

Testikellängd hos svenska alpachahanar

Johanna Puhakka



*Uppsala
2015*

Examensarbete 30 hp inom veterinärprogrammet

*ISSN 1652-8697
Examensarbete 2015:51*

Testikellängd hos svenska alpackahanar

Length of the testicles in Swedish alpacas

Johanna Puhakka

Handledare: Renée Båge, Institutionen för kliniska vetenskaper

Biträdande handledare: Jane Morrell, Institutionen för kliniska vetenskaper

Biträdande handledare: Maria Celina Abraham, Institutionen för kliniska vetenskaper

Examinator: Lennart Söderquist, Institutionen för kliniska vetenskaper

Examensarbete i veterinärmedicin

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A2E

Kurskod: EX0736

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2015

Delnummer i serie: Examensarbete 2015:51

ISSN: 1652-8697

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: alpacka, pubertet, könsmognad, testikel

Key words: alpaca, puberty, sexual maturity, testicle

Fotoarafi förstasidan: Johanna Puhakka

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för kliniska vetenskaper

Sammanfattning

Alpackor blir alltmer populära som ullproducenter och sällskapsdjur, både i Sverige och i övriga världen. Detta ökar kraven på ett effektivt avelsarbete, i synnerhet då alpackor av naturen har en långsam reproduktion. En viktig del i det arbetet är att kunna skilja ut och använda lovande avelshanar så tidigt som möjligt och att undvika tjuvparning med mindre lämpliga hanar. I litteraturen anges att alpackor uppnår puberteten någon gång mellan 1 och 3 års ålder, vilket är ett stort spann. Puberteten är dock en successiv process med många olika definitioner, bland annat fullt utvecklade könsorgan, libido och en viss minimikoncentration av spermier i ejakulatet. Syftet med detta arbete var att undersöka vid vilken ålder alpackahanar i Sverige kan förväntas börja producera spermier genom att mäta och använda testikellängden som en indirekt indikator på testikelns spermieproducerande förmåga, samt att undersöka om åldern var kopplad till individens hull vid denna tidpunkt.

I denna studie mättes testiklarna på totalt 72 alpackahanar i åldern 1-4 år. Hullet bedömdes på dessa i enlighet med en standardiserad hullbedömningsskala. Sedan gjordes en statistisk regressionsanalys för att undersöka korrelationen mellan testikellängd, hull och ålder.

Den genomsnittliga testikellängden samt dess variation i de tre åldersgrupperna 1-2 år, 2-3 år och 3-4 år var 3,4 cm (2,5-4,4), 4,3 cm (3,4-5,2) respektive 4,7 cm (4,1-5,6). Hullbedömningen visade att alpackahanarna i studien generellt hade ett hull som var medelgott eller över medelgott. Den statistiska analysen visade en korrelation mellan ålder och hull, ålder och testikellängd samt mellan hull och testikellängd. Den statistiska modellen blev dock sämre då alla tre variablerna inkluderades och den bästa modellen innehöll enbart testikellängd och ålder, inte hull.

Enligt en studie kan en testikellängd på 4 cm användas som ett tröskelvärde för att indikera testikelns spermieproducerande förmåga, även om stora variationer mellan individer finns. Vi fann i vår undersökning av svenska alpackahanar att i de tre åldersgrupperna 1-2 år, 2-3 år och 3-4 år hade 27 %, 75 % respektive 100 % av hanarna uppnått en medeltestikellängd på ≥ 4 cm. Genom att tolka dessa siffror med hjälp av resultaten från en tidigare studie skulle vi kunna förvänta oss en spermieproduktion i varierande grad hos 31 %, 57 % respektive 70 % av de undersökta djuren i de tre åldersgrupperna.

Resultaten indikerar alltså att det verkar finnas en stor variation i när svenska alpackahanar kan förväntas börja producera spermier, vilket stämmer överens med litteraturen. Denna variation kan inte förklaras av skillnaderna i hull, utan det finns troligen andra, t.ex. genetiska, faktorer, som är viktigare, varför mer forskning behövs. De uppmätta testikellängderna i den här studien var generellt större än de som rapporterats från Peru, men ligger däremot i linje med de som rapporterats i en studie från Australien. Dessa skillnader beror troligen på skillnader i skötsel och utfodring mellan länderna. Med tanke på den stora åldersvariationen vad gäller spermieproduktion blir rekommendationen utifrån våra resultat att mäta testiklarnas längd på unga alpackahanar för att få en indikation på deras spermieproducerande förmåga. Testikellängden bör sedan tolkas tillsammans med andra tecken på pubertet, t.ex. intresse för hondjur, för att få en uppfattning av hur långt varje individ har kommit i utvecklingen.

Summary

The popularity of alpacas is increasing, in Sweden as well as in the rest of the world. They are being kept for their fibre and as pets. Since alpacas by nature have a long generation time, an efficient breeding program is crucial. The individual male has a greater impact on the population than the individual female, so an important factor is to identify the promising males at a young age and use them for breeding as early as possible. Previous studies indicate that male alpacas reach puberty at 1-3 years of age, which is a considerable time span.

Puberty is not a single point in time, but an ongoing process. There are many different definitions of puberty in the literature, including fully developed genitalia, libido and a minimum concentration of sperm in the ejaculate. The aim of this study was to find out at what age Swedish alpacas can be expected to start producing sperm, by using the testicular length as an indirect indicator of sperm production. We also examined whether this age seems to be affected by the body condition of the animal.

A total of 72 male alpacas of ages 1-4 years were included in this study. The length of their testicles was measured with callipers and the body condition was graded according to a standardized score 1-5. A statistical regression analysis was then performed.

The average testicular length and its range was 3,4 cm (2,5-4,4), 4,3 cm (3,4-5,2) and 4,7 cm (4,1-5,6) in the age groups 1-2 years, 2-3 years and 3-4 years, respectively. The alpacas in this study generally had a moderate to high moderate body condition. There were correlations between age and body condition, age and testicular length, and body condition and testicular length. The statistical model did not improve, however, by including all three of the variables, and the best model included only testicular length and age, not body condition.

According to one study a testicular length of 4 cm can be seen as a threshold for sperm production, although there are large individual variations. In this study 27 %, 75 % and 100 % of the animals in the age groups 1-2 years, 2-3 years and 3-4 years, respectively, had a testicular length ≥ 4 cm. When these results are interpreted by using the results from another study we found that we could expect 31 %, 57 % and 70 % of the animals in the three age groups, respectively, to produce sperm.

These results indicate that there is a wide variation as to when male alpacas in Sweden can be expected to start producing sperm. This variation cannot be fully explained by the differences in body condition, so there are probably other factors, such as genetics, affecting the development of the testicles. More research is needed in this area. Swedish alpacas seem to generally have larger testicles than alpacas in Peru. The testicular lengths of Swedish alpacas are, however, in line with those reported in a study from Australia. This is probably due to differences in feeding between the countries.

Considering the variation in the age when sperm production starts, our recommendation would be to measure the testicular length of each young, male alpaca, to get an indication of their ability to produce sperm. The testicular length should be interpreted together with other signs of puberty, such as libido, to evaluate the maturity of each individual male.

INNEHÅLL

Begrepp och definitioner.....	1
INLEDNING.....	2
Syfte.....	2
LITTERATURÖVERSIKT	3
Vad är en alpaka?	3
Grundläggande fakta	3
Indelning och historia	3
Alpackor i Sverige	5
Reproduktion hos alpackahanar	6
Anatomi	6
Pubertet.....	8
Kastration	9
Sexuellt beteende.....	10
Artificiell insemination	11
Hull och hullbedömning	12
MATERIAL OCH METODER.....	13
Djurmaterial	13
Testikelmätning.....	13
Hullbedömning	14
Statistisk bearbetning.....	14
RESULTAT	14
DISKUSSION	18
Konklusion	21
TACK	22
REFERENSER	23
BILAGA 1	

Begrepp och definitioner

Det finns ingen konsensus vad gäller benämningen av kön hos alpackor i Sverige. I studier används ofta de spanska orden *macho* och *hembra* eller de svenska orden hane och hona. I praktiken används däremot ofta de ekvina benämningarna hingst och sto, vilket kan tyckas märkligt med tanke på att alpackor är närmare besläktade med idisslare än hästar. I denna studie används för tydlighetens skull de artneutrala orden hane och hona.

INLEDNING

Alpackor är traditionellt mycket viktiga för befolkningen i Andernas högland, både som ull- och köttproducenter. Under de senaste 30 åren har dock intresset för alpackor ökat stort även i västvärlden. I länder som Australien, Nya Zeeland och USA ökar den kommersiella uppfödningen av alpackor för både ull och sällskap (Brown, 2000) och även i Sverige ses en klar ökning (Catrin Åsén, personligt meddelande 2014).

Reproduktionen hos alla kamelider, inklusive alpackor, skiljer sig mycket från den hos övriga tamdjur, vilket gör behovet av ny forskning stort. Tidigare har studierna framför allt fokuserat på hondjuren och Bravo (2013) påpekar att det för varje artikel som publiceras om handjur publiceras sex om hondjuren. En anledning till bristen på studier om handjur är att det är svårt att både samla sperma och att studera den. På senare år har dock intresset för handjuren ökat i och med det ökade intresset för artificiell insemination (AI) (Bravo, 2013). Fördelarna med AI är många. En stor fördel är att AI minskar risken för smittspridning genom möjligheten att transportera genetiskt material istället för levande djur. För Sveriges del är detta särskilt värdefullt då vi i dagsläget har ett gott smittoläge jämfört med andra alpackaländer vad gäller bland annat bovin tuberkulos (SVA, 2014). Ett minskat antal transporter av levande djur ger även en fördel vad gäller djurvälstånd. AI har även fördelar på hemmaplan, bland annat genom att honor och hanar inte behöver träffas, vilket minskar risken för skador och smittspridning vid betäckning. En annan fördel är att en hane kan befrukta fler honor genom AI jämfört med vid vanlig betäckning, vilket gör att de bra hanarna kan användas mer. Detta i sin tur ger snabbare avelsframsteg, vilket är värdefullt då alpackor av naturen har en långsam generationstid på grund av lång dräktighet och endast en unge per hona och år.

En viktig del i att kartlägga hanarnas reproduktion är att veta när puberteten kan förväntas inträda. Detta är viktigt av flera skäl. Det mest påtagliga för alpackaägaren är kanske att veta när unga hanar och honor bör separeras för att undvika parning av misstag och spridning av icke-önskvärda gener. En annan anledning är att kunna använda bra hanar i avel så tidigt som möjligt samt att kunna rekommendera när sämre hanar bör kastreras. I ett vidare perspektiv kan tidpunkten för pubertetens inträdande även användas som en indikator på djurvälstånd, både på gårdsnivå och nationellt, i och med att pubertetens inträdande påverkas av djurets tillväxt och hull. I litteraturen anges ett brett spann för när alpackahanar blir könsmogna. Oftast anges att det sker mellan 1 och 3 års ålder, men det finns författare som anger att det kan ske både tidigare och senare än så (Smith *et al.*, 1994; Galloway, 2000). Puberteten är dock ingen enskild tidpunkt, utan en pågående process med många olika definitioner i litteraturen. Galloway (personligt meddelande, 2014) föreslog att alpackor kan anses ha genomgått puberteten då de kan genomföra en betäckning med dräktighet som resultat, vilket innebär att de måste ha utvecklade könsorgan, könsdrift samt producera spermier.

Syfte

Syftet med detta arbete var att undersöka vid vilken ålder alpackahanar i Sverige kan förväntas börja producera spermier genom att mäta och använda testikellängden som en indirekt indikator på testikelns spermieproducerande förmåga, samt att undersöka om åldern var kopplad till individens hull vid denna tidpunkt.

LITTERATURÖVERSIKT

Vad är en alpacka?

Grundläggande fakta

En vuxen alpacka väger 55-90 kg och har en mankhöjd på 76-96 cm. Alpackor delas in i två varianter; huacaya och suri (Figur 1). I Peru är 90 % av alpackorna av varianten huacaya (Fowler, 2010). Skillnaden mellan dessa är framför allt ullfibrernas utseende, där huacayans är kortare och rakare, medan surins är längre och vågigare. (Bornstein & de Verdier, 2010). Alpackor klippas en gång om året och i Sverige sker det normalt under våren innan sommarvärmen kommer. Då surins ull inte är lika isolerande som huacayans kan de dock klippas vartannat år (Alpackaföreningen, 2013).



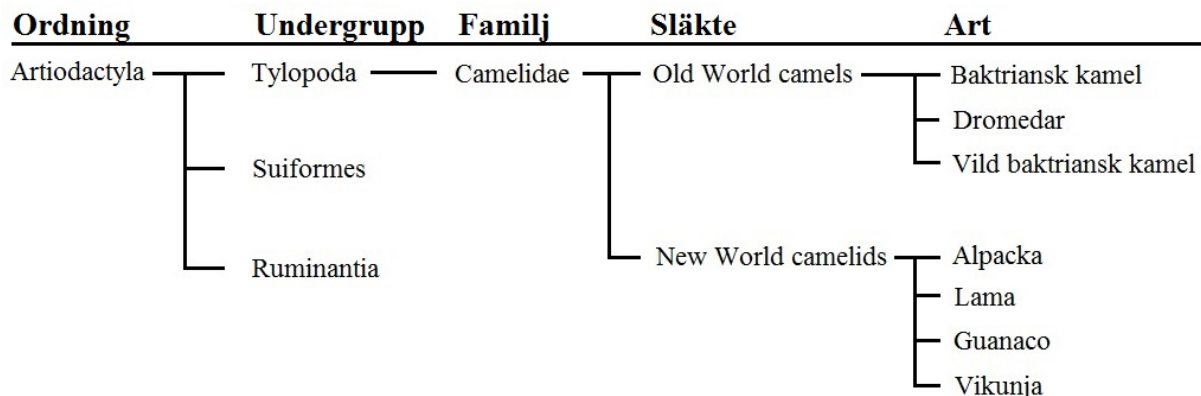
Till skillnad från alpackans vilda släktingar, som endast förekommer i en färg, förekommer alpackans ull i 22 olika hela färger. Utöver dessa finns det även flerfärgade individer. Alpackor blir normalt ca 20 år gamla (Alpackaföreningen, 2013).

Figur 1: Närmast kameran ses en helvit suri, omgiven av huacayas. Längst till vänster ses en lama. Foto: Renée Båge

Indelning och historia

Alpackor tillhör ordningen partåiga hovdjur (Artiodactyla). Denna ordning delas för närvarande in i tre undergrupper; Suiformes, Ruminantia och Tylopoda (Figur 2). Inom Suiformes återfinns t.ex. svindjur och flodhästar, medan Ruminantia innehåller bland annat nötkreatur och hjortdjur. Alpackan återfinns i undergruppen Tylopoda och i dess enda familj, som kallas kameldjur eller kamelider (Camelidae). Denna familj delas in i två släkter som i engelskspråkig litteratur benämns Old World camels och New World Camelids. Dessa skiljdes troligen åt för ungefär tre miljoner år sedan när de första kameliderna migrerade till Sydamerika. I det förstnämnda släktet återfinns de afrikanska och asiatiska kameldjuren med bland annat den baktrianska tvåpucklade kamelen och dromedaren. I släktet New World Camelids (som även kallas South American Camelids) återfinns alpackan (*Lama pacos*) och laman (*Lama glama*), samt deras vilda släktingar guanaco (*Lama guanicoe*) och vikunjan (*Vicugna vicugna*). Det finns olika åsikter om huruvida dessa arter ska tillhöra samma genus eller delas upp. Tidigare tillhörde alla fyra genuset *Lama*, men genom att analysera DNA har det fastställts att laman och guanaco tillhör genuset *Lama*, medan alpackan och vikunjan

tillhör genuset *Vicugna*. Detta innebär alltså att vikunjan är alpackans närmaste vilda släkting (Fowler, 2010).



Figur 2: Indelningen av partåiga hovdjur. Efter Fowler (2010).

Samtliga kamelider har 74 kromosomer, vilket innebär att de kan få fertila avkommor med varandra. De har också liknande anatomi, även om storleken skiljer sig åt mellan arterna. Kameliderna tillhör samma ordning som idisslarna, men räknas enligt Fowler (2010) inte som idisslare, även om de har tre förmagar och regurgiterar och idisslar sin föda. Kameliderna är betydligt mer effektiva på att utnyttja näring från näringsfattig föda, vilket är en anpassning till den karga miljö de ursprungligen kommer ifrån. Andra skillnader mellan dem och idisslarna är bland annat fotens utseende, antalet tänder och reproduktionscykeln (Fowler, 2010).

Alla fyra arter av de sydamerikanska kameliderna har sitt ursprung i Sydamerika, i Andernas högland på 3700-4800 meters höjd över havet (Figur 3). Landskapet här är kargt och trädlöst med stora temperaturväxlingar. Under tiden mellan december och mars är det våtsäsong och det är då 75% av årets regn faller. Under resten av året är det torrsäsong med kalla nätter då temperaturen ofta går ner under 0°C. (Fowler, 2010).

Guanacon är den mest utspridda av de fyra arterna och återfinns i det vilda från Peru i norr till Sydamerikas sydligaste spets. Vikunjan återfinns däremot naturligt endast i Andernas högland. Den är den minsta av kameliderna och har också de finaste ullfibrerna. Guanacon och vikunjan har använts som packdjur respektive ullproducent, men anses inte vara domesticerade, till skillnad från alpackan och laman (Fowler, 2010).



Den exakta tidpunkten för domesticeringen av alpackan och laman är okänd, men arkeologiska fynd tyder på att detta skedde för runt 6000-7000 år sedan och båda arterna blev snabbt ekonomiskt viktiga för människorna i och runt Anderna. Utbredningen av de sydamerikanska kameliderna var som störst under inkatiden (Fowler, 2010). Lamorna användes främst som transportdjur, medan alpackorna användes som ullproducenter. Båda arterna användes även som köttproducenter, för religiösa ceremonier och som statussymboler (Sumar, 2007). Efter den spanska invasionen under 1500-talet och den efterföljande introduktionen av europeiska husdjur minskade kameliderna dock i antal (Fowler, 2010). Uppskattningsvis fanns det 10-50 miljoner alpackor och lamor i Sydamerika innan erövringen, men efteråt fanns bara ca 10 % av dem kvar (Webb, 1974: se Bornstein & de Verdier, 2010).

Under 1800-talet exporterades alpackor och lamor från Sydamerika till djurparker runtom i världen, och för att skydda dem införde Peru ett exportförbud på alpackor 1843. Detta förbud hävdades inte förrän under 1980-talet (Fowler, 2010). Då exporterades de första djuren till Kanada och USA, men senare började de även exporteras till Europa, Australien, Nya Zeeland och Asien (Bornstein & de Verdier, 2010).

Idag finns det över tre miljoner alpackor i Sydamerika. Ungefär 88% av dem finns i Peru, medan resten finns i Bolivia, Chile, Argentina och Ecuador. På grund av att klimatet i Andernas högländ gör jordbruk i princip omöjligt är alpackor, lamor och i viss mån även får fortfarande mycket viktiga för befolkningen. På de mindre gårdarna hålls olika djurarter oftast tillsammans och djuren sköts på ett traditionellt sätt, utan tillskottsutfodring. Det finns dock även större alpackagårdar där skötseln är bättre och mer noggrann (Sumar, 2007). Anledningen till att hålla alpackor i Sydamerika idag är framför allt ullen, men även köttet (Fowler, 2010).

Alpackor i Sverige

De första alpackorna importerades till Sverige i mitten av 90-talet (Alpackaföreningen, 2013). Det finns ännu inga officiella krav på märkning och inget obligatoriskt register, vilket gör det omöjligt att säga exakt hur många alpackor som finns i landet. Alpackaföreningen, som är Sveriges största intresseorganisation, ställer dock krav på chipmärkning och håller även på att utarbeta ett eget register (Catrin Åsén, personligt meddelande 2014).

Intresset för alpackor har ökat tydligt under de senaste åren. År 2010 uppskattades antalet vara runt 600 st. (Bornstein & de Verdier, 2010). 2013 gjorde Alpackaföreningen en inventering och uppskattade då antalet till 1500-2000 stycken (Alpackaföreningen, 2013). 2014 uppskattas antalet ha ökat till 2500-3000 (Catrin Åsén, personligt meddelande 2014). Alpackagårdarna finns spridda över hela landet, men en majoritet av dem finns i Götaland och Skåne. Mer än hälften av alpakaägarna i en enkätundersökning från 2008 hade haft alpackor i mindre än fyra år (de Verdier & Bornstein, 2010). Det finns några få stora gårdar med runt 100 djur där alpackorna är en heltidssysselsättning. De flesta alpakaägarna har dock djuren som en hobby och många av gårdarna har färre än tio djur (Catrin Åsén, personligt meddelande 2014).

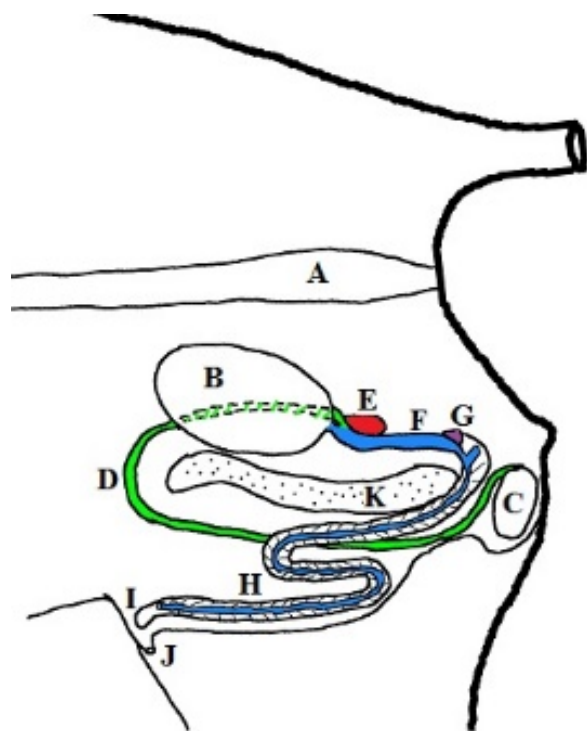
Enligt enkätundersökningen från 2008 var det främsta skälet till att ha alpackor i Sverige ullen, följt av landskapsvård och utställning. Flera svarande nämnde också att alpackorna är trevliga sällskapsdjur. Ungefär 80 % av gårdarna bedriver uppfödning. Det är i Sverige vanligt med importerade djur, både från Europa (Schweiz, Tyskland, Storbritannien och Österrike) och från Sydamerika (de Verdier & Bornstein, 2010).

De vanligaste sjukdomarna hos alpackor i Sverige är olika hudsjukdomar (de Verdier & Bornstein, 2010), men den vanligaste dödsorsaken är olika sjukdomar i digestionsorganen (Björklund, 2014). Svenska Djurhälsovården har ett hälsovårdsprogram för kameldjur där de bland annat erbjuder rådgivning, gårdsbesök och fria obduktioner.

Reproduktion hos alpackahanar

Anatomi

Alpackans förhud är normalt riktad kaudalt och urinering sker mellan bakbenen. Vid erektion dras dock förhuden kranialt och penis skaftas ut på liknande sätt som hos en tjur (Figur 4). Penis är 35-40 cm lång vid erektion och löper i en S-form framför scrotum (flexura sigmoidalis; Fowler, 2010). När hanen inte har erektion är penis helt indragen i förhuden av flexuren (Tibary & Vaughan, 2006). Glans penis (ollonet) är 9-12 cm lång och på toppen sitter ett broskutskott med en lätt skruvform. Syftet med denna är troligen att kunna komma igenom ringarna i honans cervix för att kunna deponera sperman intrauterint. Mynningen till urinröret återfinns inte vid utskottets spets, utan vid dess bas (Fowler, 2010). Alpackor har ett par bulbourethralkörtlar och en prostata, men saknar sädesblåsor. Prostatan är ca 3 cm i diameter och sitter dorsalt om urethra, nära blåsans trigonumområde. Den har flera utförsgångar som mynnar i colliculis seminalis. Även bulbourethralkörtlarna sitter dorsalt om urethra i bäckenhålan (Bravo, 2013).



Figur 4: Könsorganens anatomi hos en alpackahane. A: Ändtarm (rectum), B: Urinblåsa, C: Testikel, D: Sädesledare (ductus deferens, markerad i grönt), E: Prostata (markerad i rött), F: Urinrör (urethra, markerad i blått), G: Bulbourethralkörtel (markerad i lila), H: Penis med sin S-formade krök, I: Broskutskottet på penis, J: Förhuden (preputiet), K: Bäckens undre begränsning (os pubis). Efter Fowler (2010).

Alpackans testiklar sitter nära intill kroppen, skyddade av pungens tjocka hud. Detta är troligen ett skydd mot bitskador från andra hanar, då det är känt att alpackor vid slagsmål kan sikta på varandras testiklar. Det är inte ovanligt att ärr efter gamla bett kan ses i huden över pungen (Fowler, 2010). Testiklarna är riktade i kaudodorsal riktning (Tibary & Vaughan,

2006). Formen är normalt lätt oval, men kan i vissa fall vara nästan rund. De är fasta till konsistensen och ska vara fritt förskjutbara i pungen (Fowler, 2010). Testiklarna håller normalt en något lägre temperatur än kroppstemperaturen (Brown, 2000).

Storleken på testiklarna kan skilja sig mycket mellan olika individer (Galloway, 2000; Sumar, 1983). En sammanfattning av rapporterade medelvärden ses i Tabell 1. Hanarna i Peru har troligen generellt mindre testiklar än de i Australien på grund av sämre näringsstatus och skötsel (Galloway, 2000).

Tabell 1. *Genomsnittlig testikellängd i centimeter samt lägsta och högsta värde vid olika åldrar hos alpackahanar i Peru och Australien*

Ålder (mån)	Land		
	Peru ¹	Peru ²	Australien ³
12	-	2,3 cm	3,6 (2,9-4,3) cm
18	-	2,8 cm	3,3 (2,0-4,5) cm
24	-	3,3 cm	-
21-27	-	-	4 (3,3-4,5) cm
30	-	3,6 cm	-
36	-	3,6 cm	-
29-41	-	-	4,8 (4,3-5,2) cm
Vuxna	4 (3,2-4,8) cm	3,7 cm	-

¹ Sumar (1983)

² Bravo (unpublished: se Fowler, 2010)

³ Galloway (2000)

Den genomsnittliga vikten för varje testikel hos hanar i Peru ligger mellan 17 och 18 gram (Sumar 1983; Bravo, unpublished: se Fowler, 2010). Enligt Sumar (1983) bör en normal testikels vikt vara 0,02-0,03% av kroppsvikten. Enligt andra studier (Sumar, 1985: se Brown, 2000) väger en normal testikel i genomsnitt 15 gram. Testiklarnas storlek har visats vara en indikation på hanens spermieproduktion och därigenom också fertiliteten, vilket stämmer överens med observationer på tjur och bagge (Galloway, 2000). I Peru väljs de framtida avelshanarna vanligen ut vid ett års ålder utifrån vilka som har de största testiklarna (Sumar, 1983). Storleksskillnaden mellan testiklarna på samma individ bör inte överskrida 15 % (Tibary & Vaughan, 2006).

Underutvecklade testiklar (testikelhypoplasi) kan vara relativt vanligt och i en studie sågs att runt 10 % av alpackahanarna hade minst en hypoplastisk testikel. I de flesta fall var hypoplasin dubbelsidig. Den var dock olika omfattande, alltifrån partiell till total. De hypoplastiska testiklarna vägde i genomsnitt bara 7 gram (Sumar, 1983). Även Galloway (2000) rapporterar en hypoplasifrekvens på ca 8 %. Båda författarna spekulerar i att hypoplasin kan vara ärftlig och varnar för att använda dessa djur i avel. Hos alpackor har

ingen storleksskillnad beroende på årstid setts, vilket är fallet hos vikunjan. (Urquieta *et al.*, 1994: se Tibary & Vaughan, 2006). Den mikroskopiska bilden av testikeln är lik den hos andra husdjur (Fowler, 2010).

Bitestikeln (epididymis) är möjlig att palpera tätt intill testikeln och består av tre delar: Huvud, kropp och svans. Huvudet sitter på testikelns kraniala pol och kroppen sträcker sig kaudalt, längs testikelns dorsala yta (Tibary & Vaughan, 2006). Sädledaren (ductus deferens) är ca 1 mm tjock där den kommer ut från epididymis och kan ibland palperas. Inne i bukhålan breddas den till ca 2 mm i diameter (Smith *et al.*, 1994). Den totala längden är ca 40 cm och den mynnar ut i urethra, nära urinblåsan (Sumar, 1985: se Brown, 2000).

Pubertet

Unga hanar börjar ofta visa intresse för honor runt ett års ålder, men de flesta klarar inte av att genomföra en betäckning så tidigt (Fernandez-Baca, 1993). Testiklarna finns på plats i pungen redan vid födseln, men är då mjuka och svåra att palpera. Enligt Bravo (2013) bör de dock kunna palperas senast vid sex månaders ålder. I Tabell 1 ses genomsnittliga testikelstorlekar vid olika åldrar.

Unga hanar, som ännu inte är könsmogna, har en adherens (sammanväxning) mellan glans penis (ollonet) och preputiet (förhuden), som förhindrar erektion. Den börjar normalt släppa vid 12-13 månaders ålder när testosteronnivåerna i blodet stiger. Vid ett års ålder, när hanarna börjar visa intresse för honor, har adherensen helt försvunnit hos endast 8 % av dem. Vid två års ålder är siffran 70 % och vid tre års ålder är alla fria från adherensen (Sumar, 1983). I en annan studie sågs att samtliga 24 månader gamla alpackahanar som ingick var fria från adherenser (He *et al.*, 2009). Den stora åldersvariationen vad gäller adherensens släpp har föreslagits bero på testosteron i kombination med andra faktorer, då det har visats att testosteronnivån i blodet kan ligga på en vuxen nivå redan vid 11 månaders ålder (Losno & Coytupa, 1986: se Fernandez-Baca, 1993). Enligt en annan studie (Bravo *et al.*, 1992: se Fowler, 2010) är dock testosteronnivåerna i blodet basala fram till 19-20 månaders ålder då de stiger kraftigt. Vuxennivån uppnås vid ca 2 års ålder. De ökande testosteronnivåerna under puberteten ger också hanarna ökad muskelmassa och könskaraktär (Brown, 2000).

Enligt litteraturen verkar det finnas en stor variation vad gäller när hanar uppnår puberteten och tidpunkten rapporteras variera beroende på bland annat arv, näringsstatus, klimat och vid vilken årstid individen är född (Tibary & Vaughan, 2006). I en studie av He *et al.* (2009) sågs inga lumen med färdiga spermier i testiklar från 12 månader gamla alpackahanar. Däremot kunde spermier ses i samtliga testiklar från 24 månader gamla djur, vilket innebär att puberteten inträffade någonstans däremellan. Dessutom sågs hos de äldre djuren inga kvarstående adherenser mellan glans penis och preputiet, vilket är ytterligare ett tecken på att det var möjligt för dem att genomföra en betäckning med dräktighet som resultat (He *et al.*, 2009).

I Galloways studie (2000) sågs en stor spridning i produktion av spermier vid olika åldrar. Vissa individer hade ännu inte börjat producera spermier vid 24 månaders ålder, medan andra började så tidigt som vid 12 månader. Enligt Galloway har hanen uppnått en vuxen alpackas

nivå när minst 60 % av tubuli i testikeln producerar elongerade spermatider. Denna histologiska bild sågs som tidigast vid 22 månaders ålder. Vissa individer hade dock fortfarande inte uppnått denna nivå vid 36 månaders ålder. Slutsatsen av denna studie var att hälften av alpackorna genomgår puberteten vid 13-24 månaders ålder, medan resten gör det mellan 24 och 36 månader (Galloway, 2000).

Testikelvolym har hos bland annat tjurar visats vara en bra indikator på pubertet och spermieproduktion (Brito *et al.*, 2012). Enligt Galloway (2000) är det troligt att detta gäller även för alpackor. Testikelvolym är svårt att mäta på okastrerade djur i fält, men det har visats att testikellängd är ett acceptabelt substitut. Galloway (2000) visade i sin studie att vid en testikellängd på 2-3 cm finns ingen spermieproduktion. Vid en testikellängd på 3-4 cm producerar 68 % av djuren inga eller mycket få spermier, medan resten ligger på en låg nivå. Vid en testikellängd på över 4 cm producerar 36% inga eller mycket få spermier, 31% ligger på en låg nivå och 31% ligger på samma nivå som en vuxen alpacka. Vid en testikellängd på över 5 cm producerar samtliga individer spermier, även om alla ännu inte ligger på en vuxen alpackas nivå. En översikt av Galloways resultat finns i Tabell 2.

Tabell 2: *Andel av testikeln som producerar spermier, fördelat på olika medeltestikellängder. Efter Galloway (2000)*

Medeltestikellängd (cm)	Andel av djuren	Andel av testikeln som producerar spermier
<3	100 %	0 %
3-4	68 %	<10 %
	31 %	30-60 %
>4	36 %	<10 %
	31 %	10-60 %
	31 %	>60 %

Alpackaföreningens (2011) rekommendation är att hanar kan användas i avel från 2-3 års ålder, men de varnar också för att de kan komma i puberteten tidigare.

Hos honor börjar folliklarna i äggstockarna växa till runt 10 månaders ålder och majoriteten av dem är könsmogna vid 12-14 månader (Sumar, 1985: se Brown 2000). Det är dock svårt att bedöma när en hona är könsmogen då alpackor har inducerad ägglossning och inte visar tydligt när de är i brunst (Vaughan, 2002a). Det vanliga i Peru är att inte betäcka dem förrän vid två års ålder (Fernandez-Baca, 1993). Hos honor verkar tidpunkten för puberteten påverkas av individens hull, då det har visats att de blir könsmogna när de uppnått ungefär 60% av den vuxna kroppsvikten (Fowler, 1989: se Smith *et al.*, 1994). Svenska Alpackaföreningen (2011) rekommenderar att honor kan betäckas från 14 månaders ålder.

Kastration

Alpackahanar kastreras av samma orsaker som andra husdjur. En ytterligare orsak till kastration kan vara att en unge blivit flaskuppfödd och inte fått tillräcklig socialisering som

ung. Dessa individer riskerar att bli aggressiva som vuxna, varför tidig kastration rekommenderas. Då testiklarna är nere i pungen redan vid födseln kan kastration teoretiskt utföras så tidigt som vid två veckors ålder. En möjlig nackdel med tidig kastration kan dock vara risken för långbenthet, då det hos andra arter har beskrivits att det är testosteronet som utlöser slutningen av tillväxtzonerna i de långa rörbenen (humerus, radius, metacarpus, femur, tibia och metatarsus). Om denna slutning fördröjs kan hanen bli långbent, vilket har föreslagits kunna öka risken för sublaxation av patella. Fördelar med tidig kastration är att underlätta hållningen genom att slippa separera honor och hanar samt att se till att sämre handjur inte för vidare sina gener (Fowler, 2010).

Fowler (2010) rekommenderar prepubertal kastration för flaskuppfödda handjur, men anser att senare kastration är att föredra för övriga djur om det är möjligt ur djurhållningssynpunkt. Enligt honom är det optimala att vänta tills hanen uppvisar libido och har fått sina canintänder, vilket normalt sker vid 2-3 års ålder. Svenska Alpackaföreningen rekommenderar kastration tidigast vid 18 månaders ålder (Catrin Åsén, personligt meddelande 2014).

Sexuellt beteende

I det vilda är hanar av samtliga sydamerikanska kamelidarter polygama och avelshanen försvarar sitt territorium och sina honor mot andra hanar. Detta beteende har dämpats hos lamor och alpackor i och med domesticeringen, men kan fortfarande observeras (Fowler, 2010).

I det vilda sker samtliga betäckningar under perioden december-mars, under den varmare årstiden (Franklin, 1983: se Sumar, 1996). Bland tama kamelider runt om i världen sker däremot betäckningar året runt och ingen minskad fertilitet har kunnat observeras (Fernandez-Baca *et al.*, 1972: se Sumar 1996). I en studie från Nya Zeeland sågs dock att alpackahonor visar en högre frekvens av avvärjande beteenden, t.ex. flykt från hanen eller spottning, under perioden oktober-december (då det är vår i Nya Zeeland) jämfört med perioden februari-mars (höst). Detta ledde till att parningarna under den förstnämnda perioden var färre till antalet. I samma studie sågs också att parningarna var kortare under hösten jämfört med våren, så det är troligt att även hanarna påverkas av säsong (Pollard *et al.*, 1995).

Alpackahonor har ingen brunstcykel med spontan ägglossning likt andra husdjur, utan folliklarna växer och tillbakabildas kontinuerligt (Bravo *et al.*, 2000). Honor uppvisar med andra ord en i princip kontinuerlig brunst (östrus), med undantag för korta perioder då de inte är mottagliga (San Martín *et al.*, 1968: se Fernandez-Baca, 1993).

Parningen börjar normalt med att hanen jagar honan. Vissa honor lägger sig ner direkt, medan andra går iväg. Ibland måste hanen jaga honan och tvinga ner henne genom att hoppa upp på henne bakifrån. När honan ligger ner på bröstet hoppar hanen upp på henne, halvsittandes, och genomför betäckningen. Under tiden utstöter han speciella ljud som i engelskspråkig litteratur kallas ”orgling”. Parningen kan ta mellan 5 och 50 minuter, men vanligast är 20-30 minuter (Fowler, 2010). Andra tider som anges i litteraturen är 1-39 minuter, genomsnitt 16 minuter (Pollard *et al.*, 1995) och 5-40 minuter, genomsnitt 19 min (Bravo *et al.*, 2002).

Tidslängden påverkas bland annat av individens ålder och erfarenhet, säsong, hur mycket hanen har använts och om det finns andra hanar i närheten. Det har inte påvisats något samband mellan parningens längd och sannolikheten för en lyckad befruktning (Vaughan, 2001: se Tibary & Vaughan, 2006). Om hanen har använts flera dagar i rad tenderar parningarna att bli kortare (Bravo *et al.*, 1997).

Utlösningen (ejakulationen) är inte fraktionerad, utan pågår jämnt under hela betäckningen. I engelskspråkig litteratur används termen ”dribble ejaculation” (droppvis utlösning). Koncentrationen av spermier är dock högst sent under parningen. Spermans konsistens är viskös till semiviskös och färgen är vitaktig eller halvgenomskinlig (Bravo *et al.*, 2002). Sperman deponeras i båda livmoderhornen och befruktningen sker i ägglodaren (Vaughan, 2002a).

Ägglossningen sker inte förrän minst 24 timmar efter parning. Troligen är spermans gelatinösa konsistens ett slags skydd för spermerna under den tiden (Fowler, 2010).

Om honan och hanen inte separeras efter parningen sker oftast flera parningar tills honan ovulerar (Tibary & Vaughan, 2006). Om honan har ovulerat kommer hon dock att vägra lägga sig och spotta på hanen om han försöker få ner henne, så kallad spit-off (Fowler, 2010).

En hane klarar av att betäcka upp till 5-6 honor per dag, men de senare parningarna kommer att bli kortare och kortare. Det finns dock rapporterat att vissa hanar kan betäcka upp till 18 honor per dag under de första dagarna (Bravo, 1995: se Fowler, 2010). I en studie av Bravo *et al.* (1997) sågs att hanar som betäcker sex gånger om dagen har en lägre frekvens av dräktigheter jämfört med hanar som betäcker två eller fyra gånger per dag. En av orsakerna till detta verkade vara sämre libido, då hanarna tappade intresset trots att mottagliga hondjur fanns tillgängliga. Författarna nämner också att hanar som används mycket kan tömma ur sina reserver av spermier. Dock fanns det stora individvariationer och dräktighetsresultatet var också beroende av hur mycket hanen hade använts innan.

För att få till en effektiv avel är en vanlig strategi i stora flockar att rotera handjuren med ungefär två veckors intervall så att parningsfrekvensen hela tiden hålls hög. En annan möjlighet är att låta hanen gå med honorna i fem dagar och sedan ta ut honom och ge honom två dagars vila innan han släpps ihop med dem igen (Tibary & Vaughan, 2006).

Artificiell insemination

De första försöken med AI på alpaca genomfördes i Peru under 60-talet och sedan dess pågår forskning i flera länder på både alpaca och lama. Ännu har det dock inte gjorts sådana framsteg att AI finns tillgängligt kommersiellt. Då reproduktionen hos kamelider är olik den hos t.ex. får och nöt går det inte att överföra metoderna rakt av (Vaughan, 2002b).

Ett av de största problemen är att det är svårt att på ett tillförlitligt sätt samla sperma från alpackahanar. Dels beror detta på den sittande parningsställningen och dels på den utdragna ejakulationen. Metoder som har provats för att samla sperma inkluderar elektroejakulation (elektrisk stimulering av nerver till muskler i bäckenhålan via ändtarmen), olika slags

kondomer, urethrala fistlar, aspiration från vagina efter betäckning och artificiella vaginor. Det sistnämnda sättet verkar vara det mest lovande, men nackdelen är att hanarna måste tränas i att använda den. Elektroejakulation är opålitligt hos alpackor, och anledningen till det skulle kunna vara att de till skillnad från baggar och tjurar normalt inte har mycket spermier lagrade (Bravo *et al.*, 2000).

En annan svårighet med AI är att det idag inte finns några pålitliga metoder för att lagra sperman. Både kylning och frysning har provats, men ingen av metoderna har gett lika goda dräktighetsresultat som inseminering med färsk sperma. Istället används embryoöverföring med färska embryon i många länder (Vaughan, 2002b).

Hull och hullbedömning

På grund av den tjocka ullen är det mycket svårt att bedöma en alpackas hull enbart genom observation. Det allra säkraste sättet är att väga djuret regelbundet, men om en våg inte finns tillgänglig går det bra att känna på djuret och gradera hullet enligt ett standardiserat hullbedömningsprotokoll (Fowler, 2010).

Troligen är övervikt ett vanligare problem än utmärgling hos alpackor i västvärlden (Fowler, 2010). Detta nämner också Bornstein & de Verdier (2010); att svenska alpackor har betydligt bättre tillgång på mat här än i miljön i Anderna som de egentligen är anpassade för. I alpackans naturliga miljö i Anderna skiljer sig tillgången på föda stort beroende på säsong. Under torrperioden är födan näringsfattig och det finns ont om den, medan den under andra tider på året kan vara mycket näringsrik. Alpackorna löser det genom att lagra fett som de sedan kan använda när tillgången är dålig. Tama alpackor i västvärlden utsätts däremot aldrig för svält, vilket gör att de riskerar att bli feta om utfodringen inte anpassas (Fowler, 2010).

Enligt en svensk studie (Björklund, 2014) verkar dock avmagring vara ett reellt problem i Sverige, framför allt under perioden efter avvänjningen. I studien bedömdes 29 % av de obducerade djuren vara avmagrade och av dem klassades 40 % som utmärglade. Majoriteten av dessa djur var nyligen avvanda och hade dött under vinterhalvåret.

Svenska Djurhälsovården rekommenderar en hullbedömningsmetod som ursprungligen utvecklats av den australiensiska alpackaföreningen. Metoden använder en femgradig skala där 1 är utmärglad och 5 är fet. Hullet bedöms genom att palpera över ryggraden vid det sista revbenet och bedöma utfyllnaden i vinkeln mellan tornutskott och tvärutskott (se Bilaga 1). Muskulaturen bör vara slät eller lätt konvex. En konkav muskulatur tyder på att alpackan är för mager medan en konvex muskulatur tyder på att den är för fet. De rekommenderar även att känna över revbenen i höjd med armbågsleden, samt mellan frambenen. Det ideala hullet för växande och dräktiga djur är 3-3,5, medan övriga djur bör ligga på 2,5-3,5 (Svenska Djurhälsovården, 2010).

Idag råder en stor brist på studier om hur näringstillförsel och hull påverkar alpackans reproduktion (Van Saun, 2008). Det har visats att vissa parametrar, bland annat spermans volym och spermiekoncentrationen samt den biokemiska sammansättningen kan variera beroende på utfodring, men det är oklart vad detta har för betydelse i praktiken (Juyena *et al.*,

2013). Hos tjurar är det däremot visat att testiklarna utvecklas fortare och att djuren kommer in i puberteten vid en yngre ålder på en högenergidiet jämfört med en lågenergidiet (Nolan *et al.*, 1990; Brito *et al.*, 2012). Det har dock även visats att en alltför energirik diet kan ha negativa effekter på fertiliteten då fett kan lagras in i pungen, vilket gör att temperaturen där blir för hög (Kastelic, 2014).

MATERIAL OCH METODER

Djurmaterial

Med hjälp av en statistisk styrkeanalys fastslogs att minst 66 alpackor borde inkluderas i studien för att ha goda chanser att få ett statistiskt säkert resultat.

Först kontaktades större alpackagårdar i regionen med en förfrågan om de ville vara med, vilket samtliga ville. Dessa gårdar hade dock enbart 10, 7, 10 respektive 6 intakta hanar i rätt ålder. När det stod klart att antalet alpackor inte skulle räcka kontaktades även tre större gårdar i södra Sverige med 14, 6 respektive 8 lämpliga handjur. Även dessa gårdar ville vara med i studien. Samtidigt lades en efterlysning ut i gruppen ”Alpacka på dig” på Facebook, där intakta alpackahanar i åldern 1-3 år söktes. Totalt kom det in 11 svar från djurägare med 1-5 alpackor, som var i rätt ålder. Vissa av gårdarna sållades bort på grund av lång resväg samt lågt antal djur, men fyra av gårdarna besöktes. Dessa hade 1, 2, 3 respektive 5 lämpliga djur.

För varje djur fick djurägaren uppge alpackans födelseår och -månad, och utifrån detta räknades åldern i månader ut. På grund av risken att inte få tillräckligt många djur höjdes den övre åldersgränsen från 36 månader till 48 månader för att få vara med i studien.

Det totala antalet alpackor i studien var 72 och dessa var fördelade på 11 gårdar. Medelantalet djur per gård var 6,5 och medianantalet 7. Av alpackorna i studien var 5 stycken av varianten suri och resten var huacaya.

Testikelmätning

Mätningen av testikeln utfördes genom att varje enskild testikel fixerades med ena handen och längden mättes med en millimeters noggrannhet med hjälp av ett konventionellt skjutmått (Figur 5). I samtliga fall krävdes en lätt fixering av alpackan då detta gjordes. På den första gården gjordes försök att mäta även testikelns höjd och bredd, men detta var svårt att göra på ett pålitligt sätt på grund av att alpackor har små testiklar jämfört med andra djurslag och att det var svårt att fixera djuren



tillräckligt bra i samband med undersökningen. Av denna anledning mättes enbart testiklarnas längd på de övriga gårdarna.

Samtliga testiklar mättes av en och samma person.

Hullbedömning

På alpackorna gjordes en hullbedömning enligt en 5-gradig skala där 1 är utmärglad och 5 fet (se Bilaga 1). Även halva hullpoäng användes. Denna gjordes genom att känna på torn- och tvärutskotten över ländryggen i höjd med det sista revbenet (Figur 6).

Samtliga hullbedömningar gjordes av en och samma person.

Statistisk bearbetning

Den genomsnittliga längdskillnaden mellan höger och vänster testikel var 1,6 mm. Hos 22 (31 %) av hanarna var vänster testikel större, hos 26 (36 %) var höger testikel större och hos 24 (33 %) uppmättes ingen skillnad. Eftersom storleksskillnaden mellan höger och vänster testikel bedömdes vara liten hos majoriteten av hanarna räknades en medeltestikellängd ut för varje individ.

Korrelationen mellan ålder, hull och medeltestikellängd undersöktes sedan med hjälp av en normal regressionsmodell. Även logaritmering av responsvariabeln, dvs testikellängden, provades för att bättre åskådliggöra effekten av större testikelmått. Sedan jämfördes olika modeller genom att undersöka variabelns signifikans samt Akaiikes information criterion (AIC). AIC kan användas för att se hur bra en viss modell kan förutsäga data (Burnham & Anderson, 2002). Gränsen för statistisk signifikans sattes vid $p < 0,05$.

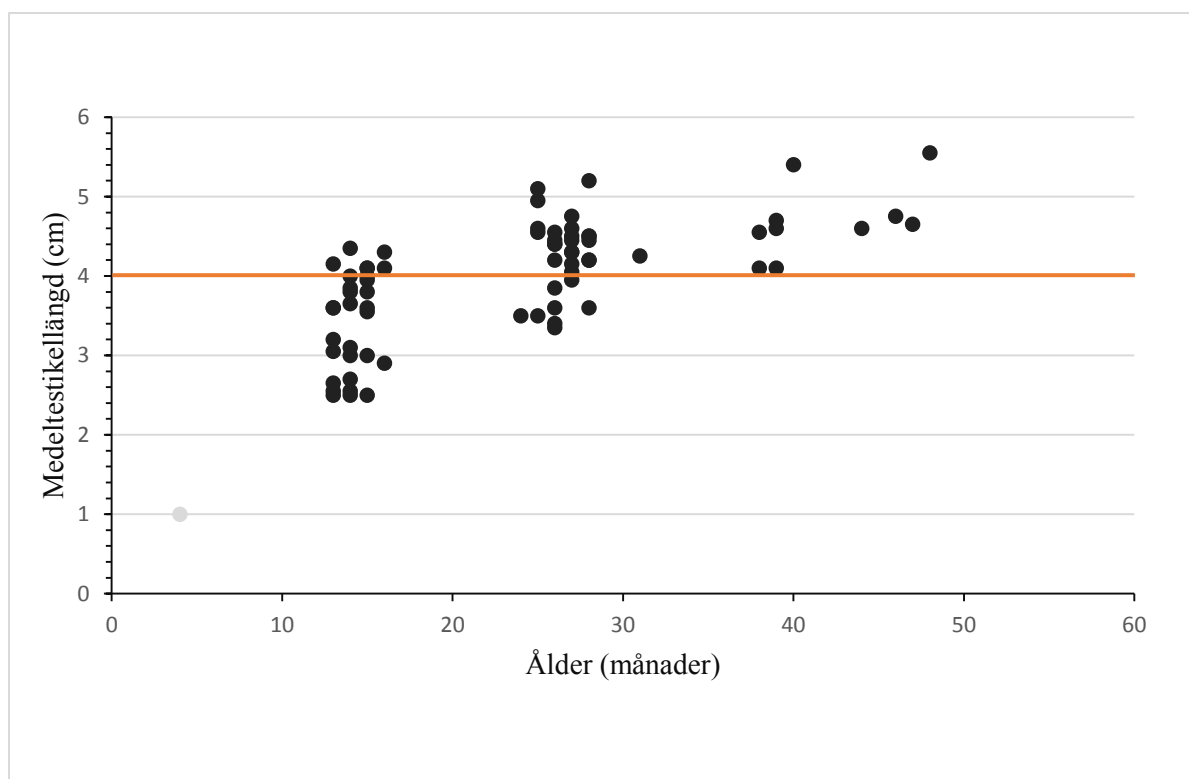
RESULTAT

Åldern på de i studien inkluderade djuren varierade mellan 13 och 48 månader med en medelålder på 23,6 månader och en medianålder på 26 månader.

Hullet på djuren varierade mellan 2,5 och 5 med ett medianvärde på 4. Spridningen i hull var stor i de olika åldrarna. Det fanns en svagt signifikant korrelation på ($r=0,28$; $p=0,016$)



Figur 6: Hullbedömning görs genom att känna på vinkeln mellan torn- och tvärutskott i höjd med det sista revbenet. Foto: Maria Celina Abraham.



Figur 8: Spridningen i uppmätt medeltestikellängd vid olika åldrar hos alpachahanar i Sverige (n=72). Tröskelvärdet på 4 cm för spermieproducerande förmåga på är markerat med en röd linje.

Tabell 4: Medeltestikellängd, antal djur och andel av åldersgruppen i sex olika åldersgrupper (n=72)

Åldersgrupp	Medeltestikellängd (cm)	Antal djur	Andel av åldersgruppen
12-23 månader	<3,0	8	27 %
	3,0-3,9	14	47 %
	4,0-4,9	8	27 %
24-35 månader	3,0-3,9	8	25 %
	4,0-4,9	22	69 %
	≥5,0	2	6 %
36-48 månader	4,0-4,9	8	80 %
	≥5,0	2	20 %

De olika statistiska modellerna som testades för att beskriva sambandet mellan medeltestikellängd och ålder ses i Tabell 5. I denna studie användes AIC för att rangordna dessa, vilket innebär att den bästa modellen som testades var $\text{Log}(\text{length}) \sim \text{age} + \text{age}^2$. Ingen förbättring av modellen sågs då även hullet inkluderades.

Tabell 5: De provade statistiska modellerna för $length^1$, age^2 och $cond^3$ med P- och AIC-värden. Dessa rangordnades utifrån AIC-värdet⁴. Den bästa modellen är markerad i fetstil.

Modell	P	AIC
Length (intercept)	<0,0001	160
Length ~ age	<0,0001	118
Length ~ age + age ²	0,055	116
Length ~ cond	0,007	155
Length ~ age + age ² + cond	0,315	117
Log (Length)(intercept)	<0,0001	-27
Log(length) ~ age	<0,0001	-65
Log(length) ~ age + age²	0,024	-69
Log(length) ~ cond	0,007	-33
Log(length) ~ age + age ² + cond	0,335	-68

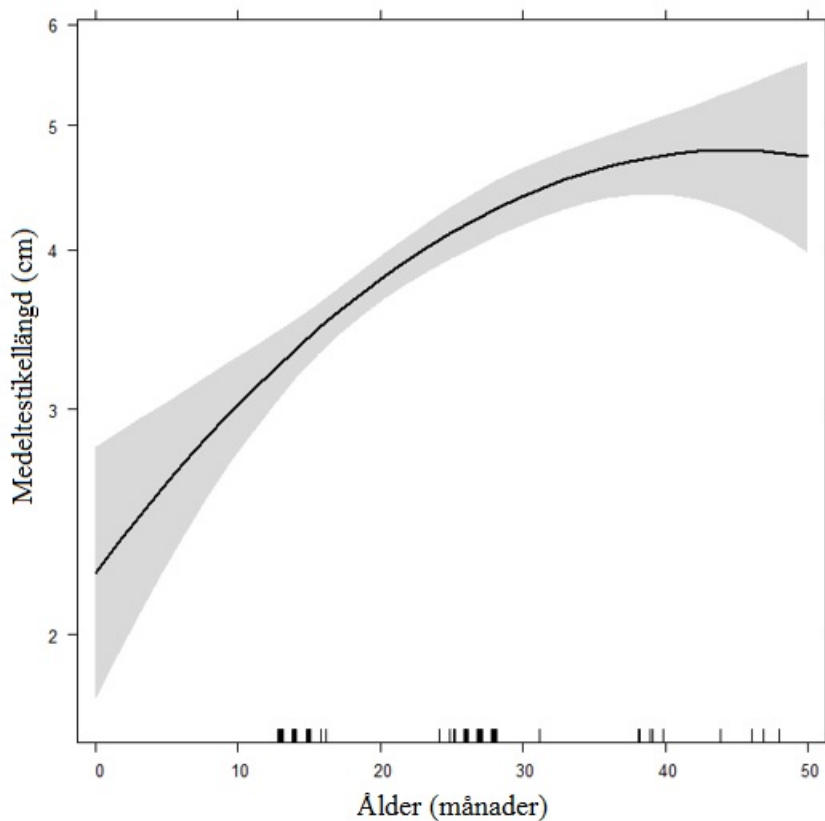
¹ Length = medeltestikellängd

² Age = ålder

³ Cond = hull

⁴ AIC-värdet bör vara så långt som möjligt

I Figur 9 ses den utvalda modellen för relationen mellan medeltestikellängd och ålder med ett 95% konfidensintervall markerat i grått.



Figur 9: Relationen mellan ålder och testikellängd enligt modellen $\text{Log}(\text{length}) \sim \text{age} + \text{age}^2$ hos alpachahanar i Sverige ($n=72$). Y-axeln är logarimerad och på X-axeln ses fördelningen av data. Ett 95% konfidensintervall är markerat i grått.

DISKUSSION

I litteraturen återfinns många olika definitioner på vad som menas med begreppen pubertet och könsmognad. Viktigt att komma ihåg är att både pubertet och könsmognad är successiva processer och inte fasta tidpunkter. I många fall likställs början på könsmognadsprocessen med inträdandet av puberteten, vilket innebär att när hanen har genomgått puberteten är han fullt köns mogen. Galloway (personligt meddelande, 2014) definierar pubertet hos alpachahanar som den tidpunkt då en hane för första gången kan genomföra en betäckning med dräktighet som resultat. För att detta ska vara möjligt krävs inte bara en uttalad spermieproduktion i testiklarna, utan även ett gott libido och att penis är helt fri från adherenser. Exempel på andra definitioner på pubertetens inträdande inkluderar t.ex. förmåga att ejakulera, förekomst av spermier i urin, vissa beteendeegenskaper och en viss minimikoncentration av spermier i ejakulatet. Den sistnämnda är den mest använda på tjur. En hane kan anses vara fullt köns mogen när könsorganen är fullt utvecklade, könsdriften är uttalad och betäckningsförmågan och spermabilden normala. Därefter sker en ytterligare mognadsprocess innan djuret uppnår sin maximala spermieproduktion.

I den här studien används testikelns längd som en indirekt indikator på testikelns spermieproducerande förmåga. Först provades mätning av även bredd och höjd för att få en

komplett bild av storleken. Detta var dock svårt att genomföra på ett pålitligt sätt i praktiken på grund av att alpackor jämfört med andra djurslag har relativt små testiklar som sitter tätt intill kroppen. Dessutom var en stor del av djuren ovana vid hantering, vilket gjorde det svårt att få dem att stå still tillräckligt länge. Galloway (2000) har dock visat att testikellängd är starkt korrelerad till testikelns vikt. Han anser att testikellängden är ett bra mått på testikelns storlek vid de tillfällen då testikelns vikt inte går att mäta, till exempel på okastrerade djur i fält. På tjur, som har fritt hängande pung, används ofta pungens omkrets som ett mått för att bedöma testiklarnas spermieproducerande förmåga. Det är visat att detta är ett objektiva mått, oberoende av personen som mäter, samtidigt som det har en stark korrelation till testikelns storlek (Hahn *et al.*, 1969). Pungomkrets är däremot svårt att mäta på alpaca på grund av att testiklarna sitter dikt an mot kroppen. I denna studie mättes samtliga testiklar av en och samma person, vilket borde minimera ett eventuellt metodfel vid mätningarna.

Vi fann en korrelation mellan både medeltestikellängd och hull och mellan medeltestikellängd och ålder. Då de olika statistiska modellerna testades sågs dock att den bästa modellen enbart innehöll medeltestikellängd och ålder, inte hull. Då hullet, enligt den här studien, hade en svagt signifikant positiv korrelation med åldern är det möjligt att sambandet mellan hull och medeltestikellängd i själva verket är en effekt av korrelationen mellan ålder och medeltestikellängd. På tjur verkar god energitillförsel vara kopplat till tidigare pubertet och större pungomkrets, framför allt om energitillförseln sker när djuret är ungt (under sex månader) (Coulter & Kastelic, 1999; se Kastelic, 2014). På samma sätt har även det motsatta visats; att dålig energitillförsel ger en senare pubertet och mindre testiklar. Dock verkar det finnas risker med för god energitillförsel då fett kan lagras in i pungen. Då blir visserligen pungomkretsen stor, men spermieproduktionen blir dålig på grund av sämre temperaturreglering. Dessa samband har hittills inte visats på alpaca och fettinlagring i pungen finns inte beskrivet i litteraturen.

Det finns få studier på alpaca där sambandet mellan testikelstorlek och spermieproducerande förmåga har undersökts. I denna studie har vi utgått från Galloways (2000) studie, där han visade att en testikellängd på 4 cm kan ses som ett slags tröskelvärde för om testiklarna producerar spermier eller inte, även om stora individvariationer finns.

I vår studie fann vi att av de yngsta djuren, 1-2-åringarna, hade 27 % uppnått detta tröskelvärde. För 2-3-åringarna var siffran 75% och av 3-4-åringarna hade samtliga (100 %) en testikellängd över 4 cm. Gränsvärdet på 4 cm för testikelns längd verkar alltså uppnås någon gång mellan ett och tre års ålder, vilket är i linje med den ålder för pubertet som anges i litteraturen.

Det är dock viktigt att se gränsen på 4 cm som en riktlinje och inte någon fast gräns. I Galloways studie (2000) producerade nämligen en dryg tredjedel av djuren med en testikellängd på 3-4 cm en liten mängd spermier. Han fann även att en dryg tredjedel av djuren med en testikellängd på 4-5 cm inte producerade några spermier. Om hans sannolikheter för spermieproduktion vid varje testikellängd slås ihop för respektive åldersgrupp får vi fram att i de tre åldersgrupperna (1-2 år, 2-3 år och 3-4 år) kan 31 %, 57 % respektive 70 % av hanarna förväntas producera spermier. Dessa siffror bör dock tolkas

mycket försiktigt, eftersom vi i den här studien inte har undersökt den faktiska spermieproduktionen.

Det ideala hade varit att även kunna undersöka djurens testiklar histologiskt, vilket hade gett en mer konkret bild av den spermieproducerande förmågan. Detta hade dock varit omöjligt att genomföra i vår studie, då det hade förutsatt att de undersökta djuren kastrerats. Detta hade sannolikt medfört att ett mindre antal djur kunnat inkluderas i studien. Urvalet av djur i studien hade dessutom riskerat att bli snedvridet, eftersom de djur som normalt ska kastreras är de som anses vara mindre bra och skulle därför kunna misstänkas vara de med mindre testiklar än de mer lovande och blivande avelshanarna. Ett alternativ till kastration hade varit att istället analysera ejakulat och undersöka förekomsten av spermier från dessa djur, men som tidigare nämnts är det svårt både att samla sperma från alpackor och att analysera den.

Det är svårt att dra några generella slutsatser om tidpunkten för pubertet och könsmognad utifrån våra resultat, då övriga aspekter av puberteten inte undersökts. I denna studie är det okänt om de undersökta hanarna börjat uppvisa tecken på libido och om adherensen mellan penis och förhud har släppt. Utifrån de uppmätta testikellängderna är det rimligt att anta att de flesta unga alpackahanar börjar producera spermier någon gång mellan ett och tre års ålder, med en stor individvariation, vilket är i linje med den ålder för pubertet som anges i litteraturen.

Vid en jämförelse med tidigare studier verkar medeltestikellängderna i vår studie ligga närmare de som rapporterats för olika åldrar i de australiensiska än i de peruanska studierna. Detta beror troligen på att alpackahållningen i Sverige är mer lik den i Australien än den i Peru, särskilt vad gäller utfodring och därmed djurens kroppsvikt. Det är viktigt att veta vilken testikelstorlek som bör anses vara normal för att kunna identifiera sjukliga förändringar, t.ex. hypoplasi och degeneration. Som nämntes i inledningen kan testiklarnas storlek även användas som en indikation på skötsel och djurvälstånd, vilket innebär att om alpackorna på en och samma gård genomgående har små testiklar för sin ålder bör orsaken till detta undersökas närmare. Det skulle även vara möjligt att utarbeta en rekommendation för minimitestikellängd vid en viss ålder vid val av avelsdjur för att maximera chanserna för ett gott dräktighetsresultat och även på sikt öka fertiliteten hos hela populationen genom att selektera hanar med större testiklar.

I vår studie sågs inga skillnader mellan de två olika varianterna av alpacka; huacaya och suri, vare sig vad gäller hull eller testikellängd. Dock var endast 5 av 72 djur suri, och säkerställandet av en eventuell skillnad mellan de två varianterna skulle kräva undersökning av ett större antal djur än det vi hade tillgång till i vår studie. Någon skillnad i könsmognad eller fertilitet mellan de två varianterna finns dock inte beskriven i litteraturen.

Antalet individer i de olika åldersgrupperna i denna studie var något snedfördelat, vilket illustreras i Figur 7. Detta beror på att alpackans ungar inte föds jämnt fördelade över året, utan i Sverige föds de allra flesta under de varma sommarmånaderna. Då studien utfördes i september hade merparten av djuren i studien nyligen fyllt år och var därför relativt unga i sin respektive åldersgrupp. Det gjordes försök att dela upp de tre åldersgrupperna i kortare

intervall om sex månader vardera istället för tolv för att illustrera utvecklingen mer exakt över tiden, men detta resulterade i att det knappt fanns några djur i vissa av grupperna. Av den anledningen finns endast tre åldersgrupper redovisade.

Djuren i denna studie var generellt vid gott hull. Svenska Djurhälsovården rekommenderar att alpackor normalt bör ligga på 2,5-3,5 i hullpoäng och i denna studie hamnade drygt hälften av djuren inom dessa värden. Resten hade ett hull som var över medelgott (≥ 4). Dessa observationer stämmer väl överens med vad som anges i litteraturen om alpackor i västvärlden (Fowler, 2010; de Verdier & Bornstein, 2010). Björklund (2014) varnar för att utmärgling och leverförfettning verkar vara ett problem i Sverige, men denna risk är troligen störst hos yngre djur i samband med avvänjning. I denna studie fanns inga djur med ett hull under 2,5.

Vi fann en svag korrelation mellan hull och ålder, vilket kan tyda på att yngre djur tenderar att ha lägre hull än äldre. Dock var denna korrelation endast svagt signifikant, vilket innebär att det kan finnas andra faktorer som är viktigare. Någon jämförelse av hullet hos hanarna mellan de olika besättningarna har inte gjorts, men det är troligt att skötsel och utfodring är viktiga inverkanfaktorer. Att använda en subjektiv metod för hullbedömning är en möjlig felkälla, även om skalan som används är standardiserad. Ett exempel på en mer objektiv metod redovisas i Galloways studie (2000) där djuren vägdes och mankhöjden samt bröstomfånget mättes med ett måttband. Ett problem med att tillämpa Galloways metod hade dock varit att endast få besättningar i Sverige har tillgång till en våg. I denna studie ansågs dock hullbedömning vara en tillräckligt tillförlitlig metod och resultaten kvalitetssäkrades genom att alla bedömningar gjordes systematiskt lika av en och samma person.

En möjlig felkälla i vår studie skulle kunna vara snedfördelat urval, då besättningarna till stor del valdes ut på grund av sin geografiska placering samt att de hade ett stort antal djur. Då en förfrågan gick ut via Facebook kan det även vara troligt att vissa alpackaägare aldrig fick veta om studien, även om Facebookgruppen är en av de största för svenska alpackaägare och andra intresserade (423 st. medlemmar 2015-01-27). Å andra sidan finns det än så länge relativt få alpackor i Sverige och alpackaägarna tenderar att ha koll på varandra. När deltagare till den här studien söktes hände det flera gånger att alpackaägare tipsade om andra alpackaägare i närheten som skulle kunna vilja vara med.

Bristen på stora, välgjorda studier är ett problem inom alpackanäringen. Det finns en del spanskspråkiga studier från Sydamerika, men dessa är ofta svåra att få tag på och dessutom sällan vetenskapligt granskade. Även bland de engelskspråkiga studierna finns problemet med att de inte alltid är publicerade i en granskad tidskrift. Eftersom kamelidernas reproduktion skiljer sig från de övriga husdjurens på flera väsentliga punkter går det inte att använda studier på andra arter, utan det krävs mer forskning på just kamelider.

Konklusion

Vi fann i vår undersökning av svenska alpackahanar att i de tre åldersgrupperna 1-2 år, 2-3 år och 3-4 år hade 27 %, 75 % respektive 100 % av hanarna uppnått en medeltestikellängd på ≥ 4 cm. Genom att tolka dessa siffror med hjälp av resultaten från en tidigare studie skulle vi

kunna förvänta oss en spermieproduktion i varierande grad hos 31 %, 57 % respektive 70 % av de undersökta djuren i de tre åldersgrupperna.

Det fanns en korrelation mellan ålder och medeltestikellängd, men också en stor variation vid varje ålder. Vi fann även en korrelation mellan hull och medeltestikellängd, men då den bästa statistiska modellen innehöll enbart ålder och medeltestikellängd verkar hullet vara av sekundär betydelse. Troligen finns det även andra, ej undersökta, faktorer som påverkar testiklarnas utveckling.

Rekommendationen blir att mäta testiklarnas längd på unga hanar för att få en indikation på den spermieproducerande förmågan hos varje individ. Tolkningen av testikellängden bör sedan göras tillsammans med andra tecken på könsmognad, som intresse för hondjur och släppt adherens mellan penis och preputium, för att få en bild av hur långt individen kommit i sin pubertetsutveckling.

TACK

Tack till min huvudhandledare Renée Båge, mina biträdande handledare Maria Celina Abraham och Jane Morrell, samt min examinator Lennart Söderquist för bra handledning och värdefulla diskussioner och kommentarer. Tack till Alejandro Ruete för hjälp med statistiken. Tack även till Kerstin de Verdier, SVA, för hjälpen med att hitta lämpliga gårdar att kontakta.

Ett stort tack till de deltagande gårdarna: Adora Alpaca, Alpakahof Hultet, Högalunds Alpackor, Kullholen Gård, Kusipacha Alpaca, Lindkullen Gård, Norrängens Alpaca, Nybo Alpaca, Solhaga Alpaca, Tulos Åsne & Alpaca Farm och Österlen Alpaca.

REFERENSER

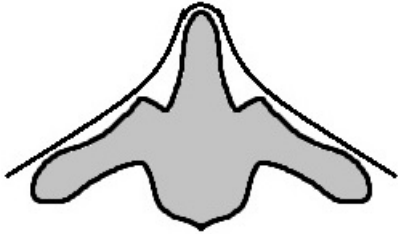
- Alpackaföreningen (2011). *Svenska Alpackaföreningens råd & rekommendationer*.
<http://www.alpackaforeningen.se/rad-rekommendationer/> [2014-12-11]
- Alpackaföreningen (2013). *Vanliga frågor och svar*. <http://www.alpackaforeningen.se/vanliga-fragor-och-svar/> [2014-12-11]
- Björklund, C. (2014). *Diseases and causes of death among camelids in Sweden : a retrospective study of necropsy cases 2001-2013*. Examensarbete. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Bornstein, S. & de Verdier, K. (2010). De sydamerikanska kameldjuren. *Svensk veterinärtidning*, vol 5, ss 37-42.
- Bravo, W. P. (2013). Reproductive Anatomy and Physiology in the Male. I: Cebra, C., Anderson, D. E., Tibary, A., Van Saun, J. & Willard Johnson, L. *Llama and Alpaca Care*. 1 ed. St Louis. Saunders, ss 150-161. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/book/9781437723526> [2014-09-02]
- Bravo, P. W., Moscoso, R., Alarcon, R. & Ordoñez, C. (2002). Ejaculatory process and related semen characteristics. *Archives of Andrology*, vol 48, ss 65-72.
- Bravo, P. W., Skidmore, J. A. & Zhao, X. X. (2000). Reproductive aspects and storage of semen in Camelidae. *Animal Reproduction Science*, vol 62, ss 173-193.
- Bravo, P. W., Solis, P., Ordoñez, C. & Alarcon, V. (1997). Fertility of the male alpaca: effect of daily consecutive breeding. *Animal Reproduction Science*, vol 46, ss 305-312.
- Brito, L. F. C., Barth, A. D., Wilde, R. E. & Kastelic, J. P. (2012). Effect of growth rate from 6 to 16 months of age on sexual development and reproductive function in beef bulls. *Theriogenology*, vol 77, ss 1398-1405.
- Brown, B. (2000). A review on reproduction in South American camelids. *Animal Reproduction Science*, vol 58, ss 169-195.
- Burnham, K. P. & Anderson, D. R. (2002). *Model selection and multimodel inference*. 2. ed. Fort Collins: Springer.
- De Verdier, K. & Bornstein, S. (2010). Alpackor i Sverige – en ny utmaning. *Svensk Veterinärtidning*, vol 1, ss 19-23.
- Fernandez-Baca, S. (1993). Manipulation of reproductive functions in male and female New World camelids. *Animal Reproduction Science*, vol 33, ss. 307-323.
- Fowler, M. (2010). *Medicine and Surgery of Camelids*. 3. ed. Ames: Blackwell.
- Galloway, D. B. (2000). The Development of the Testicles in Alpacas in Australia. I: Proceedings of the Australian Alpaca Industry Conference, Canberra, August 25-27, pp 21-23.
- Galloway, D. (2014). Personligt meddelande.
- Hahn, J., Foote, G. E. & Seidel, E. (1969). Testicular Growth and Related Sperm output in Dairy Bulls. *Journal of Animal Science*, vol 29, ss 41-47.
- He, J., Dong, C., You, R., Zhu, Z., Lv, L. & Smith, G. (2009). Localization of epidermal growth factor (EGF) and its receptor (EGFR) during postnatal testis development in the alpaca. *Animal Reproduction Science*, vol 116, ss 155-161.

- Juyena, N. S., Vencato, J., Pasini, G., Vazzana, I. & Stelletta, C. (2013). Alpaca semen quality in relation to different diets. *Reproduction, Fertility and Development*, vol 25, ss 683-690.
- Kastelic, J. P. (2014). Understanding and evaluating bovine testes. *Theriogenology*, vol 81, ss 18-23.
- Nolan, C. J., Neuendorff, D. A., Godfrey, R. W., Harms, P. G., Welsh, T. H., McArthur, N. H. & Dandel, R. D. (1990). Influence of energy intake on prepubertal development of Brahman bulls. *Journal of Animal Science*, vol 68, ss 1087-1096.
- Pollard, J. C., Littlejohn, R. P. & Moore, G. H. (1995). Seasonal and other factors affecting the sexual behaviour of alpacas. *Animal Reproduction Science*, vol 37, ss 349-356.
- Smith, C. L., Peter, A. T. & Pugh, D. G. (1994). Reproduction in llamas and alpacas: A review. *Theriogenology*, vol 41, ss 573-592.
- Sumar, J. (1983). *Studies on reproductive pathology in alpacas*. Diss. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Sumar, J. (1996). Reproduction in llamas and alpacas. *Animal Reproduction Science*, vol 42, ss. 405-415.
- Sumar, J. (2007). Demographics and Herd Management Practices in South America. I: Youngquist, R. S. & Threlfall, W. R. *Large Animal Theriogenology*. St Louis. Saunders, ss 845-851.
- SVA (2014-03-18). *Tuberkulos hos kameldjur*.
<http://www.sva.se/sv/Djurhalsa1/Epizootier/tuberkulos/Tuberkulos-hos-kameldjur/> [2014-12-11]
- Svenska Djurhälsovården (augusti 2010). *Hullbedömning av alpackor*.
http://www.svdhv.org/upload/documents/Artiklar/101207_kamel_hullbedomning.pdf [2014-12-11]
- Tibary, A. & Vaughan, J. (2006). Reproductive physiology and infertility in male South American camelids: A review and clinical observations. *Small Ruminant Research*, vol 61, ss 283-298.
- Van Saun, R. J. (2008). Effect of nutrition on reproduction in llamas and alpacas. *Theriogenology*, vol 70, ss 508-514.
- Vaughan, J. (2002a). The reproductive physiology and pathology of alpacas OR mating management in your alpaca herd! I: Proceedings of The British Veterinary Camelid Society Annual Conference, Newbury, October 27-28.
- Vaughan, J. (2002b). Advanced reproductive technologies in alpacas. I: Proceedings of The British Veterinary Camelid Society Annual Conference, Newbury, October 27-28.
- Åsén, C. (2014). *Alpackaföreningen*. Personligt meddelande.

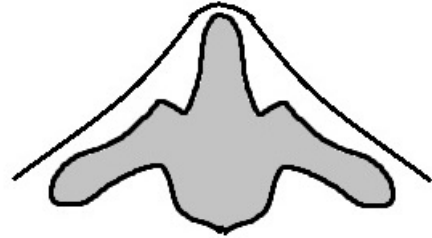
BILAGA 1

Hullbedömning av alpackor, efter Svenska Djurhälsovården (2010).

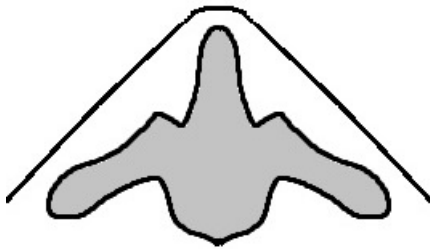
På samtliga bilder ses djuret bakifrån, i tvärsnitt.



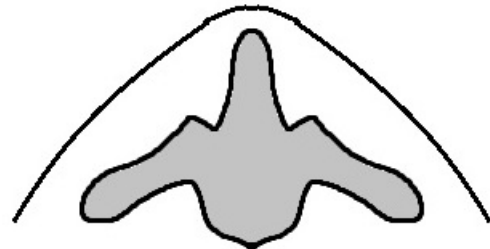
Hullgrad 1: Mager. Tydligt konkav linje mellan torn- och tvärutskott.



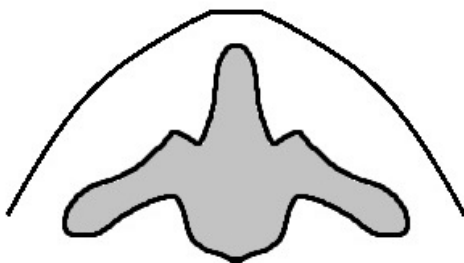
Hullgrad 2: Hull under medelgott. Lätt konkav linje mellan torn- och tvätutskott.



Hullgrad 3: Medelgott hull. Rak linje mellan torn- och tvärutskott.



Hullgrad 4: Hull över medelgott. Konvex linje mellan torn- och tvärutskott.



Hullgrad 5: Fet. Tydligt konvex linje mellan torn- och tvärutskott. Utskotten är svåra att känna.