, W.W. 2002. Effects of weather on daily body mass regulation in wintering dunlin. *J. Exper. Biol.* 205: 109-120.

Koga, T. and Ono, Y. 1994. Sexual differences in foraging behavior of Sika deer, *Cervus nippon* *J. Mammal.* 75: 129–135

Lima, S.L 1990. The influence of models on the interpretation of vigilance. Pages 246-267 in Bekoff, M. and Jamieson D. (eds). *Interpretation and explanation in the study of animal behaviour*, vol 2. *Explanation, evolution and adaptation*. Westview Press, Boulder, Colo.

Lima, S.L and Dill, L.M. 1990. Behavioural decisions made under the risk of predation: a review and prospectus, *Can. J. Zool.* 68: 619-640.

Lima, S.L and Bednekoff, P.A.1999. Back to the basics of antipredatory vigilance: can nonvigilant animals detect attack?. *Anim. Behav.* 58:537-543

Lung, M.A. and Childress, M.J 2007. The influence of conspecifics and predation risk on the vigilance of elk (*Cervus elaphus*) in Yellowstone National Park *Behav. Ecol.* 18: 12-20.

McKinstry, M.C. and Knight, R.L. 1993. Foraging ecology of wintering black-billed magpies. *Auk* 110: 632-635.

Meyer, M.D. and Valone, T.J. 1999. Foraging under multiple costs: the importance of predation, energetic, and assessment error costs to a desert forager. *Oikos* 87: 571-579.

McNab, B.K 1963. Bioenergetics and the determination of home range size. *Amer. Nat.* 97: 133-140.

Masman, D., Gordijn, M., Daan, S. and Dijkstra, C. 1986. Ecological energetics of the kestrel *Falco tinnunculus* field estimates of energy intake throughout the year. *Ardea* 74:24-39.

McNamara, J.M. and Houston, A. 1986. The common currency for behavioral decisions. *Amer. Nat.* 127: 358-378.

McNamara, J.M. and Houston, A.I. 1990. The value of fat reserves and the trade-off between starvation and predation. - *Acta. Biotheor.* 38: 37-61.

Ministerio del Ambiente 2008. Ministerio del Ambiente, Gobierno del Ecuador [http://www.ambiente.gov.ec/paginas\\_espanol/4ecuador/docs/libro/20-SCRPF%20Chimborazo.pdf](http://www.ambiente.gov.ec/paginas_espanol/4ecuador/docs/libro/20-SCRPF%20Chimborazo.pdf) Online access May 12, 2008

Moreira, F. 2006. Group size and composition are correlated with population density in the group-territorial blue korhaan (*Eupodotis caerulescens*) *Afr. J. Ecol.* 44: 444-451.

Pöysä, H. 1994. Group foraging, distance to cover and vigilance in the teal, *Anas crecca*. *Anim. Behav.* 48: 921-928.

Puig, S., Videla, F., Monge, S. and Roig, V. 1996. Seasonal variations in guanaco diet and in food availability in Northern Patagonia, Argentina. *J. Arid Environ.* 34: 215-224.

Puig, S., F. Videla, F., Cona, M. I. and Monge, S. A. 2001. Use of food availability by guanacos (*Lama guanicoe*) and livestock in Northern Patagonia (Mendoza, Argentina). *J. Arid Environ.* 47: 291-308.

Quenette, P.Y. 1990. Functions of vigilance in mammals: a review. *Oecologia* 6: 801-818. 28

Roberts, G. 1996. Why individual vigilance declines as group size increases. *Anim. Behav.* 51: 1077-1086.

Ruckstuhl, K.E. 1999. To synchronise or not to synchronise: a dilemma for young bighorn males? *Behaviour* 136: 805-818.

Ruckstuhl, K. E., and P. Neuhaus. 2002. Sexual segregation in ungulates: a comparative test of three hypotheses. *Biol. Rev.* 77: 77-96.

Sokal, R.R. and Rohlf, J.F. 1981. *Biometry*. 2nd ed. W.H. Freeman and Company, New York.

Taylor, R.J. 1982. Group size in the eastern grey kangaroo, *Macropus giganteus*, and the wallaroo, *Macropus robustus*. *Austr. Wildl. Res.* 9: 229-237.

Torres, H. 1992. *South American Camelids: An Action Plan for their Conservation*. IUCN, Gland, Switzerland.

Veasy, J.S., Waran, N.K. and Young, R.J. 1996. On comparing the behaviour of zoo housed animals with wild conspecifics as a welfare indicator. *Anim. Welfare* 5: 13-24.

Pravosudov, V.V. and Grubb, T.C. 1995. Vigilance in the tufted titmouse varies independently with air temperature and conspecific group size. *Condor* 97: 1064-1067.

Watson, M., Aebischer, N.J. and Cresswell, W. 2007. Vigilance and fitness in grey partridges *Perdix perdix*: the effects of group size and foraging-vigilance trade-offs on predation mortality. *J. Anim. Ecol.* 76: 211-221.

Wheeler, J.C. 1995. Evolution and present situation of South American Camelidae. *Biol. J. Linn. Soc.* 54: 271-295.

Wiersma, P. and Piersma, T. 1994. Effects of microhabitat, flocking, climate and migratory goal on energy expenditure in the annual cycle of red knots. *Condor* 96: 257-279.

**El comportamiento de las vicunas (*Vicugna vicugna*)  
introducidas en la Reserva de Fauna de Chimborazo,  
Ecuador**



**A Master's degree thesis**

**in Tropical Ecology and Natural Resource Management at the  
Department of Ecology and Natural Resource Management (INA), the  
Norwegian University of Life Sciences (UMB), Norway,**

**by  
Mahesh Kumar KC  
September 2008**

**Supervisor: Professor Svein Dale, INA, UMB, Norway  
Co-supervisor: Dr Brian McLaren, Lakehead University, Canada**

## RESUMEN

El conocimiento del comportamiento de vigilancia de las camélidas salvajes y como responden al hábitat y al tiempo es muy limitado y casi no existe comparado con los otros ungulados grandes y salvajes. Los efectos de los cambios en el tiempo y género en los comportamientos de vigilancia en las vicuñas (*Vicugna vicugna*) y como se comportan y reaccionan a la hora del día, a la densidad, y al hábitat eran considerados para este estudio. Un total de 10 grupos familiares de vicuña de cada uno de tres sitios eran identificados dentro de la Reserva de Fauna de Chimborazo, en Ecuador. Cada grupo fue observado dos veces, una vez por la mañana y una vez por la tarde. De los cuatro variables del tiempo probados, la vigilancia de las vicuñas fue solamente afectado por la velocidad del viento. Cuanta más alta la velocidad del viento, lo más vigilantes las vicuñas se volvieron, quizás porque el riesgo de depredación aumenta con la velocidad del viento. No había patrón diurna a la vigilancia. Otras actividades de comportamiento (parar y forrajear) eran considerablemente diferentes entre la mañana y la tarde. De la misma manera, algunas actividades eran distintos entre los sexos; los machos estaban parados mas y forrajeando menos que las hembras. No había relación entre la vigilancia de las vicuñas y el hábitat o la densidad. El tamaño del grupo de vicuña no era relacionado con la densidad, pero el tamaño del grupo aumento con el tamaño del territorio. Estos resultados pueden ayudar a tratar las practicas del la gerencia y del ecoturismo de la reserva. Una recomendación importante esta para los estudios que permiten la valoración del forraje y la gerencia total del hábitat de la vicuña.

**Palabras claves:** vicuña; vigilancia; densidad; Chimborazo; territorio; ecología; turismo



## CONTENIDOS

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>RESUMEN.....</b>                                                             | <b>2</b>  |
| <b>INTRODUCCION.....</b>                                                        | <b>6</b>  |
| <b>METODOS.....</b>                                                             | <b>7</b>  |
| Especies del estudio.....                                                       | 7         |
| Sitios del estudio.....                                                         | 8         |
| El renal.....                                                                   | 9         |
| Sinche.....                                                                     | 9         |
| Mechahuasca.....                                                                | 9         |
| Métodos Generales.....                                                          | 10        |
| Observación de vigilancia .....                                                 | 10        |
| Medida del territorio.....                                                      | 10        |
| Análisis de datos.....                                                          | 11        |
| <b>RESULTADOS.....</b>                                                          | <b>12</b> |
| <b>DISCUSION.....</b>                                                           | <b>17</b> |
| Los efectos del tiempo sobre la actividad de las vicuñas.....                   | 17        |
| La vigilancia, actividades diurnas y el comportamiento social de las vicuñas... | 18        |
| Diferencias en el comportamiento según el sexo.....                             | 20        |
| Densidad, tamaño del grupo y comportamientos de vigilancia.....                 | 21        |
| <b>IMPLICACIONES PARA GERENCIA.....</b>                                         | <b>23</b> |
| <b>LITERATURA CITADA.....</b>                                                   | <b>24</b> |

## PROLOGO

Esta tesis forma parte del proyecto “El comportamiento de forraje en la vicuña (*Vicugna vicugna*)”, y fue realizado en sociedad entre la Universidad Noruega de Ciencias de Vida y la Facultad de Silvicultura y el Ambiente de Bosque en la Universidad de Lakehead, Canadá. El proyecto es financiado por el ministerio del ambiente de Ecuador, el programa “Discovery” del Consejo de Investigación de las Ciencias Naturales y Ingeniería de Canadá (NSERC) y una subvención para investigación para el intercambio a Latinoamérica y el caribe del Consejo Internacional para Investigación de Desarrollo de Canadá (IDRC). Las subvenciones canadienses son tenidas por Dr. Brian McLaren de la Universidad de Lakehead.

La tesis proporciona 60 puntas de estudio, y se basa en estudios de campo en la Reserva de Fauna de Chimborazo, Ecuador en 2007.

## RECONOCIMIENTOS

Primeramente, sobre todo, deseo agradecer a los profesores Dr. Svein Dale de la Universidad Noruega de Las Ciencias de Vida (UMB) y Dr. Brian McLaren de la Universidad de Lakehead, Canadá, para sus contribuciones integrales a este proyecto. Esta investigación de la tesis no habría proseguido sin su maestría, dedicación y ánimo.

Yo tenía un gran deseo de ser un estudiante de investigación de tesis para Prof. Svein Dale, ya que su capacidad de enseñanza, que yo experimente desde el principio de sus conferencias de invitado, me impresioné. Soy extremadamente agradecido a Dr. Dale que el acepto mi petición de supervisarme. Su dirección valiosa e incansable, su disponibilidad puntual para dar su opinión, su supervisión científica y conocimiento agudo en la metodología de investigación son las razones primeras para la terminación de mi tesis.

El Dr. Brian McLaren proporcionó so apoyo generoso a mi proyecto, financieramente y científicamente. El apoyo ofreció no solo una tesis pero también una oportunidad de cumplir mi sueño de descubrir una parte hermosa de otro continente, Sudamérica; yo nunca habría ido a ese parte del mundo si no había una oportunidad como este. Encontré el Ecuador andino de ser similar a mi país de origen, Nepal, en cada sentido. De hecho, quedo impresionado por la relación entre Dr. McLaren y la gente local, su amor de comunidad, sus habilidades con el lenguaje local, y su capacidad sobre todo de adaptar a una cultura diferente. A pesar del tiempo extreme, Dr. McLaren estaba disponible para guiarme sin vacilación. Su supervisión de mi trabajo en campo y en el laboratorio continuó con respuestas extraordinariamente rápidas.

También agradezco a Ing. Patricio Hermida, el Director de Biodiversidad, Ministerio del Ambiente, en Ecuador, quien ayudaba continuamente a mi trabajo de campo con el transporte y personal de campo siempre que lo necesitara. Soy agradecido a Dr. Jorge Olalla, Sr. Segundo Cayambe, y todo el personal de campo de la Reserva de Fauna de Chimborazo, que me proporcionaron con un apoyo de campo valioso a mi trabajo y también se volvieron a mis buenos amigos. De la misma manera, deseo agradecer a la gente de Pulingui San Pablo, Ecuador para su hospitalidad y mis amigos de Canadá para su apoyo de campo voluntario. Finalmente, deseo agradecer a mi familia para su paciencia interminable, su ánimo y su apoyo valioso hacia la terminación de esta tesis.

Gracias,  
Mahesh  
29 de Agosto 2008  
Aas, Norway

## INTRODUCCION

Una vigilancia animal más alta implica un riesgo de depredación más alto. El riesgo de depredación conecta a la competencia para alimento, que es un factor principal que determina la dinámica de la población (Burger 2003). El riesgo de depredación también explica el uso de espacio y otros recursos (Elgar 1989, Quenette 1990), porque cuando el riesgo de depredación disminuya, el esfuerzo del forraje sube como los niveles de vigilancia relajan (Meyer et al. 1999). Sin embargo, como los forrajeros estratégicamente evitan el riesgo de depredación y la relación funcional entre el riesgo de depredación y la vigilancia quedan mal entendidos.

La distancia entre la presa y los depredadores puede determinar el nivel de vigilancia. La distancia entre los individuos de presa actúa o así como cuando los forrajeros están cerca uno del otro, el riesgo de depredación aumenta, resultando en vigilancia mas alta—el “efecto de atracción”—o así como cuando los forrajeros se agrupan, el grupo protege los individuos de la depredación, resultando en vigilancia mas bajo—el “efecto de dilución” (Brown 1999, Beauchan 2007). La vigilancia puede disminuir si los forrajeros están más lejos de los depredadores. El sexo, el tamaño del grupo, la densidad de la población y el hábitat de los forrajeros también determinan el ritmo de ataque por los depredadores y el nivel de vigilancia (Lima and Dill 1990).

La vigilancia en los forrajeros esta conectada a los factores de tiempo. Por ejemplo, la velocidad del viento puede aumentar la vigilancia. Temperaturas bajas también pueden aumentar el riesgo de depredación, porque aumentan la exigencia energética para los depredadores por los costos termorreguladores aumentados (Ej. Kelly et al. 2002, Masman et al. 1986).

Sin tener en cuenta el tamaño y tipo de cuerpo de los animales salvajes, ellos tienen flexibilidad en sus expresiones del comportamiento comparadas con los animales en cautividad (Ej. Veasy et al. 1996). Su respuesta del comportamiento se determina por el genero (Ej. Ruckstuhl 1999) y por el tamaño y densidad del grupo (Ej., Moreira 2006). Sin embargo, las relaciones entre el tamaño y la densidad del grupo son generalmente fluidos, y se determinan por la disponibilidad de recursos. Cuando su población se aumenta, los individuos pueden ser obligados de ampliar su territorio para cumplir sus necesidades metabólicas, pero el tamaño del territorio no se aumenta necesariamente junto con el tamaño del grupo en algunos animales salvajes (McNab 1963).

Hace tres millones de años, las camélidas ancestrales emigraron a Sudamérica de Norteamérica, y al fin de la última Era de Hielo, las camélidas se volvieron extintas en Norteamérica. La vicuña (*Vicugna vicugna*) es una de las camélidas medianas y se considera natural de los Altoandinas. Las poblaciones de pasto abierto en Bolivia, Perú, Chile, Argentina, y probable también en Ecuador, se disminuyan drásticamente con la llegada de los españoles y en el último siglo

debido a la caza ilegal. Sin embargo, varias Fuentes han sugerido que debido a la nueva protección proporcionada al especies bajo la Convención sobre Comercio Internacional de Especies en Peligro (CITES), su población esta aumentando satisfactoriamente (Torres 1992). Las vicuñas son tímidas y también corren rápido. Una vicuña única pasa más tiempo parada que los miembros de grupos, que es coherente con la observación que el comportamiento de manada esta relacionada con la protección contra depredadores (Arzamendia 2006). La Reserva de Fauna de Chimborazo en Ecuador se ha convertido en un hábitat nuevo para vicuñas bolivianas, peruvianas y chilenos; después de sus introducciones separadas a la Reserva durante los 1980s. Parece que las poblaciones introducidas se adaptan bien, pero una evaluación de esta conclusión incluya la motivación para este estudio, cuya objetivo es de investigar las relaciones entre los comportamientos de vigilancia y forraje en las vicuñas introducidas, así como su respuesta al tiempo, y al tamaño y tipo de hábitat.

El objetivo de mi estudio es de buscar respuestas a estas preguntas: (1) ¿El tiempo afecta la vigilancia? 2) ¿Hay un patrón diurno a la vigilancia? 3) ¿Las vicuñas machos se comportan diferentemente que las hembras? 4) ¿Mientras que la densidad aumenta, la vigilancia también aumenta? 5) ¿Como se relacionan el tamaño del grupo y la densidad del grupo? 6) ¿Como se relacionan el tamaño de grupo y el tamaño del territorio?

## METODOS

### Especies del estudio

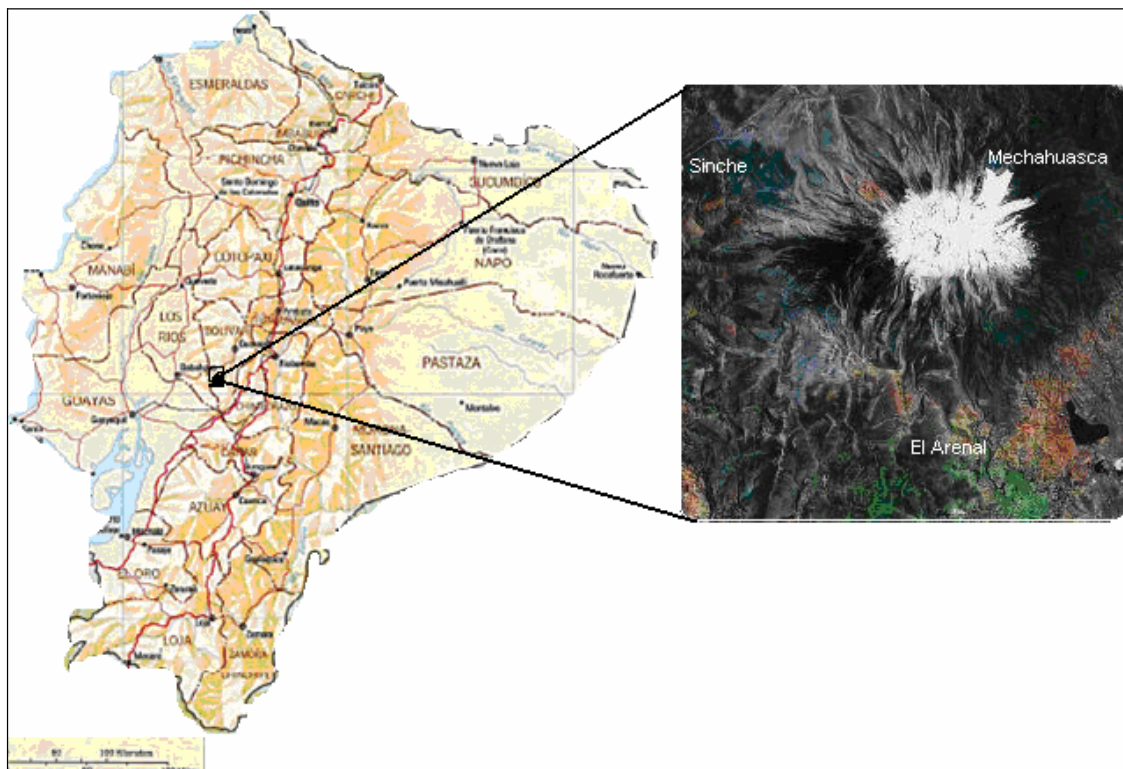
Un mamífero de Sudamérica, la vicuña es un ungulado de tamaño mediano. De los dos grupos de camellos vivos, camellos del Nuevo Mundo y del Viejo Mundo, el animal se encuentra en el grupo de camellos de Nuevo Mundo; los camellos del Viejo Mundo tienen un tamaño de cuerpo mucho más grande que los camellos del Nuevo Mundo (Brown 1999). Por ejemplo, un camello de Arabia (*Camelus dromedarius*) pesa 450 a 650 kg, mientras que el peso mediano de una vicuña es solamente 35 kg. Las camélidas del Nuevo Mundo consisten en cuatro especies diferentes: la alpaca (*Lama pacos*), la llama (*L. glama*), el guanaco (*L. guanacoe*) y la vicuña; entre estos, el guanaco y la vicuña son las formas salvajes y solariegas (Stahl 1998). Como todas las camélidas tienen 37 pares de cromosomas, todas las camélidas del Nuevo Mundo pueden cruzarse para producir crías fértiles (e.g., Wheeler 1995). Una taxonomía mas reciente basada en las diferencias genéticas enumera las formas domesticadas como una especie, *L. glama* (Grubb 2005). Las camélidas del Nuevo Mundo han estado bajo amenaza de extinción, así que han sido puestos en la lista roja por la Unión Internacional para Conservación de la Naturaleza (IUCN).

El tamaño medio de una familia de vicuña es 6-10 individuos, y un varón dirige un grupo de hembras y juveniles (ej. MacDonald 1984). Su hábito de forraje les ha

ayudado a adaptar a ambientes variados, de pantanos a desiertos o montes bajos áridos (Gonzalez et al. 2006; Puig et al. 1996). El comportamiento social en vicuñas, incluyendo el forraje junto con animales domésticos, también se volvió a un parte importante de su adaptación (Puig et al. 2001). Pero la proximidad de la vicuña con manadas domesticas facilita la transmisión inter-especifica de enfermedades, y pueden ser forzados a cruzar con otras camélidas domesticas, que puede resultar en una alta perdida embrionaria (Bonacic and Macdonald 2003). La competición y la relación directa entre el forraje y el comportamiento social y proximidad de conespecificos no se han estado bien estudiadas en vicuñas. Ya que la población de vicuña esta aumentando notablemente (Ministerio del Ambiente 2007), parece que ellas están adaptadas al ambiente perfectamente. La gerencia de la gama puede volver problemática en el futuro próximo si los animales domésticos continúan a usar tierras adyacentes del pasto.

### Sitios del estudio

Los sitios del estudio en la Reserva de Fauna de Chimborazo fueron limitados por los ríos Pilahuin y Blanco al norte, Río Salinas al oeste, Río Chimborazo al sur, y Río Urbina al este. Las altitudes son entre 3800 m y 6310 m sobre el nivel de mar. El área tiene una red de senderos y carreteras, y es uno de los lugares famosos para montanismo en el país. La temperatura media es 5° Celsius con heladas de vez en cuando en las regiones más altas. La precipitación esta entre



**Fig 1.** Localización de la Reserva de Fauna de Chimborazo en Ecuador y los sitios del estudio

200 mm y 1300 mm (Ministerio del Ambiente 2007). Los sitios son sobre todo brumosos, nublados, y muy ventosos.

Aunque mamíferos salvajes se observan raramente, excepto por las vicuñas introducidas, supone que la reserva es el hábitat de los venados con cola blanca (*Odocoileus virginianus*), conejos (*Sylvilagus brasiliensis*), y los lobos andinos (*Lycalopex culpaeus*) (Ministerio del Ambiente 2007). Entre los animales domésticos, vacas, llamas, alpacas, caballos, cabras y cerdos pueden encontrarse comúnmente en los sitios del estudio. Las vicuñas libres se observaron en Julio y agosto de 2007 en los tres sitios del estudio dentro de la Reserva de Fauna de Chimborazo: i) El Arenal, ii) Sinche, y iii) Mechahuasca.

### **El Arenal**

El Arenal se sitúa en la ladera oeste del Monte Chimborazo. El sitio es un punto importante de entrada al pico de Chimborazo para alpinistas, por que es la localización del camino al campo principal de refugios. El sitio tiene un poste para billetes para la Reserva y una estación de policías. La carretera principal a la provincia de Ambato cruza a través del sitio, pues los movimientos de gente y vehículos son bastante frecuentes. Aunque raramente se ve unos animales domésticos forrajeando en el sitio, normalmente se puede observar turistas fascinadas por las vicuñas.

El tiempo normalmente es brumoso y ventoso, y la velocidad del viento normalmente es más de 30 km/hr. Nieva y cae helada de vez en cuando con una temperatura media de 5° Celsius. El sitio baja poco a poco a 10% inclinación de media. Las tierras son secas y compuestas de arena, piedras volcánicas, sedimentos, arena, y cieno. Las tierras son muy susceptibles a la erosión del viento. El sitio tiene vegetación de crecimiento lento, pequeña, xerófila, y escasamente distribuida con sistemas de raíces poco profundos (Ministerio del Ambiente 2007). Plantas herbáceas son comunes, pero hierbas como la Stipa (*Stipa brachytricha*), Calamagrostis (*Calamagrostis sp.*) y Festuca (*Festuca alpine*) dominan (Ministerio del Ambiente 2007). Vicuñas y otros animales hacen una caminata larga para tomar agua.

### **Sinche**

Más o menos 10 km del El Arenal al norte, se encuentra otro sitio del estudio, Sinche. Cerca de este sitio, se ocurre un poblado de más o menos 20 casas. Comparado con El Arenal, el sitio sostiene más cubierta de vegetación, principalmente la Stipa; vicuñas introducidas pastan en esa planta de vez en cuando. Las vicuñas pastan juntos con los animales domésticos, y la presión de pastar parece bastante alta. Agua es disponible en este sitio.

### **Mechahuasca**

El sitio es otro punto de entrada al pico de Chimborazo. Esta en la ladera noreste de la montaña. Como en Sinche, las vicuñas pueden ser vistas pastando principalmente en los pantanos planos; el sitio tiene mucha vegetación,

principalmente Stipa. Los movimientos de humanos a través del sitio son comunes.

## Métodos Generales

### Observación de vigilancia

Grupos de vicuña eran seleccionados de entre aquellos los más fácilmente observados. Para este estudio, no se observan ningún grupo de vicuñas de puros machos. Debido a los hábitats abiertos, era fácil de observar las vicuñas excepto durante el tiempo brumoso. De un punto donde fue lo más fácil de ver con un telescopio (Swarovski 660-940) cuatro actividades eran anotadas para cada miembro adulto del grupo: parado, sentado, forrajeando, y no vigilante. Utilizaron medidas estándares de escanear “cabeza para arriba” y no “cabeza para abajo” (Lima 1990). Sin embargo, pasteando solamente ocurre en la posición de ‘cabeza para abajo’ del animal. Hicieron observaciones dos veces al día, una vez en la mañana entre las 8:00 y las 12:00 y una vez en la tarde entre las 12:00 y las 18:00. El periodo de observación fue un mínimo de 12 minutos con la actividad anotada cada 30 segundos (Tablas 1 & 2). Utilizaron un cronometro para asegurar anotaciones precisas. Las observaciones fueron interrumpidas cuando algunos del grupo estaban fuera del visto, pero continuaron después tan pronto como fueron visibles otra vez. Un registro de la temperatura ambiental, el tiempo, la hora, y la composición del grupo también fue anotado. Las distancias a grupos cercas de vicuña y otros animales se estimaron de ojo.

**Tabla 1. Observaciones de vigilancia y sus descripciones:** Las observaciones eran clasificadas en las siguientes categorías de vigilancia.

| Categoría             | Descripción                                                                                                     |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Parado vigilante      | Una vicuña fue parada cuando era vigilante                                                                      |
| Sentado vigilante     | Una vicuña fue sentada cuando era vigilante                                                                     |
| Forrajeando vigilante | Una vicuña fue pastando o tomando agua cuando era vigilante                                                     |
| No vigilante          | Una vicuña no fue vigilante y típicamente descansando, almohazando, parado, sentada o forrajeando con la cabeza |

### Medida del territorio

Los territorios utilizados por las vicuñas fueron identificados de pilas de estiércol y los límites fueron marcados utilizando un aparato del GPS Garmin E-trek. Un mínimo de diez territorios de cada sitio fue identificado basado en la presencia de vicuñas y sus áreas de defecación comunales. Territorios individuales fueron medidos en El Arenal, pero algunas dificultades en identificar los territorios exactos en Sinche y Mechahuasca significaron que en estos sitios el área total ocupado por vegetación de pantano fue medido, mas un barrera de 200 m como



estimación de las áreas herbosas compartidas de forraje alrededor de este hábitat preferido.

## Análisis de datos

Para calcular la proporción de tiempo pasada en cada categoría de comportamiento, la frecuencia que cada individuo fue observado en una categoría fue sumada y dividida por el total de horas de observación. Estas proporciones eran calculadas separadamente para hembras y machos. Todas las pruebas estadísticas fueron realizadas con el software Minitab (13.32), Microsoft Excel 2003 y una calculadora grafica Texas Instruments T1-84 Plus. Para satisfacer todos los requisitos de normalidad, todos los datos proporcionales de vigilancia eran transformados con arco seno (Sokal and Rohlf 1981).

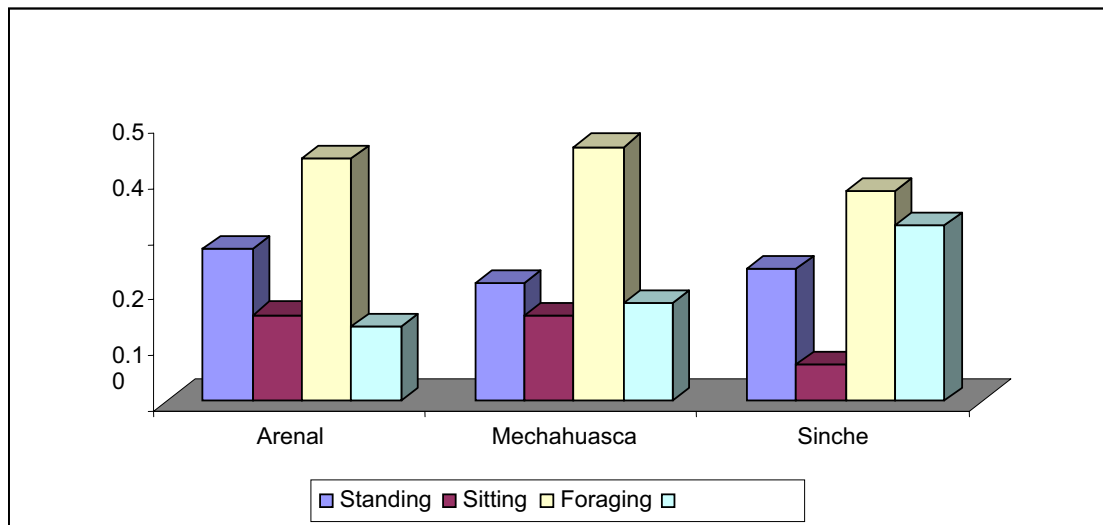
**Tabla 2. Otras variables y sus descripciones**

| Variables             |                 | Descripciones                                                                                 |
|-----------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tiempo                | Viento          | Velocidad del viento medida durante cada observación del grupo (km/hr)                        |
|                       | Temperatura     | Temperatura medida durante cada observación del grupo en grados Celsius                       |
|                       | Soleada/brumoso | Presencia o ausencia del sol anotada y analizada como variable binaria.                       |
| Hora                  |                 | Un expediente de si las observaciones fueron admitidas la mañana o la tarde                   |
| Tamaño del territorio |                 | Cada territorio medido separadamente después de la observación (sq. km)                       |
| Tamaño de grupo       |                 | Numero total de individuos (incluyendo terneros) en cada grupo observado                      |
| Densidad              |                 | Total de individuos en todos los grupos dividido por un medido de tamaño total de territorio. |

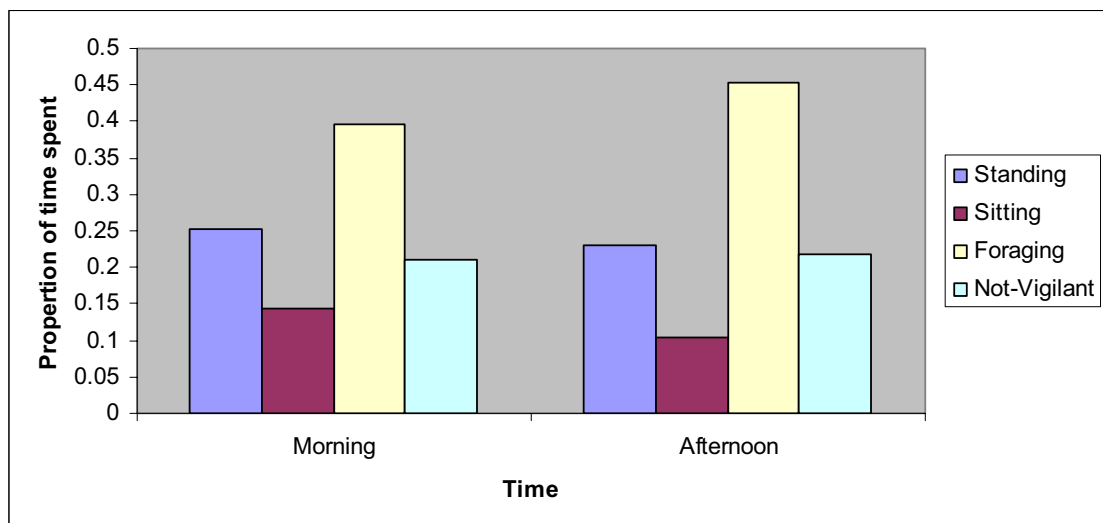
Para probar si la vigilancia depende del tiempo, la velocidad del viento y la temperatura fueron comparadas con la proporción de tiempo pasado en vigilancia utilizando una regresión múltiple. La vigilancia durante el tiempo asoleado y la vigilancia durante el tiempo nublado fueron comparadas utilizando un "t-test". Para probar para un patrón diurno a la vigilancia, un "t-test" se utilizo para comparar las observaciones en la mañana y en la tarde. Para detectar si la vigilancia se basa en densidad, un análisis de regresión fue utilizado con datos de un solo sitio de estudio, Arenal, y solamente de las observaciones en la mañana. Un análisis de regresión también fue utilizado para probar si el tamaño del grupo y el tamaño del territorio son relacionados; asimismo, el análisis de regresión fue utilizado para probar si el tamaño del grupo y la densidad del grupo eran independientes. Para todas las pruebas, la significación estadística fue fijada en  $p < 0.05$ .

## RESULTADOS

Un total de 60 observaciones fueron obtenidas desde julio de 2007 a agosto de 2007 de los tres sitios del estudio. Las vicuñas no eran vigilantes tan frecuentemente en Sinche como en los otros dos sitios (Fig. 2). Regresión múltiple mostró que la vigilancia no tenía relación significativa con la temperatura ( $p = 0.889$ ), pero si varía con la velocidad del viento ( $p = 0.042$ ).

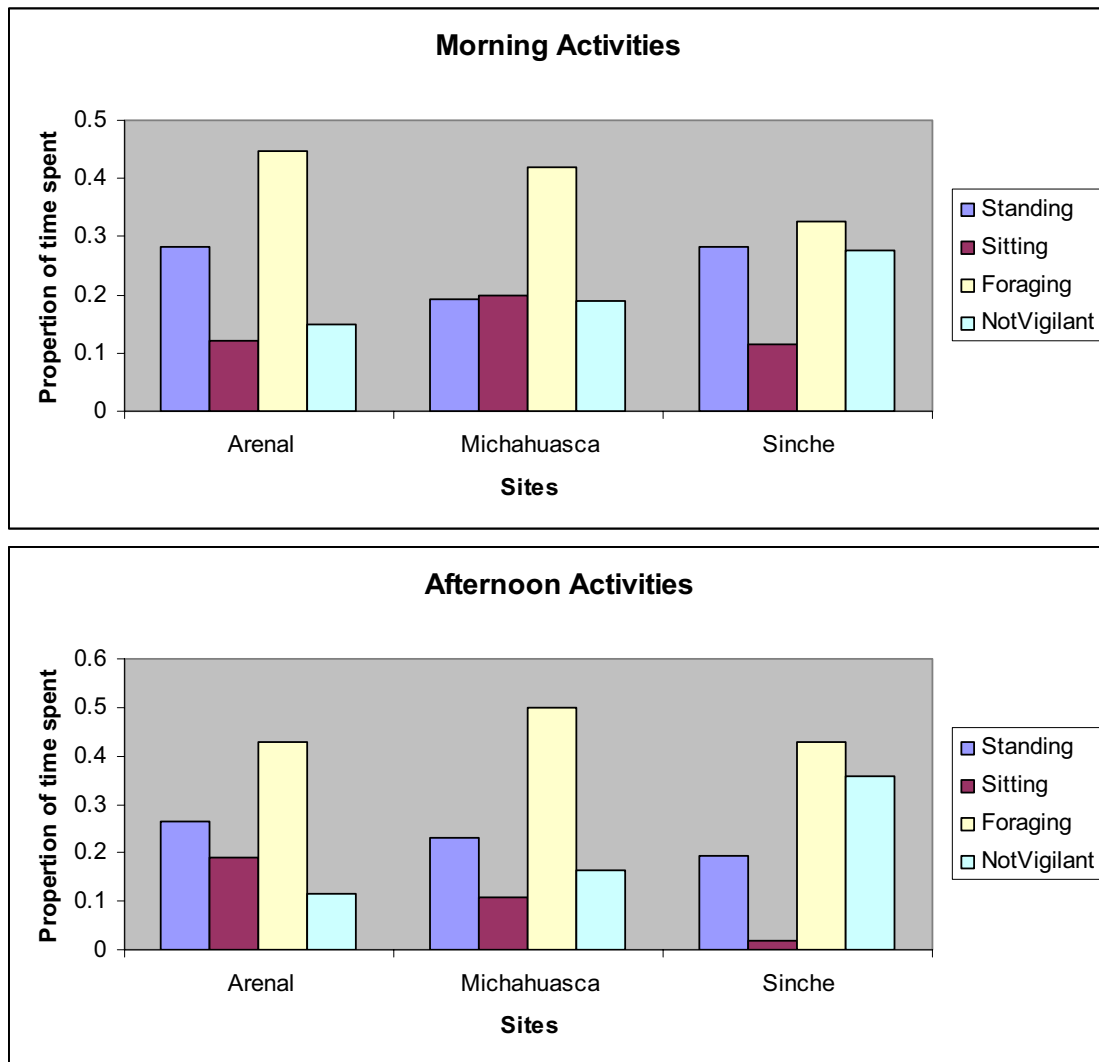


**Fig. 2. Patrón diario de la actividad de las vicuñas de los tres sitios del estudio, haciendo un promedio de las observaciones de la mañana y de la tarde y anotada como una proporción de tiempo total pasado en cuatro actividades por todos los miembros del grupo.**

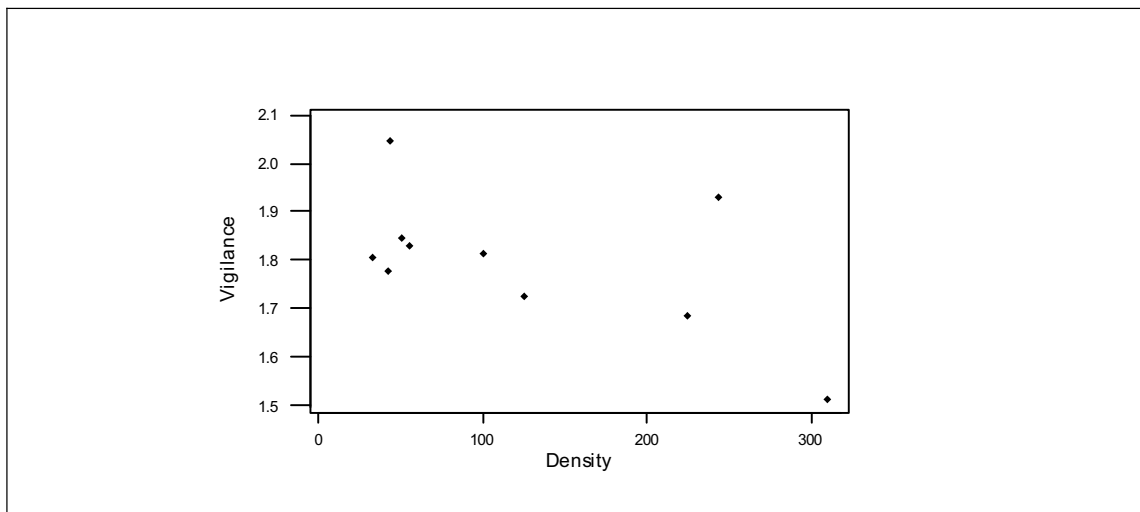


**Fig. 3. Comparación de actividades entre la mañana y la tarde**

No había diferencias significativas en actividad durante el tiempo soleado y el tiempo nublado ( $t = 1.66$ ,  $p = 0.101$ ,  $df = 58$ ), ni en comparar las observaciones de día y de tarde ( $p = 0.687$ ,  $df = 30$ ), que sugiere que las vicuñas lleguen a ser activos en cualquier momento del día (Fig 3). Un análisis segundo compare los actividades de la mañana y de la tarde (parado, sentado, forrajeando, y no vigilante) por unas “t-test” apareadas, que también no demostraron ningún diferencia en el comportamiento de la vicuña según la hora del día (Fig. 4; Cuadro 3). La vigilancia también no fue basada en densidad ( $p = 0.082$ , Fig. 5).



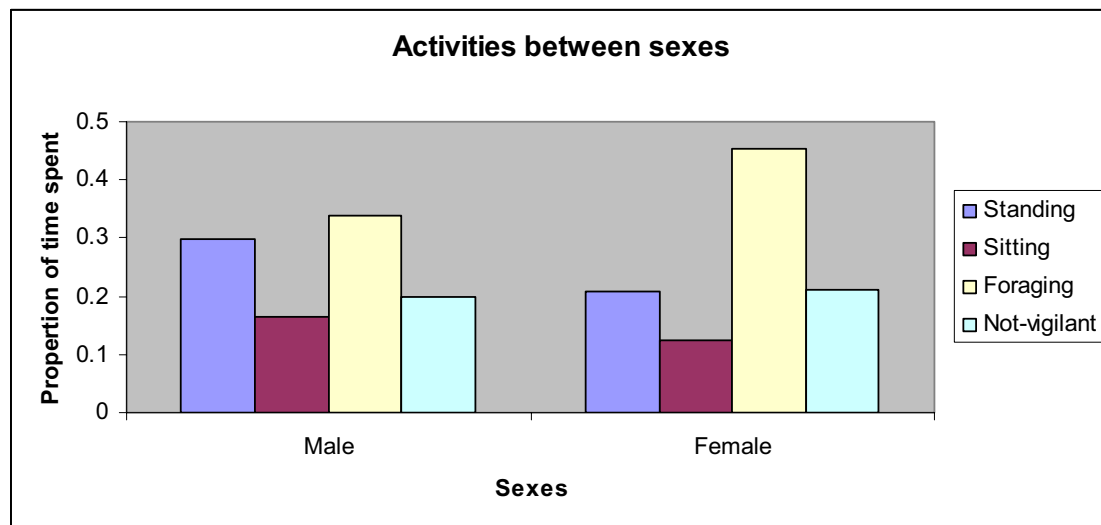
**Fig 4.** Un resumen de la proporción media de tiempo pasado en cuatro actividades de  $N = 60$  observaciones durante (a) la mañana y (b) la tarde



**Fig 5: Vigilancia y densidad ( $R^2 = 33.1$ ,  $F = 3.95$ ,  $p = 0.082$ ). Datos de vigilancia fueron transformados con arco seno; la densidad esta medida en vicuñas por km cuadrado, y las observaciones eran solamente de Arenal**

**Cuadro 3. “T-tests” aparados comparando actividades de la mañana y la tarde. El tamaño de la muestra (N=6 en cada categoría) es del total de los 10 observaciones de la misma categoría para el mismo sexo.**

| Vigilancia/variable de hora | N | Medio  | Dev. Est. | SE Medio | T-valor | P-valor |
|-----------------------------|---|--------|-----------|----------|---------|---------|
| Parado –Manana              | 6 | 2.677  | 0.974     | 0.398    | 0.75    | 0.48    |
| Parado-Tarde                | 6 | 2.382  | 0.719     | 0.294    |         |         |
| Diferencia                  | 6 | 0.294  | 0.975     | 0.391    |         |         |
| Sentado– Manana             | 6 | 1.608  | 0.768     | 0.314    | 0.80    | 0.46    |
| Sentado-Tarde               | 6 | 1.126  | 1.035     | 0.422    |         |         |
| Diferencia                  | 6 | 0.481  | 1.472     | 0.601    |         |         |
| Forrajeando -Manana         | 6 | 4.201  | 1.065     | 0.435    | -1.69   | 0.15    |
| Forrajeando-Tarde           | 6 | 4.833  | 0.690     | 0.282    |         |         |
| Diferencia                  | 6 | -0.632 | 0.913     | 0.373    |         |         |
| No vigilante –Manana        | 6 | 2.127  | 0.705     | 0.288    | -0.27   | 0.80    |
| No vigilante –Tarde         | 6 | 2.225  | 1.363     | 0.557    |         |         |
| Diferencia                  | 6 | -0.092 | 0.907     | 0.370    |         |         |

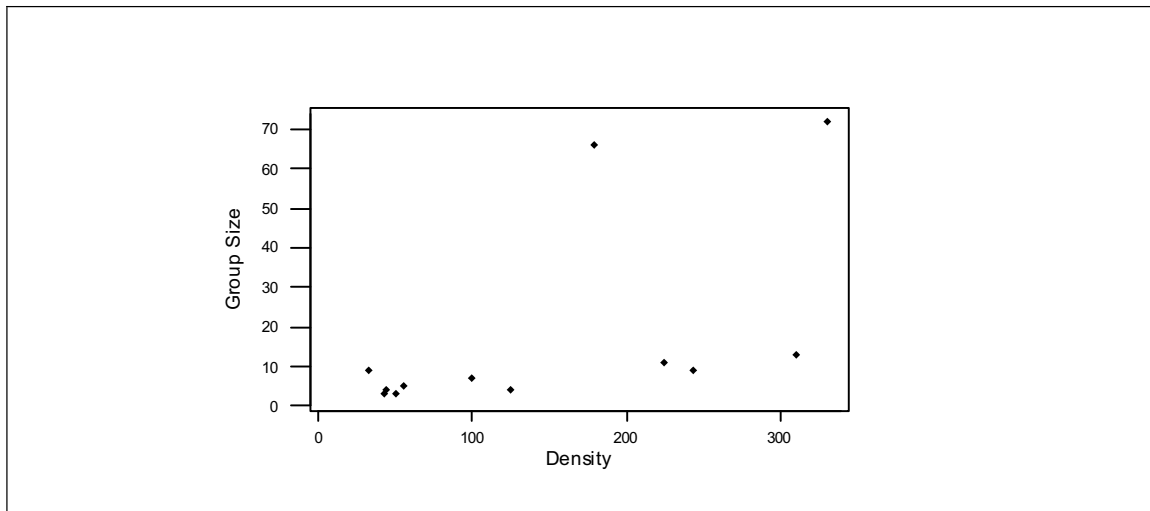


**Fig 6. Comparación de la proporción medio de tiempo pasado en varias categorías de actividades según el sexo**

**Cuadro 4. “T-tests” apareadas demostraron que los medios entre parado y forrajeando entre los sexos eran diferentes (N=60, P-valor < 0.05), mientras que sentado y no vigilante no eran diferentes (N=60, P-valor > 0.05).**

| Vigilancia entre los sexos | N  | Medio   | Dev. Est. | SE Medio | T-valor | P-valor |
|----------------------------|----|---------|-----------|----------|---------|---------|
| Paradomacho                | 60 | 0.3093  | 0.2698    | 0.0248   | 4.09    | 0.00    |
| Parada- hembra             | 60 | 0.1966  | 0.1521    | 0.0196   |         |         |
| Diferencia                 | 60 | 0.1127  | 0.2134    | 0.0275   |         |         |
| Sentado- macho             | 60 | 0.1290  | 0.2899    | 0.0374   | -3.50   | 0.71    |
| Sentado-hembra             | 60 | 0.1444  | 0.2374    | 0.0306   |         |         |
| Diferencia                 | 60 | -0.0154 | 0.3290    | 0.0425   |         |         |
| Forrajeando- macho         | 60 | 0.3996  | 0.2284    | 0.0295   | -3.50   | 0.00    |
| Forrajeando- hembra        | 60 | 0.5038  | 0.2339    | 0.0302   |         |         |
| Diferencia                 | 60 | -0.1041 | 0.2304    | 0.0297   |         |         |
| No vigilante               | 60 | 0.2273  | 0.2062    | 0.0266   | 0.76    | 0.45    |
| Hembra no vigilante        | 60 | 0.2079  | 0.2089    | 0.0270   |         |         |
| Diferencia                 | 60 | 0.0194  | 0.1981    | 0.0256   |         |         |

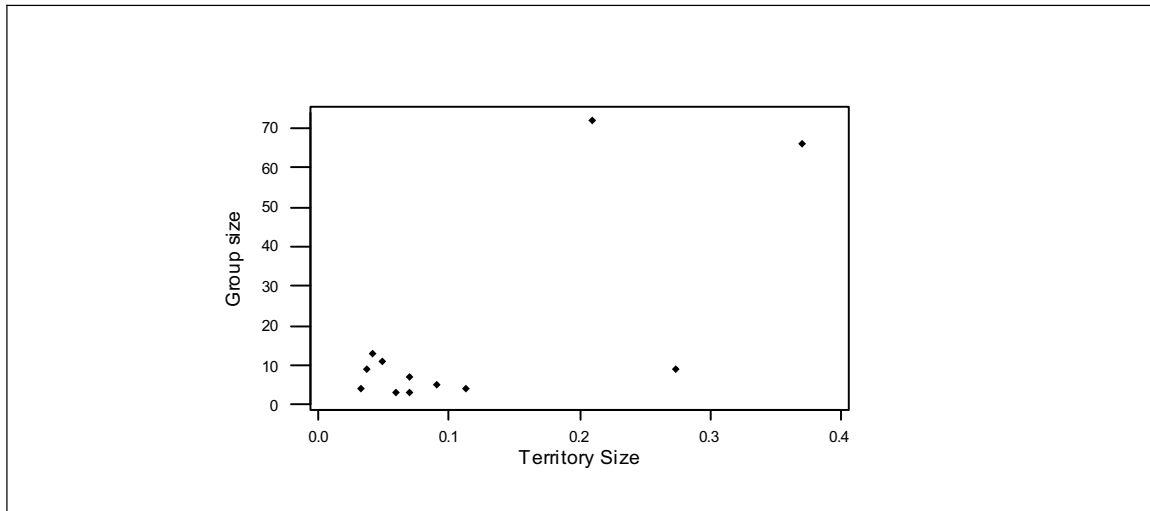
Las vicuñas machos pasaron mas tiempo parado en vigilancia y menos tiempo forrajeando que las vicuñas hembras; no había diferencia en la cantidad de tiempo pasado sentado o no vigilante (Fig. 6, Cuadro 4). No había relaciones significativas entre el tamaño del grupo y la densidad del grupo, que sugiere que la densidad no controla el tamaño del grupo (Fig 7, Cuadro 5). Tamaño del grupo se basa en el tamaño del territorio (Fig 8).



**Fig. 7. Vigilancia y densidad ( $R^2= 32.1$ ,  $F = 4.73$ ,  $p = 0.055$ ). Densidad fue medida en vicuñas por km cuadrado**

**Cuadro 5. Densidad de vicuña según el sitio y el territorio. Había 145 vicuñas/km<sup>2</sup> como promedio**

| Sitio<br>Territorio/código | Tamaño del grupo<br>Km <sup>2</sup> |    | Densidad/km <sup>2</sup> |
|----------------------------|-------------------------------------|----|--------------------------|
| Mechahuasca                | 0.370                               | 66 | 178.37                   |
| Sinche                     | 0.218                               | 72 | 330.00                   |
| Arenal/A                   | 0.090                               | 5  | 55.55                    |
| B                          | 0.113                               | 4  | 44.05                    |
| C                          | 0.070                               | 7  | 100.0                    |
| D                          | 0.042                               | 13 | 309.52                   |
| E                          | 0.070                               | 3  | 42.85                    |
| F                          | 0.049                               | 11 | 224.48                   |
| G                          | 0.273                               | 9  | 32.96                    |
| H                          | 0.037                               | 9  | 243.24                   |
| I                          | 0.032                               | 4  | 125.00                   |
| J                          | 0.059                               | 3  | 50.84                    |



**Fig 8. Tamaño del grupo y tamaño del territorio ( $R^2 = 51.9$ ,  $F = 10.80$ ,  $p = 0.008$ ).  
Tamaño del territorio es en km cuadrados**

## DISCUSION

### Los Efectos del Tiempo sobre la Actividad

Dentro de la gama de las condiciones del tiempo experimentadas en este estudio de las vicuñas, no se afectaron los comportamientos. Du Toit y Yetman (2005) estudiaron cuatro especies de pastando rumiantes y determinaron que su comportamiento se diferencio significativamente con los cambios en temperatura. Limites en este estudio puede explicar la falta de efectos de tiempo en el comportamiento; un limite es que todas las observaciones eran realizados en temperaturas relativamente frías ( $< 5^{\circ} \text{C}$ ), cuales disminuyen típicamente los niveles de vigilancia. Pájaros, por ejemplo, deben aumentar sus actividades de forraje en temperaturas ambientes y compensar en disminuyendo el tiempo pasado en vigilancia (Boysen et. al. 2001). Así, las temperaturas bajas peden ser entendidos como poniendo algunos animales bajo mayor riesgo de ser matados al mismo tiempo que las requisitos de energía aumentan como costes termorreguladores (Pravosudov and Grubb1995, Wiersma and Piersma 1994, Lima & Dill 1990). No hay evidencia que las temperaturas bajas ponían las vicuñas en este estudio bajo ningún riesgo.

Este estudio si demuestra que las vicuñas son afectadas por la velocidad del viento. La velocidad del viento alta puede hacerlo difícil de detectar depredadores aproximándose (Hilton et al. 1999). Las velocidades del viento de hasta 30 km/hr, como experimentado en regularmente en la Reserva de Fauna de Chimborazo, puede ser forzando las vicuñas a centrarse en manejar el riesgo de depredación a costa de otras actividades.

Aunque no era un resultado significativo, observe que durante el tiempo soleado, las vicuñas no eran tan tímidas como durante el tiempo nublado; eso implica que se sientan mas seguro durante el tiempo soleado. Cuando los animales se sientan inseguros ellos vuelvan mas vigilantes y huyen mas frecuentemente; esto era una observación mas común durante periodos nublados y ventosos, resultando en mas problemas en observándolas con un telescopio. Niebla y tormentas de polvo pueden haber afectado la vigilancia de la vicuña, pero no podría observar los animales durante el tiempo brumoso o cuando el polvo soplaba.

### **La vigilancia, actividades diurnas y el comportamiento social**

Las vicuñas en la Reserva de Fauna de Chimborazo aparecieron ser activos todo el día, forrajeando y respondiendo a los cambios ambientales. La mayor parte de las observaciones en este estudio demostraron que ellos dedicaron mucho tiempo a la vigilancia, mientras que comportamientos como descansar, socializar, y de huida eran raros. El comportamiento del forraje puede ser formado por el riesgo de inanición y el riesgo de depredación, y las demandas más altas de energía cuasas índices de inanición más altas (McNamara and Houston 1990). Si los individuos estén forrajeando más rápidos, esta para cumplir sus demandas para energía. Incluso mientras que forrajean, deben estar alertas para evitar de ser matados o depredados. Concluyo que el forraje es la parte más importante de las actividades de la vicuña, durante las cuales ellas se vuelvan vigilantes frecuentemente. Sobre todo el tipo de vigilancia de la cabeza por abajo fue observada en los grupos de vicuña, constantes con la terminología



utilizada por Lima y Bedkniff (1999). Sin embargo, los comportamientos de vigilancia cambiaron de acuerdo con la genera física de los hábitats. Por ejemplo, cuando las vicuñas estaban más cercanas a los caminos, mas frecuentemente ejercitaron la vigilancia de cabeza por arriba; la vigilancia de cabeza por abajo fue más común en localizaciones más aisladas o más seguras. Encontramos que las vicuñas las cuales probablemente se habituaron a las actividades humanas en Sinche disminuyen su vigilancia (Adams 2007).

Muchos científicos (ej., McNamara y Houston 1986) han sugeridos que los ungulados se comportan diferentemente según la hora del día. La tardanza física después de una búsqueda para forraje de alta calidad es un patrón de comportamiento diurno común. Puede ser predicho que los animales diurnos forrajean intensivamente en la mañana para rellenar sus estómagos; una vez que bastante energía haya sido obtenida para mediodía, descansan (se sientan o se acuestan) o socializan o aun vuelven agresivos. Sin embargo, mis observaciones no destaparon diferencia entre los comportamientos de mañana y de tarde en la vicuña.

No era posible de observar los grupos de vicuña por 24 horas; sin embargo, como los otros ungulados, las vicuñas deben tener patrones de actividades diferentes durante la noche y durante el día. Du Toit y Yetman (1995) sugirieron que animales con cuerpos mas grandes tienen que forrajear durante todas las horas del día, y así son más susceptibles a las limitaciones termorreguladores en el forraje. Las vicuñas pueden ser más exitosos a seleccionar hierbas de calidad durante las horas de la luz del día, y, por lo tanto, hacen la mayor parte de su reclinación y socialización durante la noche. Su respuesta más estresante, la huida, puede ocurrir sobre todo durante el día, aunque no fue observado en este estudio excepto cuando huyan en la observación de vehículos motorizados acercándose. Patrones diurnos pueden variar según los hábitats en la Reserva de Fauna de Chimborazo. Por ejemplo, cuando las vicuñas tienen que caminar

mucho para tomar agua en Arenal, ellos probablemente se cansen y después de algunas horas de pastar, se sienten o descansan.

La vigilancia se ha ido sugiriendo en algunos animales de tener una función social (ej., alce, *Cervus elaphus*, Lung y Childress 2007). Los estudios han sugerido que la agresión es una de las actividades que ocurre con vigilancia, pero no fue observado en las vicuñas. Otros han sugerido que los individuos en los bordes de los grupos y las hembras con terneros son más vigilantes; estas diferencias no eran observadas en las vicuñas. En lugar de eso, aunque ellos son animales sociales y forrajean frecuentemente con animales domésticos, un grupo de vicuña una vez fue observada huyendo en la vista de un cerdo muy pequeño; esta observación implica que las vicuñas no socializan con animales que no comparten los mismos hábitos de forraje.

La calidad de hábitats puede ser un desafío para las vicuñas en la Reserva de Fauna de Chimborazo. Por ejemplo, las vicuñas en El Arenal se obligan de pastar la vegetación con la biomasa muy baja. El esfuerzo adicional de seleccionar plantas de alta calidad de este sitio puede significar que los índices de mortalidad son más altos que para las vicuñas de Sinche o Mechahuasca. Además, situaciones hipotéticas, como que el forraje se vuelva no aprovechable como la presión de los animales domésticos aumenta, puede algún día poner mas presión en los grupos de vicuña de Sinche o Mechahuasca de cambiar su comportamiento. Concluyo que las vicuñas que yo observé no tenían un patrón de comportamiento fiable según la hora del día, pero el desafío de adaptar a su hábitat Nuevo todavía es la determinante principal de comportamiento en las vicuñas de Chimborazo.

### **Diferencias en el comportamiento según el sexo**

Según la hipótesis del presupuesto de actividad, machos y hembras coespecíficas diferenciaran en el tiempo pasado en comportamientos diferentes (Ruckstuhl and Neuhaus 2002). Sin embargo, basado en mi observación y

análisis del comportamiento de vicuña, no había diferencias importantes entre los sexos. Los machos frecuentemente estaban parados y observados en escanear, pero después de asegurar que ellos y su grupo eran seguros, continuaron pastando, descansando o socializando como antes. Aunque los machos no eran observados sentando tan frecuente como las hembras, la comparación no es significativa.

En la mayoría de especies de ungulado social, los machos son mas grandes que las hembras (Ruckstuhl and Neuhaus 2002). En este estudio, a pesar de su tamaño de cuerpo más grande, las vicuñas machos forrajean menos que las hembras, ocupando su tiempo más en actividades de vigilancia. Las hembras forrajean en comida de calidad más baja que los machos en la mayoría de los ungulados, requiriéndolos a pasar más tiempo en forraje que los machos. Esta relación también se encuentra de variar con la estación. Por ejemplo, Koga y Oni (1994) encontraron en los venados machos de Sika (*Cervus nippon*) que el tiempo de alimentación disminuyo durante la estación de crianza, cuando el tiempo pasado en actividades sociales se aumento; después de que la estación de crianza termino, los machos adultos pasaron mas tiempo en alimentación que las hembras. De mis observaciones de las vicuñas, no podía ser concluido que las vicuñas hembras comían el forraje de calidad mas baja que los machos. Igualmente, no podía comparar los machos criando y no criando.

### **Densidad, tamaño del grupo y comportamientos de vigilancia**

Los estudios sobre la relación entre la vigilancia y la densidad en los ungulados son muy limitados comparados con los estudios sobre la vigilancia y el tamaño del grupo. En este estudio, la relación entre la vigilancia y la densidad de la vicuña puede ser explicada básicamente por la relación entre la vigilancia y el tamaño del grupo. Esta relación no es sencilla, a lo menos. El tamaño de la presa, los requerimientos de alimentación, el hábitat y la competencia determinan el tamaño del grupo. Esta hipótesis incluya que aumentaciones en el tamaño del grupo que ocurren con tiempos de forraje mas largas se relacionan con la

calidad del hábitat. En el caso de la vicuña, no podía investigar si el tamaño del grupo esta influenciado por estos factores. Unos estudios realizados con varios herbívoros relacionando el tamaño del grupo y la densidad de la población, incluyendo con el canguro gris del este (Macropus giganteus; Taylor 1982), demostró que el tamaño del grupo se aumento con la densidad de la población, pero mis observaciones no encontraron que el tamaño del grupo se relacionó con la densidad en la vicuña. En el caso de las vicuñas, especialmente del Arenal, parece que los tamaños de los grupos están aumentando con los dinámicos de la población desestabilizando que también contribuyen a la degradación del ambiente.

Cresswall (1994) encontró que el riesgo de depredación disminuyo con el tamaño del grupo aumentándose. Cuando el tamaño del grupo se aumenta, hay mas ojos disponibles para escanear el entorno para detector depredadores, resultando en una predicción que la vigilancia individua disminuya (ej., Lima 1990; Roberts 1996); sin embargo, otros (ej., McKinsty y Knight 1993) mostraron que hay una relación positiva entre el tamaño del grupo y la vigilancia individua. Algunos ungulados establecen grupos grandes para estratégicamente evitar los depredadores y para optimar el comportamiento del forraje (Kie 1999), ya que los grupos grandes tienen una probabilidad mejor de detectar los depredadores (Da Silva y Terhune, 1988). Mientras que el tamaño del grupo se aumenta, la competición coespecífica se aumenta también, y en este estudio, hay una relación entre el tamaño del grupo y el tamaño del territorio. De hecho, el efecto principal del tamaño del grupo se puede ver en la biomasa de alimentación en la Reserva. Si la biomasa disminuya como resultado grupos grandes forrajeando juntos entonces todos los animales tienen disponible una calidad de alimentación más baja (ej., Klein 1981). De la perspectiva a largo plazo, una consecuencia de la densidad alta o los tamaños de los grupos grandes es la competición para alimentación aumentada, últimamente llevando a la mortalidad aumentada en las vicuñas. La competición inter-específica para

alimentación puede forzar las vicuñas a buscar nuevos hábitats, pero la presión de los animales domésticos puede prevenir tal extensión de su gama.

La vigilancia puede relacionarse con el comportamiento del forraje en la vicuña, como con los ungulados en general. Como Donadio y Buskirk sugerían (2006), ni el tamaño del grupo ni la composición del grupo influyen la frecuencia de la huida y la distancia de huida (Adams 2007). La vigilancia puede ser asociada con el riesgo de depredación. Algunos científicos han interpretado la disminución de vigilancia como una respuesta al riesgo de depredación disminuido en los grupos más grandes (ej., Beauchamp 2002). Podría ser varios mecanismos implicados en la declinación, y la densidad es uno de esos que puede desempeñar un papel en la determinación del riesgo de depredación: con la densidad más baja ocurre un riesgo más alto de depredación. El tamaño del territorio también puede desempeñar un papel en la determinación del nivel de vigilancia, y el nivel de vigilancia de la vicuña puede ser mas baja en los sitios mas visibles que en el bosque cerrado o la pradera. Watson et al. (2007) encontraron que la vigilancia es significativamente mas alta cuando perdices individuos (*Perdix perdix*) se alimentaron en grupos mas pequeños y en vegetación mas alta, porque el riesgo de depredación es mas alto en la vegetación mas alta, y sugirieron que las aumentaciones en la densidad de la perdiz y la modificación de su hábitat puede disminuir la mortalidad. Si eso pasa con la perdiz, puede pasar también con las vicuñas.

## **IMPLICACIONES PARA GERENCIA**

Resumiendo, varias hipótesis basadas en las observaciones de otros ungulados no son apoyadas por mis observaciones de los comportamientos de las vicuñas introducidas en la Reserva de Fauna de Chimborazo. De hecho, si el desafío de adaptar a su hábitat Nuevo sigue siendo la determinante primaria del comportamiento en las vicuñas de Chimborazo, los encargados de la gama deben considerar la disponibilidad de las fuentes de alimentación, si va a ser

una población de vicuña en expansión. Para minimizar la presión del pasto en la Reserva y para evitar que las vicuñas sean socializadas con los otros animales domésticos, los encargados deben proteger las gamas de ser pastados por las manadas domésticas. El encargado también debe trabajar con las comunidades locales para manejar las tierras privadas de pasto para sus animales domésticos. El estudio futuro lo mas importante puede ser de estimar la cantidad de alimentación para una vicuña según el sexo. La comprensión del comportamiento de la vicuña puede contribuir a la formulación de un plan de gerencia eficaz para que la Reserva pueda alcanzar los objetivos de biodiversidad deseados.

### **LITERATURA CITADA**

Adams, J. 2007. Effects of habituation to human activity on vigilance and flight behavior of vicuñas on Chimborazo Faunal Reserve in Ecuador, Undergraduate thesis, University of Guelph, Ontario, Canada.

Arzamendia, Y., Cassini, M.H. and Villa, B.L. 2006. Habitat use by Vicugna vicugna in Laguna Pozuelos Reserve, Jujuy, Argentina. *Oryx* 40: 198-203.

Bonacic, C. and Macdonald, D.W. 2003. The physiological impact of wool-harvesting procedures in vicuñas (*Vicugna vicugna*). *Anim. Welfare* 12: 387-402.

Brown, J.S. 1999. Vigilance, patch use and habitat selection: foraging under predation risk. *Evol. Ecol. Res.* 1: 49-71.

Brown, B.W. 2000. A review on reproduction in South American camelids. *Anim. Reprod. Sci.* 58:169-195.

Boysen, A.F., Lima, S.L. and Bakken, G.S. 2001. Does the thermal environment influence vigilance behavior in dark-eyed juncos (*Junco hyemalis*)? An approach using standard operative temperature. *J. Therm. Biol.* 26: 605-612.

Beauchamp, G. 2003. Group-size effects on vigilance: a search for mechanisms. *Behav. Proc.* 63: 111-121.

Cresswell, W. 1994. Flocking is an effective anti-predation strategy in redshanks, *Tringa totanus*. *Anim. Behav.* 47: 433-442.

Da Silva, J. and Terhune, J.M. 1988. Harbour seal grouping as an anti-predator strategy. *Anim. Behav.* 36: 1309-1316.

Donadio, J. and Buskirk, S.W. 2006. Flight behavior in guanacos and vicuñas in areas with and without poaching in western Argentina. *Biol. Conserv.* 127: 139-145.

Du Toit, J.T. and Yetman, C.A. 2005. Effects of body size on the diurnal activity budgets of African browsing ruminants. *Oecologia* 143: 317-325.

Elgar, M.A. 1989. Predator vigilance and group size in mammals and birds: a critical review of the empirical evidence. *Biol. Rev.* 64: 13-33.

Gonzalez, B.A., Palma, R.E., Zapata, B. and Marín, J.C. 2006. Taxonomic and biogeographical status of guanaco *Lama guanicoe* (Artiodactyla, Camelidae), *Mammal. Rev.* 36: 157-178.

Grubb, 2005. Order Artiodactyla. Pages 637-722 in D.E. Wilson and Reeder, D.M. (eds). *Mammal Species of the World, a Taxonomic and Geographic Reference*. John Hopkins University Press, Baltimore.

Hilton, G. M., Ruxton, G.D. and Cresswell, W. 1999. Choice of foraging area with respect to predation risk in redshanks: the effects of weather and predator activity. *Oikos* 87: 295- 302.

Kie, J. G. 1999. Optimal foraging and risk of predation: effects on behavior and social structure in ungulates. *J. Mammal.* 80: 1114-1129.

Kelly, J.P., Warnock, N., Page, G.W. and Weathers, W.W. 2002. Effects of weather on daily body mass regulation in wintering dunlin. *J. Exper. Biol.* 205: 109-120.

Koga, T. and Ono, Y. 1994. Sexual differences in foraging behavior of Sika deer, *Cervus nippon* *J. Mammal.* 75: 129–135

Lima, S.L 1990. The influence of models on the interpretation of vigilance. Pages 246-267 in Bekoff, M. and Jamieson D. (eds). *Interpretation and explanation in the study of animal behaviour*, vol 2. Explanation, evolution and adaptation. Westview Press, Boulder, Colo.

Lima, S.L and Dill, L.M. 1990. Behavioural decisions made under the risk of predation: a review and prospectus, *Can. J. Zool.* 68: 619-640.

Lima, S.L and Bednekoff, P.A. 1999. Back to the basics of antipredatory vigilance: can nonvigilant animals detect attack?. *Anim. Behav.* 58:537-543

Lung, M.A. and Childress, M.J 2007. The influence of conspecifics and predation risk on the vigilance of elk (*Cervus elaphus*) in Yellowstone National Park Behav. Ecol. 18: 12-20.

McKinstry, M.C. and Knight, R.L. 1993. Foraging ecology of wintering black-billed magpies. Auk 110: 632-635.

Meyer, M.D. and Valone, T.J. 1999. Foraging under multiple costs: the importance of predation, energetic, and assessment error costs to a desert forager. Oikos 87: 571-579.

McNab, B.K 1963. Bioenergetics and the determination of home range size. Amer. Nat. 97: 133-140.

Masman, D., Gordijn, M., Daan, S. and Dijkstra, C. 1986. Ecological energetics of the kestrel *Falco tinnunculus* field estimates of energy intake throughout the year. Ardea 74:24-39.

McNamara, J.M. and Houston, A. 1986. The common currency for behavioral decisions. Amer. Nat. 127: 358-378.

McNamara, J.M. and Houston, A.I. 1990. The value of fat reserves and the trade-off between starvation and predation. - Acta. Biotheor. 38: 37-61.

Ministerio del Ambiente 2008. Ministerio del Ambiente, Gobierno del Ecuador [http://www.ambiente.gov.ec/paginas\\_espanol/4ecuador/docs/libro/20-SCRPF%20Chimborazo.pdf](http://www.ambiente.gov.ec/paginas_espanol/4ecuador/docs/libro/20-SCRPF%20Chimborazo.pdf) Online access May 12, 2008

Moreira, F. 2006. Group size and composition are correlated with population density in the group-territorial blue korhaan (*Eupodotis caerulescens*) Afr. J. Ecol. 44: 444-451.

Pöysä, H. 1994. Group foraging, distance to cover and vigilance in the teal, *Anas crecca*. Anim. Behav. 48: 921-928.

Puig, S., Videla, F., Monge, S. and Roig, V. 1996. Seasonal variations in guanaco diet and in food availability in Northern Patagonia, Argentina. J. Arid Environ. 34: 215-224.

Puig, S., F. Videla, F., Cona, M. I. and Monge, S. A. 2001. Use of food availability by guanacos (*Lama guanicoe*) and livestock in Northern Patagonia (Mendoza, Argentina). J. Arid Environ. 47: 291-308.

Quenette, P.Y. 1990. Functions of vigilance in mammals: a review. Oecologia 6: 801-818. 28



Roberts, G. 1996. Why individual vigilance declines as group size increases. *Anim. Behav.* 51: 1077-1086.

Ruckstuhl, K.E. 1999. To synchronise or not to synchronise: a dilemma for young bighorn males? *Behaviour* 136: 805-818.

Ruckstuhl, K. E., and P. Neuhaus. 2002. Sexual segregation in ungulates: a comparative test of three hypotheses. *Biol. Rev.* 77: 77-96.

Sokal, R.R. and Rohlf, J.F. 1981. *Biometry*. 2nd ed. W.H. Freeman and Company, New York.

Taylor, R.J. 1982. Group size in the eastern grey kangaroo, *Macropus giganteus*, and the wallaroo, *Macropus robustus*. *Austr. Wildl. Res.* 9: 229-237.

Torres, H. 1992. *South American Camelids: An Action Plan for their Conservation*. IUCN, Gland, Switzerland.

Veasy, J.S., Waran, N.K. and Young, R.J. 1996. On comparing the behaviour of zoo housed animals with wild conspecifics as a welfare indicator. *Anim. Welfare* 5: 13-24.

Pravosudov, V.V. and Grubb, T.C. 1995. Vigilance in the tufted titmouse varies independently with air temperature and conspecific group size. *Condor* 97: 1064-1067.

Watson, M., Aebischer, N.J. and Cresswell, W. 2007. Vigilance and fitness in grey partridges *Perdix perdix*: the effects of group size and foraging-vigilance trade-offs on predation mortality. *J. Anim. Ecol.* 76: 211-221.

Wheeler, J.C. 1995. Evolution and present situation of South American Camelidae. *Biol. J. Linn. Soc.* 54: 271-295.

Wiersma, P. and Piersma, T. 1994. Effects of microhabitat, flocking, climate and migratory goal on energy expenditure in the annual cycle of red knots. *Condor* 96: 257-279.