



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Variation i fruktsamhet hos semingaltar

Camilla Knutson



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjursgenetik

Variation i fruktsamhet hos semingaltar

Variation in fertility in boars used for artificial insemination

Camilla Knutson

Handledare:

Nils Lundeheim, SLU, Institutionen för husdjursgenetik

Examinator:

Lotta Rydhmer, SLU, Institutionen för husdjursgenetik

Omfattning: 30 hp

Kurstitel: Examensarbete i husdjursvetenskap

Kurskod: EX0557

Program: Agronomprogrammet – Husdjur

Nivå: Avancerad, A1E

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2011

Serienamn, delnr: Examensarbete 359
Institutionen för husdjursgenetik, SLU

On-line publicering: <http://epsilon.slu.se>

Nyckelord: Galt, artificiell insemination, fruktsamhet, spermakvalitet, omlöpsförekomst

Abstract

Artificial insemination (AI) has had a great influence on the development of pig production and is today widely practiced (Gerrit *et al.*, 2005). With AI, genetic progress can at a short period of time be spread worldwide compared with using natural service and the best boars can be intensively used. This is also one of the biggest risks with AI; the impact of semen containing a genetic disease or contamination of pathogens can be enormous. Fortunately, it is a small risk of disease transmission due to many tests of the boars and the semen before use (Maes *et al.*, 2008). It is important that the boars used for insemination have good breeding values along with good reproduction features and have good fertility results (Robinson *et al.*, 2005). Furthermore, it is of economical interest that they produce high quality ejaculates with high number of sperms (Wierzbicki *et al.*, 2010). The impact of the male's reproductive efficiency, which is very important for the insemination industry, is not easily predicted (Robinson *et al.*, 2005).

The aim of this study was, with data on litter size and remating incidence from inseminated sows, analyze the variation in fertility among AI-boars from two different breeds, Landrace and Yorkshire. A second aim was to investigate if there are effects of season or parity number on fertility traits.

The sows' first litter had the lowest total number of total born piglets and live-born piglets. The total number of born piglets increased to the fifth litter. Highest litter size was found during late spring and early summer and the lowest during autumn. The results showed no effect of heterosis on litter size; instead the purebred litters of Landrace had the highest litter size. This is probably due to selection in the nucleus herds of secondary sows for crossbreeding and superior sows for purebreeding. Highest remating incidence was after weaning of the first litter. Among the 500 boars (with >50 litters in the data) which were analyzed for remating incidence, 2.6 % had none. There was a significant negative correlation between remating incidence and litter size for boars of both breeds. In comparison there was no significant correlation between remating incidence and number of stillborn piglets in the litter.

Sammanfattning

De senaste 35 åren har användningen av artificiell insemination (AI) haft stor betydelse för utvecklingen av grisproduktion (Gerrit *et al.*, 2005). AI kan med minimal smittorisk snabbt sprida genetiska framsteg jämfört med naturlig betäckning (Maes *et al.*, 2008) och bra galtar kan användas intensivt. I besättningar där ett stort antal gyltor eller suggor ska betäckas är AI tidsbesparande för producenten jämfört med galtbetäckning samt att svårigheter som kan uppstå när vuxna galtar ska betäcka gyltor undviks (Flowers & Alhusen, 1992). Reproduktionsegenskaperna hos semingaltar är av stor vikt. Seminstationer strävar efter en effektiv produktion av högkvalitativa semindoser med ett högt genetiskt värde (Wierzbicki *et al.*, 2010). I dagsläget insemineras cirka 95 % av suggorna i de svenska bruks- och avelsbesättningarna förutom vid produktion av dräktiga gyltor då galtbetäckning förekommer mer frekvent (Wallgren, 2011 personligt meddelande).

Syftet med den här studien var att analysera variation i fruktsamhet mellan semingaltar av lantras och yorkshireras via data om kullstorlek och omlöp hos gyltor och suggor som inseminerats. Dessutom analyserades eventuell förekomst av säsongsvariation i kullstorlek och omlöpsförekomst samt om och hur kullnummer inverkar på kullstorleken.

Suggans första kull hade i genomsnitt lägst antal totalt och levande födda smågrisar. Totalt antal födda smågrisar ökade till kullnummer 5. Största kullarna föddes under sen vår och tidig sommar och minsta föddes under hösten. Resultaten visade ingen effekt av heterosis på kullstorlek, utan störst kullstorlek erhöll de renrasiga lantras-kullarna. Detta kan bero på att man i avelsbesättningar ofta använder de "nästbästa" suggorna till korsningsavel för produktion av LY-gyltor, medan toppsuggor får fortsätta i renrasig avel. Högst andel omlöp förekom efter avvänjning av första kullen. Av de 500 galtar (med information om >50 kullar i materialet) som ingick i analyser av förekomst av omlöp var 2,6 % helt utan omlöp. En signifikant negativ korrelation mellan omlöpsförekomst och kullstorlek observerades för båda galtraserna.

Innehållsförteckning

Abstract	1
Sammanfattning	2
1. Litteraturstudie.....	5
1.1 Urval av semingaltar	5
1.2 Utförande av insemination.....	5
1.3 Antal spermier i semindos.....	5
1.4 Antal inseminationer	5
1.5 Kvalitetsmått av ejakulat	6
1.6 Faktorer som inverkar på ejakulatkvalitet.....	6
1.6.1 Inhysning	6
1.6.2 Skillnader mellan galtraser	6
1.6.3 Ålder	7
1.6.4 Säsongsvariation.....	7
1.6.5 Frekvens av ejakulationsinsamling.....	8
1.6.6 Mikrobiell kontaminering och eventuella konsekvenser	8
1.6.7 Genetiska defekter	8
2. Material och metod.....	10
2.1 Data	10
2.1.1 Kullstorlek.....	10
2.1.2 Omlöpsförekomst.....	10
2.1.3 Samband kullstorlek & omlöpsförekomst.....	11
3. Resultat.....	12
3.1 Resultat kullstorlek.....	12
3.1.1 Inverkan av ras	12
3.1.2 Resultat variansanalys.....	13
3.1.3 Inverkan av kullnummer.....	13
3.1.4 Inverkan av årstid	13
3.1.5 Inverkan av sugg- och galtras	14
3.1.6 Inverkan av enskild galt	16
3.2 Resultat av omlöpsförekomst	18
3.3 Resultat av samband mellan kullstorlek och omlöpsförekomst	19
4. Diskussion	22
4.1 Kullstorlek.....	22

4.1.1 Variansanalys.....	22
4.1.2 Inverkan av kullnummer.....	22
4.1.3 Inverkan av årstid	22
4.1.4 Inverkan av sugg- och galtras	23
4.1.5 Inverkan av enskild galt	23
4.2 Omlöpsförekomst.....	23
4.3 Samband mellan kullstorlek och omlöpsförekomst.....	23
Referenser	25

1. Litteraturstudie

1.1 Urval av semingaltar

Svinproduktion sker framförallt för att tillgodose konsumenternas efterfrågan på kött. Urval av semingaltar till artificiell insemination (AI) baseras generellt på ekonomiskt viktiga egenskaper. Selektion av semingaltar sker främst på djur med bra avelsvärden och som producerar en avkomma med snabb tillväxt och bra kötttegenskaper. Utöver produktionsegenskaper bör selektionen även inkludera egenskaper som är viktiga för en semingalt t.ex. konformation, temperament samt ejakulatens kvantitet och kvalitet. Seminstationers främsta ekonomiska vinning baseras på antalet spermier en galt har förmåga att producera under en viss tidsperiod. Galtens fruktsamhet är av sekundär betydelse om inga klagomål på små kullstorlekar eller låg grisningsprocent framförs (Robinson *et al.*, 2005). Vanligtvis brukar galtar med <70 % normala spermier uteslutas från AI (Alm *et al.*, 2006).

Ersättning av galtar inom semin sker generellt då det finns tillgång till yngre galtar med bättre avelsvärden (Robinson *et al.*, 2005). Blivande semingaltar testas i Sverige vid en speciell prövningsstation för bland annat tillväxt, foderförbrukning, exteriör och ekolod. Olika raser har olika kriterier, hos fadersraser såsom hampshire är goda slaktegenskaper av hög prioritet medan hos modersraser såsom yorkshire och lantras är kullstorlek och modersegenskaper mer angelägna. Inom Quality Genetics i Sverige används semingaltar av raserna yorkshire och lantras i genomsnitt 3-6 månader. Hampshiregaltar används däremot cirka 6-12 månader (Wallgren, personligt meddelande 2011).

1.2 Utförande av insemination

Insemination ska enbart utföras på suggor som visar ståreflex. En korrekt insemination börjar med rengöring av suggans vulva för att minska risken av kontaminering. Vid införsel av katetern bör man sära på blygden och för att förhindra att katetern förs in i urinblåsan ska denna försiktigt föras in längs med suggans rygg tills det tar stopp. Stimulation av suggan ska pågå tills inseminationen är slutförd. Katetern förs ut direkt efter insemination (www.svenskapig.se, 2011-01-31 "Optimal reproduktion").

1.3 Antal spermier i semindos

Antalet spermier utgör en viktig faktor vid artificiell insemination av suggor (Alm *et al.*, 2006). Ett antagande är att antalet spermier som insemineras samt andelen av dessa som har kapacitet att penetrera ägg, direkt ansvarar för galtens påverkan av kullstorleken (Flowers, 2002). En ökning av antalet spermier som insemineras ger en positiv effekt på antalet födda smågrisar (Flowers, 2002; Reicks *et al.*, 2008) och totalt antal födda smågrisar minskar kraftigt då spermieantalet är mindre än $3,0 \times 10^9$ spermier/dos (Reicks *et al.*, 2008). Det optimala antalet spermier för ett acceptabelt antal födda grisar anses vara $3,0 - 3,5 \times 10^9$ spermier/dos (Reicks *et al.*, 2008). I semindoser från enskild galt bör det totala antalet spermier överstiga 3×10^9 per semindos (Alm *et al.*, 2006). I Sverige ligger antalet spermier per semindos mellan $2,2 - 3,0 \times 10^9$ beroende på ras samt om semindoserna är för bruks- eller avelsproduktion (Wallgren, personligt meddelande 2011). Antalet spermier per semindos är även en ekonomisk fråga för seminstationen och ett bra utspädningsförhållande råder då ett ejakulat ger god fruktsamhet med en låg spermiekoncentration (Mircu *et al.*, 2008).

1.4 Antal inseminationer

Antal inseminationer per brunst påverkar den optimala inseminationsdosen. Vid inseminationer med semindoser från en enskild galt används i Finland generellt 1,5 inseminationer per brunst medan andra länder generellt har fler (Alm *et al.*, 2006). I Sverige insemineras suggor generellt två gånger per brunst (Wallgren, personligt meddelande 2011). En minskning av antalet inseminationer ger en signifikant minskning i antal födda och grisningsprocent samt ökar antalet omlöpnigar (Reicks *et al.*, 2008).

1.5 Kvalitetsmått av ejakulat

För att erhålla de bäst lämpade semingaltarna krävs säkra analyser som kan bedöma ejakulatens kvalitet och lämplighet. Utan tillförlitliga analyser finns risk att spermier av dålig kvalitet kan distribueras och påverka reproduktionen hos ett stort antal suggor. Analys av ejakulat för att klassa dess kvalitet kan ske makroskopiskt, mikroskopiskt och genom funktionella tester.

Rutinundersökningar kan inkludera färg, lukt, antal spermier, ejakulatvolym, pH, motilitet, morfologi och livskraft hos spermier. Analyser kan avgöra ejakulatens lämplighet, antal doser som kan produceras men även ge ett mått på galtens spermieproduktion och hälsa. Motilitet och eventuell hyperaktivitet ger information om spermiernas förmåga att förflytta sig i honans fortplantningsorgan samt dess förmåga att penetrera ägget. Motiliteten är även ett indirekt mått på spermiernas livskraft (Foxcroft *et al.*, 2008). Till begreppet kvalitet av sperma brukar ejakulatvolym, koncentration och antal spermier räknas (Ciereszko *et al.*, 2000).

Galtens inflytande på gyltors kullstorlek kan vara svår att påvisa då en gyltas första kull kan påverkas av olika faktorer såsom ålder, vid vilken brunst inseminationen sker samt nutritionell status. Därför bör gyltors första kullstorlek ej användas vid utvärdering av spermans kvalitet (Juonala *et al.*, 1998).

1.6 Faktorer som inverkar på ejakulatkvalitet

Produktionen av sperma och dess kvalitet påverkas av flera olika faktorer såsom galtens ålder (Smital, 2009; Wolf & Smital, 2009; Wierzbicki *et al.*, 2010), ras (Ciereszko *et al.*, 2000; Smital *et al.*, 2003), säsong (Ciereszko *et al.*, 2000; Wolf & Smital, 2009), fotoperiod (Sancho *et al.*, 2004), foderintag (Louis *et al.*, 1994), intervall mellan ejakulatinsamling (Frangež *et al.*, 2005; Wolf & Smital 2009), mängden spermier som insemineras (Alm *et al.*, 2006; Mircu *et al.*, 2008) och antalet spermier (Flowers, 2002; Reicks *et al.*, 2008). Även bakteriell kontaminering av ejakulaten är en faktor som kan påverka galtens fruktsamhet (Martín *et al.*, 2010) och spermieproduktionen kan bl.a. påverkas av lokala infektioner och sjukdomar hos galten (Maes *et al.*, 2008).

1.6.1 Inhysning

Inhysningssystem har en signifikant effekt på galtar och deras spermakvalitet. Anläggningar utan en kontrollerad temperatur kan påverka galtens välfärd negativt under perioder med höga temperaturer, vilket indirekt kan påverka galtens fertilitet. Galtar i temperaturkontrollerade anläggningar har ejakulat med bättre kvalitet jämfört med galtar i anläggningar utan en kontrollerad temperatur. Även typ av skiljeväggar, golv och strö kan påverka spermakvaliteten där positiva effekter har påvisats vid betonggolv och halmströ. Oavsett omgivande temperatur tenderade betonggolv ge bättre kvalitet på galtars ejakulat än hela spaltgolv eller kombinationer av dessa två, vilket kan bero på skillnader i de olika golvens isoleringsegenskaper. En förbättring av spermiernas motilitet har påvisats då halm används som strö (Corcuera *et al.*, 2002). Skillnader kan även förekomma mellan olika seminstationer. Wierzbicki *et al.* (2010) fann att två olika seminstationer i Polen visade skillnader i medelvärden av olika egenskaper hos ejakulat från galtar. Ejakulatvolym, procenthalt av levande spermier, totalt antal spermier och antal semindoser var signifikant högre vid den ena seminstationen medan spermiekoncentrationen var lägre. Skillnader mellan seminstationer kan bero på skillnader i miljö, utfodring, insamlingsmetod eller spermaanalyser (Wierzbicki *et al.*, 2010).

1.6.2 Skillnader mellan galtraser

Faktorer som kan påverka fertiliteten hos galtar är galtens ras och heterosiseffekt hos korsningsgaltar (Smital *et al.*, 2003; Smital, 2009). Kvalitet uttryckt såsom spermiekoncentration, ejakulatvolym samt antal spermier har visat sig variera mellan olika raser (Ciereszko *et al.*, 2000). Smital *et al.* (2003) fann att heterosiseffekten för ejakulatmängd var hög och statistiskt signifikant för alla kombinationer av korsningsraser i undersökningen. Galtar som var korsningar mellan Hampshire x Pietrain hade störst ejakulatvolym jämfört med övriga raser och var även den raskombinationen med både högst

antal totala spermier och antal livskraftiga spermier. Denna kombination gav även bland de högsta heterosiseffekterna i alla dessa egenskaper (Smital *et al.*, 2003).

Ciereszko *et al.* (2000) fann att Pietraingaltar hade lägst ejakulatvolym, lägst antal spermier per ejakulat men högst spermiekoncentration. Däremot hade galtar av rasen Large White högst volym och lägst koncentration i ejakulaten bland de undersökta raserna.

1.6.3 Ålder

Ejakulatvolymen ökar med galtens ålder (Suriyasomboon *et al.*, 2004; Smital, 2009; Wolf & Smital, 2009; Wierzbicki *et al.*, 2010). Däremot har spermiekoncentrationen i olika studier visat både en minskning (Smital, 2009) och ökning (Wierzbicki *et al.*, 2010) under grisens levnadsår. Galtens ålder tenderar att ha en negativ effekt på motiliteten som minskar något med åldern och andelen onormala spermier ökar under hela galtens livstid (Wolf & Smital, 2009).

Totalt antal spermier ökar med galtens ålder (Wolf & Smital, 2009; Wierzbicki *et al.*, 2010). Wolf & Smital (2009) visar vidare en ökning av antal funktionella spermier med galtens ålder där både totalt antal spermier och antal funktionella spermier når sitt maximum vid 2 års ålder. Wierzbicki *et al.* (2010) visar istället att den yngsta gruppen av galtar har signifikant högre andel levande spermier än de äldre galtarna.

1.6.4 Säsongsvariation

Säsong är en faktor som kan påverka produktionen av sperma, dess kvalitet (såsom koncentration, volym och antal spermier) och då även fruktsamheten hos galtar (Ciereszko *et al.*, 2000; Smital, 2009). Även en signifikant effekt mellan säsong och totalt antal födda har påvisats, där totalt antal födda var högst under vintern (Reicks *et al.*, 2008). Vid höga temperaturer under varma säsonger kan spermieproduktionen försämrats av minskat foderintag samt stress (Kunavongkrit *et al.*, 2005). Även förhöjd luftfuktighet kan resultera i minskad spermieproduktion samt minskad ejakulatvolym (Suriyasomboon *et al.*, 2004).

Sancho *et al.* (2004) undersökte hur en normal säsongsvariation av dagsljus påverkar ejakulatens kvalitet hos galtar under en konstant temperatur. Variationer i mängden dagsljus, ökande under våren och minskande under hösten, påverkar inte ejakulatvolym, spermiernas livsduglighet eller motilitet men däremot ökade pH-värdet i sperman gradvis både under ökande och minskande dagsljus. Enligt Sancho *et al.* (2004) minskar kvaliteten av ejakulat vid minskande mängd dagsljus, eftersom koncentrationen och produktionen av sperma samt antal semindoser per ejakulat är 50 % lägre hos galtar under dessa förhållanden jämfört vid ökande mängd dagljus.

Under sommaren sker en gradvis ökning i ejakulatvolymen och dess maximum nås under hösten. Efter hösten sker en gradvis minskning för att nå ett minimum under våren (Ciereszko *et al.*, 2000; Smital, 2009; Wolf & Smital, 2009).

Totalt antal spermier och funktionella spermier varierar under året där högst antal kan ses under vintern och lägst under sommaren (Ciereszko *et al.*, 2000; Smital, 2003; Smital, 2009; Wolf & Smital, 2009). Motilitet och andel onormala spermier varierar måttligt under året med en tendens till ökning under höst och vinter (Smital, 2009)

Undersökningar av koncentration av ejakulat visar att det finns en säsongsvariation men resultaten varierar mellan olika försök. Ibland infinner sig högst värde under vinter och tidig vår (december till april) och lägst under sen sommar och tidig höst (augusti till oktober) (Smital, 2009; Wolf & Smital, 2009) men även att spermakoncentrationen var som högst i mars och maj och som lägst i september, januari och februari. (Ciereszko *et al.*, 2000).

1.6.5 Frekvens av ejakulationsinsamling

Frekvens av insamling och intervall mellan insamling av ejakulat påverkar ejakulatens volym, koncentration, motilitet (Frangež *et al.*, 2005; Wolf & Smital, 2009) och grisionsprocent (Frangež *et al.*, 2005). Vid ökad insamlingsfrekvens av ejakulat tenderar kvaliteten försämrats, i synnerhet vid sju insamlingar i veckan. En hög insamlingsfrekvens kan även leda till minskad libido samt färre semindoser då totalt antal spermier i ejakulaten minskar (Frangež *et al.*, 2005).

En minskad motilitet hos spermier i samband med hög insamlingsfrekvens kan bero på en omognad av spermier på grund av en snabbare omsättning (Frangež *et al.*, 2005). En annan studie visar dock motsatsen då ett längre tidsintervall mellan insamling av ejakulat ökar koncentration och totalt antal spermier medan motiliteten minskar (Wolf & Smital, 2009).

Frangež *et al.* (2005) fann att befruktning hos suggor var störst då insemination utfördes med ejakulat som samlades in vid ett tillfälle per vecka och signifikant lägre vid sju insamlingstillfällen per vecka. Även antal födda kulingar var störst hos suggor inseminerade med ejakulat insamlat en gång per vecka. En insamlingsfrekvens av 2-3 insamlingar per vecka anses bäst med tanke på faktorer såsom kullstorlek, grisionsprocent samt antal semindoser som erhålls (Frangež *et al.*, 2005).

1.6.6 Mikrobiell kontaminering och eventuella konsekvenser

Risken för sjukdomsöverföring genom AI är minimal men om patogena ejakulat skulle användas kan följderna bli påtagliga (Maes *et al.*, 2008). Då sperma utgör ett perfekt medium för tillväxt av mikroorganismer bör analys av eventuell mikrobiell kontaminering ske i kvalitetskontroller av sperma (Martín *et al.*, 2010). Enbart användning av patogenfria galtar samt bra hygien och säkerhet för att förhindra spridning vid seminestationer är av hög prioritet. De flesta mikroorganismer som påträffas i galtsperna är dock icke patogena.

Lokala infektioner och sjukdomar hos galten kan ge upphov till mikrobiell kontaminering av sperman. Vid insamlingstillfället kan kontaminering ske från galt, insamlare (t.ex. avföring, sekret, epitel) eller via ventilationssystem. Även vid tillverkningen av semindoser (t.ex. vattnet) eller vid lagring av semindoser finns risk för kontaminering. Mikrobiell kontaminering kan resultera i temporär infertilitet, reducerad produktion av sperma och mindre fertila ejakulat hos galten. Även dödsfall av embryon och/eller foster samt infektioner hos suggan kan inträffa. Hygien hos seminpersonal är mycket viktigt och för att minimera risken för kontaminering av bakterier från galten ska dess buk rengöras och torkas innan insamling av ejakulat sker (Maes *et al.*, 2008).

Antalet döda spermier i ett ejakulat påverkar graden av agglutination i ejakulatet. När spermier dör förändras deras membrans polaritet från negativt till positivt, vilket resulterar i att döda spermier attraherar levande spermier och agglutination uppstår (Ciornei *et al.*, 2008). Närvaro av *Escherichia coli* (*E. coli*), för sig eller tillsammans med andra Gram-negativa bakterier, påverkar agglutination av galt spermier vilket kan inverka negativt på suggors kullstorlek. Insemination bör därför ej utföras med ejakulat innehållande $>3,5 \times 10^3$ CFU/ml *E. coli* (Martín *et al.*, 2010).

Normalt har galtejakulat ett pH-värde mellan 7,2–7,5. Ett utspäddt ejakulats pH-värde beror på antalet bakterier som existerar i det. Till följd av bakteriernas metabolism förändras det utspädda ejakulatet, syror och serotoxiner ackumuleras vilket sänker pH-värdet och därmed minskar ejakulatets kvalitet (Ciornei *et al.*, 2008). Enligt Juonala *et al.* (1998) används 90 % av spermadoserna vid AI inom 3 dagar efter insamling, vilket dock ger en kort tid för bakterietillväxt.

1.6.7 Genetiska defekter

En galt kan ha låg fruktsamhet trots normal fenotyp och spermaprofil. En anledning till detta kan vara en genetisk defekt, s.k. kromosomtranslokation. Avvikelser i kromosomerna såsom reciprok translokation kan visa sig genom reducerad fertilitet hos bäraren och sämre livsduglighet hos dess avkomma. Inom semin där en galt kan ge upphov till ett stort antal avkommor kan en

kromosomtranslokation få stora konsekvenser. Test av unggaltar innan de tas i bruk som semingaltar kan undvika detta (Rodríguez *et al.*, 2010).

2. Material och metod

2.1 Data

Inget godkännande från djurförsöksetisk nämnd har krävts för denna studie då studien baserats på befintlig information som inhämtats från Nordic Genetics databas. Primärmaterialet inkluderade information om kullar efter renrasiga lantras- och yorkshiresuggor som grisat i avels- och hybridbesättningar i perioden januari 1999 till september 2010. Materialet innehöll information om suggras, betäckningstyp (naturlig galtbetäckning eller inseminering), betäckningsdatum för respektive kull, samt ras och identitet på fadern till kullen, grisionsplats, totalt antal födda, levande födda, avvänjningsdatum samt datum för betäckningar efter avvänjning av respektive kull och identitet på galten vid första betäckning efter avvänjning.

Av datamaterialet skapades två dataset, där det ena fokuserade på kullstorlek och dräktighetstid och det andra datasetet fokuserade på förekomst av omlöp efter inseminering efter avvänjning av föregående kull. Hantering av data, samt de statistiska analyserna, genomfördes med hjälp av SAS-programmet (SAS Inst. Inc., Cary, NC).

2.1.1 Kullstorlek

Detta dataset begränsades för yorkshire till kullar födda i perioden januari 2002 - juni 2010. För lantras inkluderades information om kullar födda i perioden 2002-2007, då för liten datamängd fanns för perioden 2008 - 2010. Endast kullar efter semingaltar av lantras eller yorkshire inkluderades i analyserna. Sedan början av 2006 har dock semingaltar av svensk lantras successivt ersatts av norsk lantras (Wallgren, personligt meddelande 2011). Detta innebär att lantrasgaltar från och med 2006 utgörs av både svensk och norsk lantras. Data från besättningar som haft färre än 400 kullar (per suggras) under tidsperioden uteslöts från analyserna. Variation i kullstorlek (totalt födda, levande födda samt dödfödda) och dräktighetstid analyserades inom suggras med hjälp av variansanalys (PROC MIXED), där den statistiska modellen inkluderade de fixa effekterna av besättning, grisionsmånad, kullnummer (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7+) samt galtras. Den slumpmässiga effekten av grisionsår inom besättning inkluderades även i modellen.

För att skatta variationen mellan semingaltar i kullstorlek, beräknades medeltal per galt av residualerna från en variansanalys (PROC GLM), där den statistiska modellen innehöll de fixa effekterna av suggras, besättning inom suggras, kullnummer, grisionsår, grisionsmånad, galtras samt samspelet mellan galtras och suggras. Residualer anger hur mycket den enskilda observationen/mätvärdet avviker från genomsnittsobservationen.

2.1.2 Omlöpsförekomst

Detta dataset begränsades till information om suggor som inseminerats efter avvänjning i perioden januari 2002 - juni 2010 för yorkshire och för lantras perioden 2002-2007. Endast suggor som vid denna inseminering, seminerats med lantras- eller yorkshiregalt inkluderades i analyserna. Likaså uteslöts information om semineringar, om diperioden varit kortare än 28 dagar eller längre än 42 dagar, eller om intervallet mellan avvänjning och seminering överstigit 21 dagar. En 0/1-variabel (omlöp eller inte omlöp) konstruerades utifrån den information som fanns tillgänglig: Om denna första seminering efter avvänjning följts av ytterligare en seminering/betäckning inom 16-46 dagar fick denna variabel en 1:a, i övrigt en 0:a.

Variationen i 0/1-variabeln 'omlöp' analyserades inom suggras med hjälp av variansanalys (PROC GLIMMIX), där den statistiska modellen inkluderade de fixa effekterna av besättning,

betäckningsmånad, kullnummer (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7+) samt galtras (vid första inseminering efter avvänjning).

För att analysera variationen mellan semingaltar i kullstorlek och omlöpsförekomst, beräknades medeltal per galt av såväl residualerna för kullstorlek (data A) samt för 0/1-variabeln 'omlöp' (data B). Medeltal för galtar med färre än 50 kullar i materialet uteslöts från vidare analyser.

2.1.3 Samband kullstorlek & omlöpsförekomst

Galtmedeltal från data av kullstorlek och omlöpsförekomst kombinerades och utifrån detta sammanställdes diagram och korrelationer beräknades.

3. Resultat

Signifikansnivå anges enligt vedertagen indelning där $p > 0,05$ inte är statistiskt signifikant och symboliseras med ns; $p \leq 0,05$ är statistiskt signifikant och symboliseras med *; $p \leq 0,01$ är statistiskt signifikant och symboliseras med ** och $p \leq 0,001$ är statistiskt signifikant och symboliseras med ***.

Resultaten presenteras både som okorrigerade medeltal och som LSmeans (medeltal för variablerna korrigerade för de effekter som inkluderats i den statistiska modellen). Hädanefter används förkortningen L för lantras och Y för yorkshire i texten.

3.1 Resultat kullstorlek

3.1.1 Inverkan av ras

Y-suggor hade något högre totalt antal födda smågrisar 12,8 jämfört med 12,7 för L-suggor. Analysen visade dock ingen signifikant inverkan av suggras på totalt antal födda i kullen. L-suggor hade lägre antal dödfödda smågrisar jämfört med Y-suggor, följaktligen hade L-suggor högre antal levande födda jämfört med Y-suggor. L-galtar hade högre medelvärde för totalt födda, levande födda samt dödfödda jämfört med Y-galtar (tabell 1).

Tabell 1. Beskrivande statistik (kullstorlek, okorrigerade medeltal) för suggras respektive galtras.

	Ras	N	Totalt antal födda		Levande födda		Dödfödda	
			Medel	SD*	Medel	SD*	Medel	SD*
Suggor	L	28454	12,74	3,14	11,83	2,95	0,91	1,39
	Y	53037	12,78	3,57	11,69	3,34	1,09	1,54
Galtar	L	40785	12,86	3,50	11,82	3,28	1,04	1,50
	Y	40706	12,67	3,34	11,66	3,13	1,01	1,49

*SD= standardavvikelse, mått på avvikelse från medelvärdet.

Tabell 2 nedan visar att renrasiga L-kullar hade högsta genomsnittliga kullstorlek (totalt antal födda och levande födda smågrisar). Högst antal dödfödda smågrisar inträffade i renrasiga Y-kullar och lägst antal dödfödda då L-suggor inseminerats med Y-galtar. Galtens ras visade en stark signifikant inverkan på totalt födda, levande födda och dödfödda för L-suggor. För Y-suggor hade dock galtras ingen signifikant inverkan på totalt antal födda men däremot på levande födda samt dödfödda (tabell 3).

Tabell 2. Korrigerade medeltal av kullstorlek för kombinationen suggras-galtras.

Suggras	Galtras	Totalt antal födda	Levande födda	Dödfödda
		Medel	Medel	Medel
L	L	13,03	12,03	1,00
L	Y	12,70	11,82	0,88
Y	L	12,79	11,77	1,02
Y	Y	12,78	11,55	1,23

3.1.2 Resultat variansanalys

För både L- och Y-suggor hade besättning och kullnummer en starkt signifikant inverkan på de tre måtten på kullstorlek (totalt födda, levande födda samt dödfödda). Effekten av grisningsmånad var starkt signifikant för alla måtten för Y-suggor medan det var en låg signifikant effekt för L-suggor för totalt födda och dödfödda och ingen signifikant effekt för levande födda. Galtras hade en stark signifikant effekt på alla variabler för L-suggor och även för Y-suggor förutom totalt antal födda där ingen signifikant effekt påvisades (tabell 3).

Tabell 3. Signifikansnivåer för fixa effekter för kullstorlek per suggras $N_L=28454$ & $N_Y=53037$.

	Suggras	Totalt födda	Levande födda	Dödfödda
Besättning	L	***	***	***
	Y	***	***	***
Kullnummer	L	***	***	***
	Y	***	***	***
Grisn.månad	L	*	ns (0,07)	*
	Y	***	***	***
Galtras	L	***	***	***
	Y	ns (0,89)	***	***

3.1.3 Inverkan av kullnummer

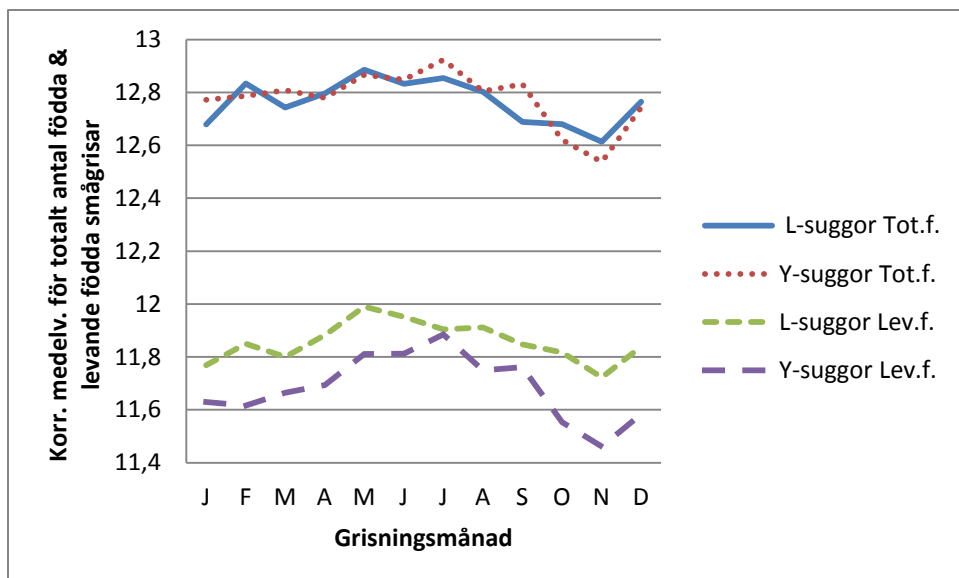
Resultaten visade att kullnummer 1 hade lägst antal totalt och levande födda smågrisar i kullen. Antal totalt födda smågrisar ökade till kullnummer 5, varefter antalet sjönk. Antal levande födda smågrisar ökade till kullnummer 4 vilken gav flest kullar, och därefter sjönk antalet. Antalet dödfödda smågrisar var lägst i kullnummer 2 och ökade sedan kontinuerligt till högre kullnummer och var högst för kullnummer 7+ för både L- och Y-suggor (tabell 4).

Tabell 4. Korregerade medelvärden för totalt födda, levande födda och dödfödda per kullnummer inom suggras.

Kullnummer	Totalt födda		Levande födda		Dödfödda	
	L-suggor	Y-suggor	L-suggor	Y-suggor	L-suggor	Y-suggor
1	11,74	11,65	11,03	10,73	0,71	0,91
2	12,21	12,51	11,53	11,66	0,68	0,85
3	13,09	13,53	12,23	12,40	0,86	1,13
4	13,44	13,86	12,44	12,56	0,99	1,30
5	13,50	14,04	12,38	12,53	1,11	1,52
6	13,36	14,03	12,14	12,42	1,22	1,61
7+	13,14	13,63	11,79	11,90	1,35	1,73

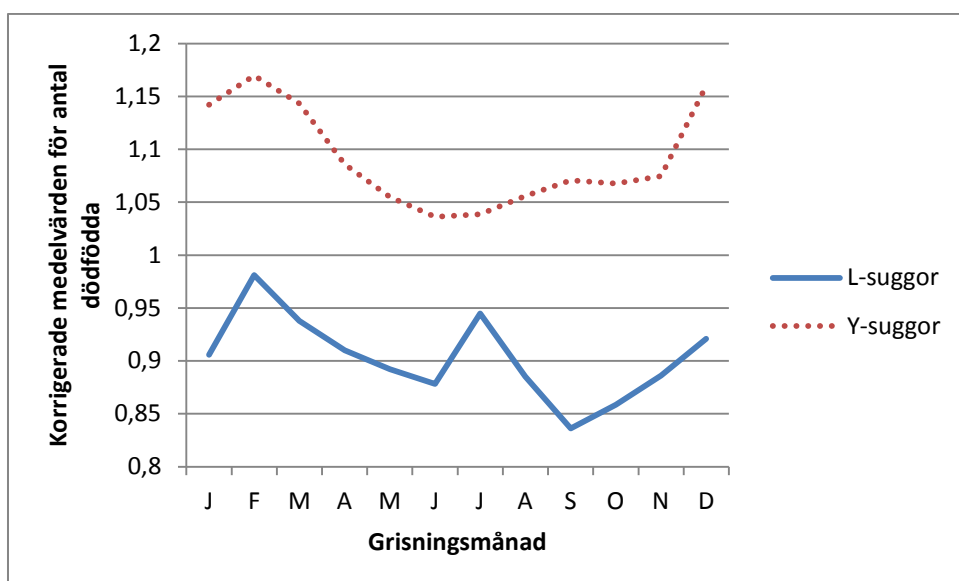
3.1.4 Inverkan av årstid

Resultaten visar att kullstorleken var högst vid grisning under sen vår/ tidig sommar, sjönk under hösten och var som lägst i november. För antalet levande födda var de korregerade medelvärdena lägst i november men ökade under våren och nådde högsta värden i maj för L-suggor medan Y-suggors högsta värde inträffade under juli månad. L-suggor låg konstant på högre medelvärden för antal levande födda jämfört med Y-suggor (figur 1).



Figur 1. Korrigerade medeltal för totalt antal födda & levande födda per kull inom suggras.

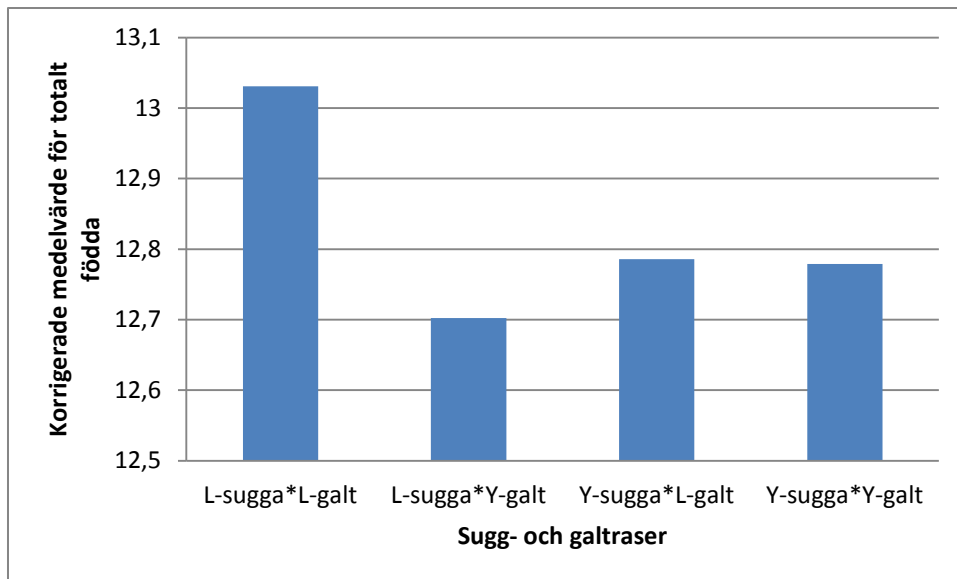
Figur 2 visar att högsta antal dödfödda smågrisar per kull förekom under vintermånaderna, medan antalet dödfödda smågrisar var lägst under sommar och tidig höst. För L-suggorna fanns dock en oförklarlig ökning under juli. L-suggor hade konstant lägre antal dödfödda smågrisar jämfört med Y-suggor, trots att de hade högre antal totalt födda smågrisar.



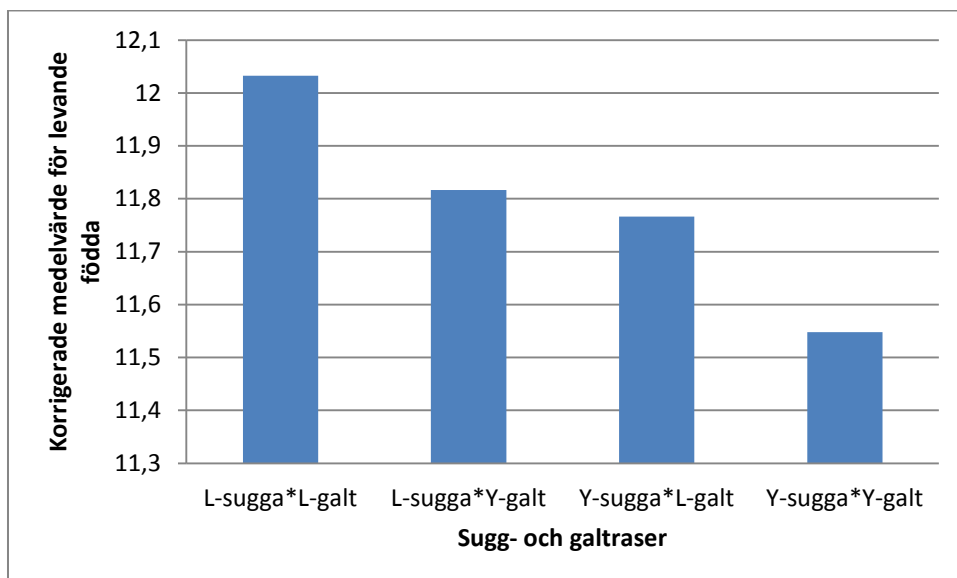
Figur 2. Korrigerade medeltal för antal dödfödda per kull, inom suggras.

3.1.5 Inverkan av sugg- och galtras

Renrasiga L-kullar hade både högst antal totalt födda och högst antal levande födda smågrisar. L-sugga inseminerad med Y-galt gav lägst antal totalt födda (figur 3). Renrasiga Y-kullar hade lägst antal levande födda smågrisar (figur 4).

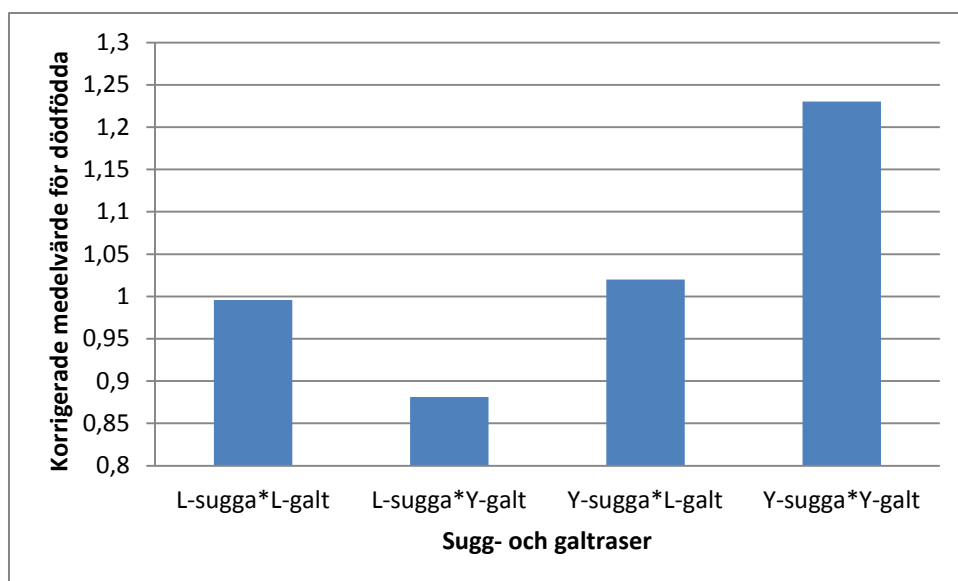


Figur 3. Korrigerade medelvärden för totalt antal födda smågrisar, i relation till sugg- och galtras.



Figur 4. Korrigerade medelvärde för levande födda smågrisar, i relation till sugg- och galtras.

Figur 5 visar korrigerade medelvärden för antal dödfödda smågrisar i kullen i relation till sugg- och galtraser. Resultaten visar att kullar som var korsning mellan L-sugga och Y-galt hade lägst antal dödfödda smågrisar medan renrasiga Y-kullar gav högst antal (figur 5).



Figur 5. Korrigerade medelvärde för dödfödda smågrisar, i relation till sugg- och galtras.

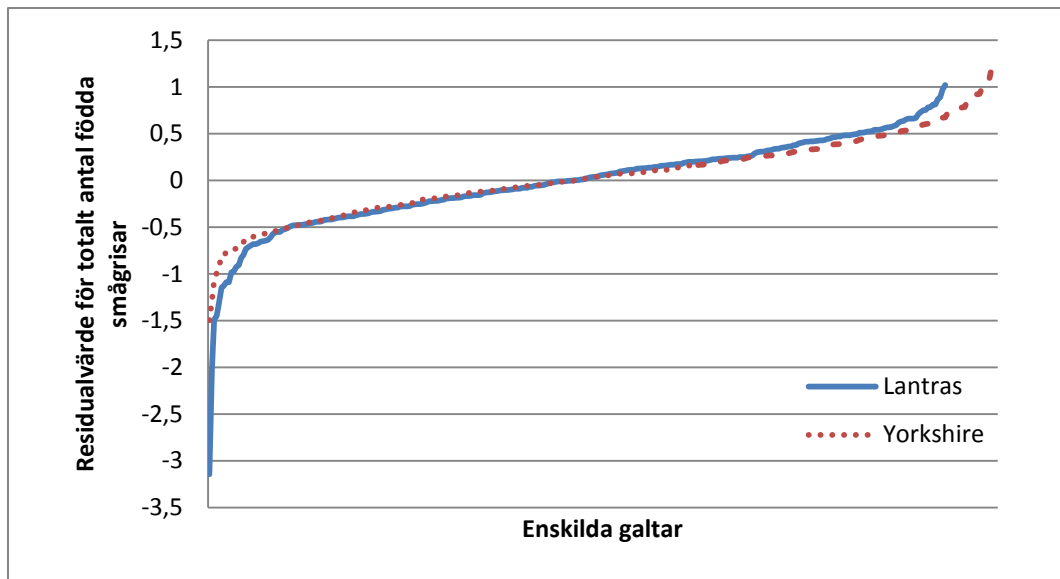
3.1.6 Inverkan av enskild galt

Residualer anger måttet på den enskilda observationens/mätvärdets avvikelse från genomsnittsobservationen. Genomsnittsgaltens medelvärde för kullstorlek ligger nära noll och standardavvikelserna för dessa galtmedeltal ligger mellan 0,4 och 0,5 för totalt antal födda och levande födda, för dödfödda runt 0,2 (tabell 6). Inom intervallet $\pm 3*SD$ ligger 99 % av observationerna. De flesta av Y-galtarna bör alltså ligga inom intervallet $0 \pm 1,2$ för totalt antal födda och levande födda smågrisar och de flesta L-galtar bör ligga inom intervallet $0 \pm 1,4$ för dessa mått. Detta stämde för Y-galtar men för L-galtar hade vissa individer extremt låg genomsnittlig kullstorlek (tabell 6). För antalet dödfödda bör L-galtar ligga inom intervallet $0 \pm 0,5$ och för Y-galtar inom intervallet $0 \pm 0,6$ vilket stämmer bra för båda galtraserna. Fördelningen av galtarnas resultat redovisas i figurerna 6-8.

Tabell 6. Variation mellan residual-medeltal för enskilda L- & Y-galtar som haft information om minst 50 kullar, $N_L=302$, $N_Y=323$.

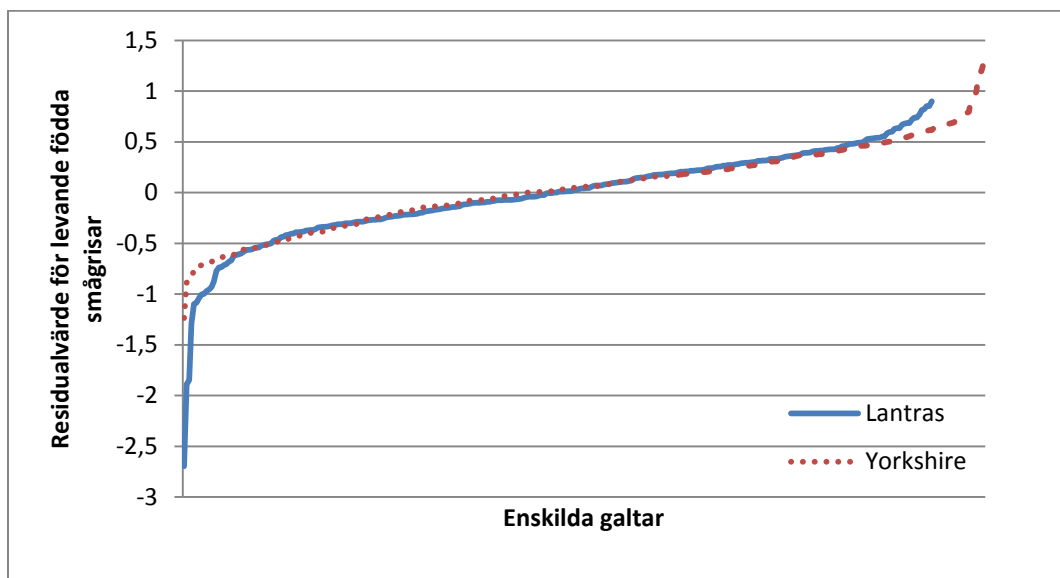
Variabel	Galtras	SD.	Lägsta	Högsta
Totalt födda	L	0,49	-3,14	1,02
	Y	0,43	-1,50	1,26
Levande födda	L	0,45	-2,70	0,90
	Y	0,41	-1,24	1,29
Dödfödda	L	0,18	-0,45	0,56
	Y	0,21	-0,62	0,66

5 L-galtar och 2 Y-galtar hade ett residualvärde för totalt antal födda under -1,2. Dessa galtar kan tänkas ha så kallad kromosomtranslokation, vilket kan ge en drastisk sänkning av kullstorleken. Av de 625 galtar som finns med i beräkningarna för residualvärdena för totalt födda hade totalt 300 galtar ett negativt residual-värde (figur 6).



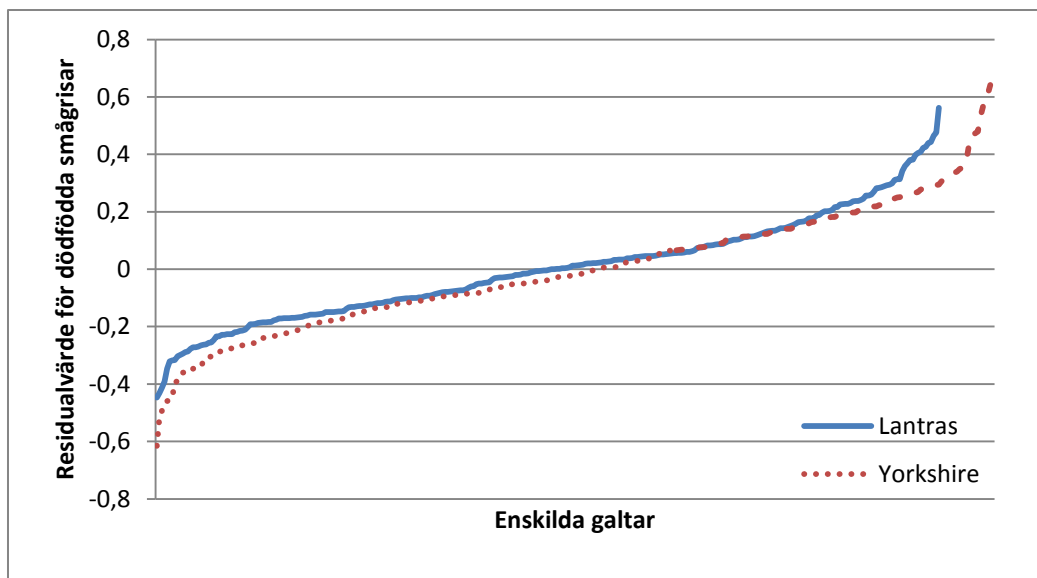
Figur 6. Residualer av medelvärdet för totalt antal födda smågrisar för enskilda galtar $N_L=302$ & $N_Y=323$.

För levande födda var det 4 L-galtar och 1 Y-galt som låg under gränsvärdet -1,2. Det lägsta residualvärdet för levande födda hade en L-galt på -2,70 och 289 galtar hade negativa residualvärden för levande födda dvs 46,2 % av galtarna var sämre än "normalgalten". Högsta värde hade en Y-galt på 1,29 (figur 7).



Figur 7. Residualer av medelvärdet för antalet levande födda för enskild galt $N_L=302$ & $N_Y=323$.

För residualer för antal dödfödda smågrisar är det bra att ha negativt värde, dvs ett lägre värde på antal dödfödda kullingar än normalgalten. Av de 625 galtarna hade 322 galtar ett negativt värde och 303 ett positivt värde dvs 48,5 % av galtarna var sämre än normalgalten. Högsta värde var 0,66 och lägsta var -0,62 (figur 8).



Figur 8. Residualer av medelvärdet av variabeln antal dödfödda för enskild galt $N_L=302$ & $N_Y=323$.

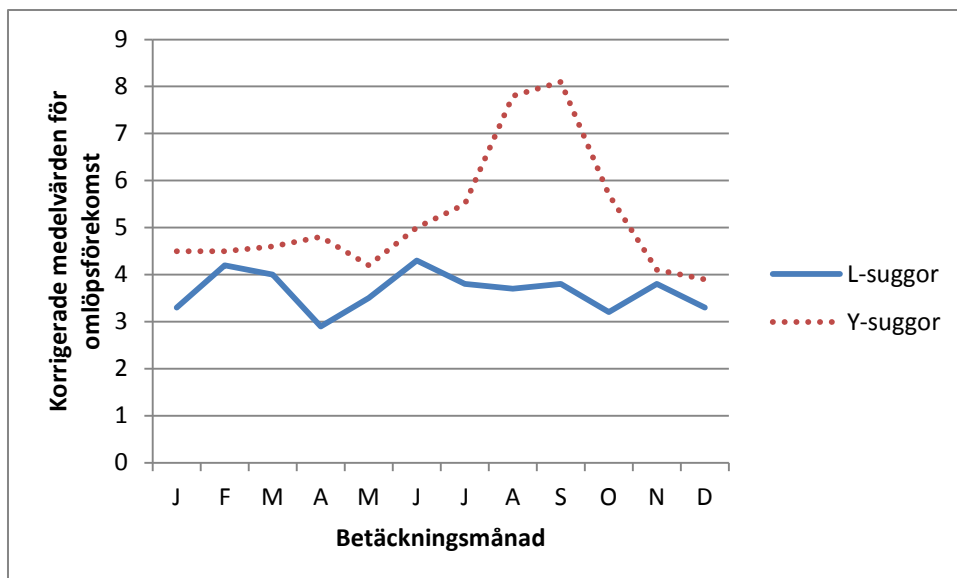
3.2 Resultat av omlöpsförekomst

Tabell 7 nedan visar medelförekomst av omlöp (%) från PROC GLIMMIX, i relation till kullnummer (för den nyligen avvanda kullen). Analyserna för omlöpsförekomst gjordes inom ras och för båda suggraserna var det högst andel omlöp efter kullnummer 1. Omlöpsförekomst efter första kullen skiljde sig signifikant från förekomster vid högre kullnummer, detta gällde för båda suggraserna.

Tabell 7. Korrigerade medelvärden för omlöpsförekomst, i relation till kullnummer.

Kullnummer	Korr. medelvärde (%)	
	L-suggor	Y-suggor
1	4,3	6,0
2	3,5	5,3
3	3,4	4,6
4	3,4	4,2
5	3,2	4,1
6	3,4	3,6
7	3,0	4,1

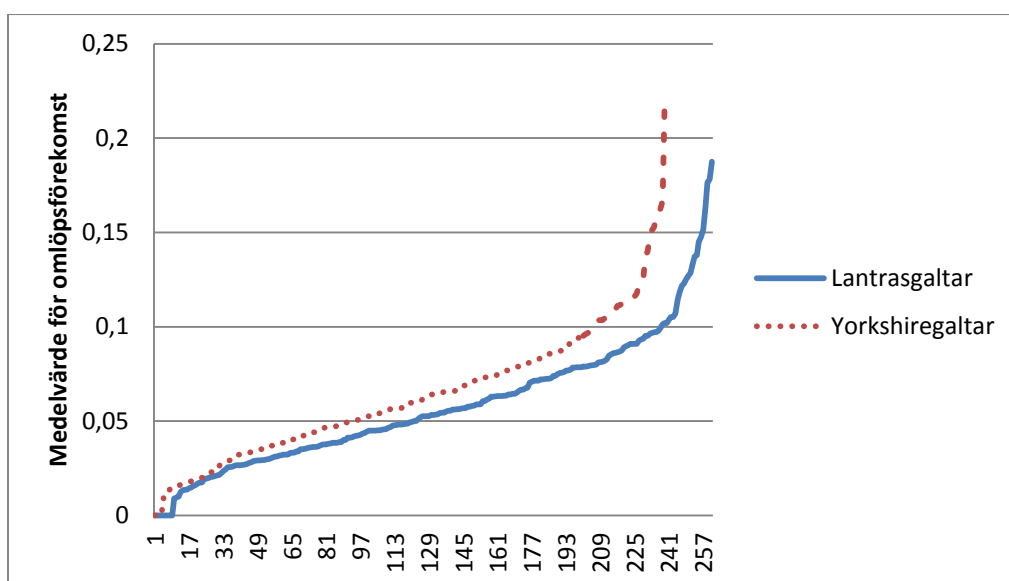
Från PROC GLIMMIX erhöles korrigerade medelvärden för omlöpsförekomst i relation till betäckningsmånad. Det var en konstant högre andel omlöp hos Y-suggor jämfört med L-suggor. L-suggor hade hög andel omlöp under februari och mars och högst andel omlöp infann sig under juni. Y-suggor hade hög andel omlöp under augusti och högst under september månad (figur 9).



Figur 9. Korrigerade medelvärden för omlöpsförekomst, i relation till betäckningsmånad.

Det fanns i datamaterialet 500 galtar, 261 L-galtar och 239 Y-galtar, med minst 50 inseminationer efter avvänjning. Medelvärde per semingalt för variabeln 'omlöp' beräknades och resultaten visade att Y-galtar hade i genomsnitt ett högre medelvärde av omlöp än L-galtar .

I figur 10 åskådliggörs variationen i galtarnas omlöpsförekomst. Av de totalt 500 galtarna hade 13 galtar (9 L-galtar och 4 Y-galtar) inga registrerade omlöp alls bland insemineringarna i materialet (>50 ins.) Av de 500 galtarna så hade 5 L-galtar och 7 Y-galtar mer än 15 % omlöpsförekomst.

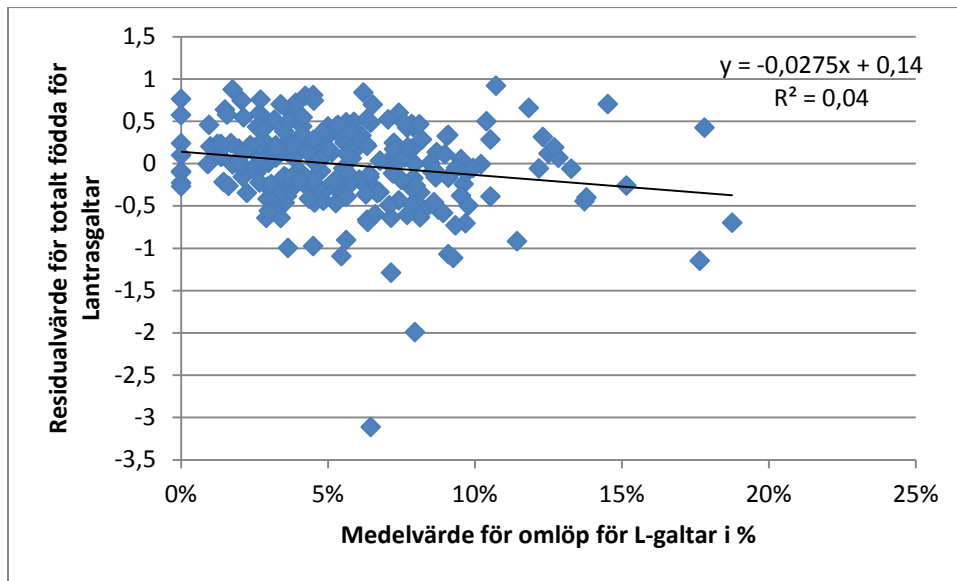


Figur 10. Medelvärde av omlöpsförekomst för enskilda L-galtar & Y-galtar. $N_L=261$ & $N_Y=239$.

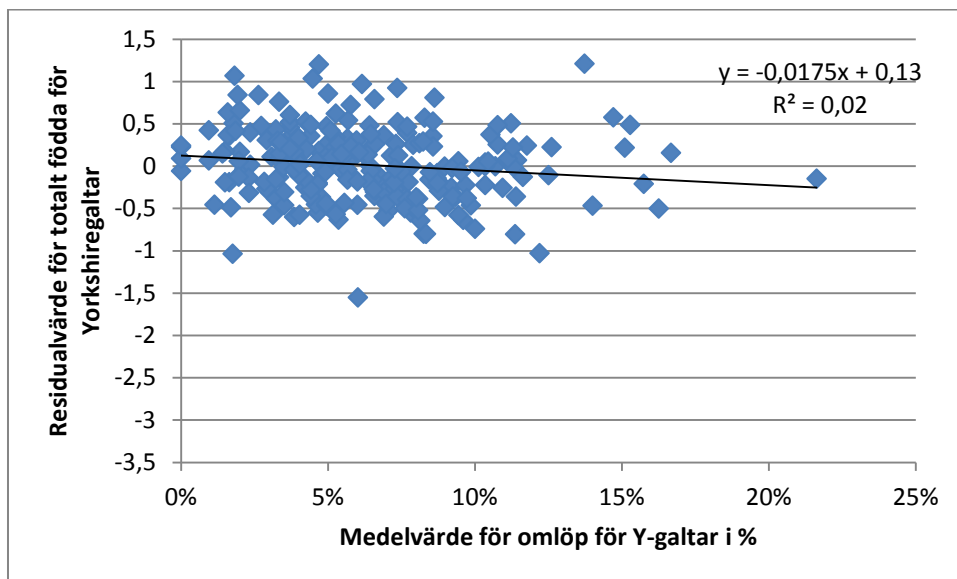
3.3 Resultat av samband mellan kullstorlek och omlöpsförekomst

För 486 galtar fanns information om både kullstorlek och omlöpsförekomst, 248 L-galtar och 238 Y-galtar. Data från dessa galtar användes för att analysera samband mellan kullstorlek och förekomst av omlöp. Diagrammen nedan visar sambandet mellan galtmedeltal för kullstorlek (residualer) och omlöpsförekomst inom galtras. Graferna har för bägge galtraserna en negativ lutning av trendlinjen

vilket visar att det finns ett samband mellan omlöp och färre antal födda smågrisar. Ju högre andel omlöp desto mindre kullstorlek (figur 11 & 12).



Figur 11. Samband mellan omlöpsfrekomst och kullstorlek (residual för totalt antal födda) för L-galtar (N=248).



Figur 12. Samband mellan omlöpsfrekomst och kullstorlek (residual för totalt antal födda) för Y-galtar (N=238).

En negativ korrelation mellan omlöp och kullstorlek påvisades (totalt antal födda och levande födda smågrisar). Den negativa korrelationen mellan kullstorlek och omlöpsfrekomst var starkare för L-galtar jämfört med Y-galtar. Dock påvisades ingen signifikant korrelation för någon av galtraserna mellan omlöpsfrekomst och antal dödfödda i kullen (tabell 9).

Tabell 9. Korrelationer och signifikansnivå mellan galtmedeltal, inom ras, (L, n=248) och (Y, n=238)

	Galtras	Residual, lev. f.	Residual, dödf.	Omlöpsförekomst
Residual,tot.f.	L	0,93 ***	0,38 ***	-0,19 **
	Y	0,88 ***	0,38 ***	-0,14 *
Residual, lev.f.	L		0,01 ns	-0,19 **
	Y		-0,10 ns	-0,15 *
Residual, dödf.	L			-0,04 ns
	Y			-0,005 ns

4. Diskussion

4.1 Kullstorlek

L-galtar hade högre medelvärde för totalt födda, levande födda samt dödfödda jämfört med Y-galtar (tabell 1). Resultaten indikerar att både suggor och galtar av lantras hade bättre förutsättningar att få en större levande kull smågrisar än suggor och galtar av yorkshireras.

4.1.1 Variansanalys

Besättning hade en stark signifikant inverkan på kullstorleken för båda suggraserna, vilket bland annat kan berott på variationer i inhysningsmiljön, hälsostatus och hygien mellan olika besättningar. Även kullnummer hade en stark signifikant inverkan på kullstorleken för båda suggraserna.

Det var en stark signifikant inverkan på kullstorleken beroende på grisningsmånad för Y-suggor medan det för L-suggor endast var en svag signifikant inverkan av grisningsmånad på totalt antal födda samt dödfödda och ingen signifikant effekt alls på levande födda smågrisar. Detta indikerar att Y-suggor påverkades mer av årstiden än L-suggor.

Galtras hade en stark signifikant effekt på alla kullstorleksvariabler för L-suggor och för Y-suggor förutom totalt antal födda där ingen signifikant effekt kunde påvisas hos Y-suggor (tabell 3). Andra studier har visat att fertiliteten hos galtar kan varieras mellan olika galtraser (Smital *et al.*, 2003; Smital, 2009). Att galtens ras inverkar på kullstorleken skulle därför kunna bero på variation i fertilitet mellan L-galtar och Y-galtar.

4.1.2 Inverkan av kullnummer

Första kullen hade lägst antal totalt och levande födda smågrisar, vilket kan bero på att gyltorna ej var färdigvuxna vid semintillfället men även i vilken brunst gyltorna inseminerades spelar in. Antalet totalt födda ökade till kullnummer 5, vilken gav flest totalt födda. Levande födda grisar ökade till kullnummer 4 för att sedan sjunka igen. Antal dödfödda ökade kontinuerligt efter kullnummer 2. Vid jämförelse mellan de båda suggraserna hade L-suggor högre medelvärde för totalt antal födda och levande födda än Y-suggor vid första kullen men vid högre kullnummer hade istället Y-suggor högre medelvärde för dessa variabler. En möjlig orsak till detta kan vara att Y-suggor hade sämre förutsättningar vid just första kullen eller tvärtom, att L-suggor hade bättre förutsättningar vid första kullen (tabell 4).

4.1.3 Inverkan av årstid

Resultaten visade att det föddes flest totalt antal smågrisar under sen vår och tidig sommar och minst under hösten. Andra studier har visat en signifikant effekt av säsong på totalt antal födda där totalt antal födda var högst under vintern (Reicks *et al.*, 2008).

Antalet levande födda var lägst i november och högst under maj och juli. L-suggor hade konstant högre medelvärde för antal levande födda jämfört med Y-suggor (figur 1). Det är emellertid omöjligt att avgöra huruvida det är galtens eller suggans säsongsvariation som visar sig. Säsong är dock en faktor som kan påverka produktionen av spermier och dess kvalitet och därmed även fruktsamheten hos galtar (Ciereszko *et al.*, 2000; Smital, 2009).

Antal dödfödda smågrisar var högst under vintermånaderna och lägst under sommaren. L-suggor hade konstant lägre värde för antal dödfödda smågrisar jämfört med Y-suggor.

4.1.4 Inverkan av sugg- och galtras

Analyserna påvisade ingen heterosiseffekt, dvs. att korsning skulle ge större kullstorlek, utan tvärtom hade renrasiga lantraskullar störst kullstorlek. Totalt antal födda och levande födda var högre för L-suggor som inseminerats med L-galtar jämfört med de L-suggor som inseminerats med Y-galtar. Detta kan bero på att i den renrasiga aveln har urval av de bästa djuren gjorts och i avelsbesättningar används ofta de nästbästa suggorna till korsningsavel för produktion av LY-korsningsgylltor medan toppsuggorna får fortsätta i renrasig avel.

Högst medelvärde för antal dödfödda erhöles för renrasiga Y-kullar och lägst antal dödfödda då L-suggor inseminerats med Y-galtar (figur 3, 4 & 5).

4.1.5 Inverkan av enskild galt

Residualvärdena för kullstorlek (totalt antal födda & levande födda) för enskilda galtar visade relativt stor spridning. Några av L-galtarna hade extremt låga medeltal för kullstorlek vilket skulle kunna bero på kromosomtranslokationer hos dessa individer, då avvikelser i kromosomerna kan reducera fertiliteten hos bäraren samt även ge sämre livsduglighet hos avkomman (Rodríguez *et al.*, 2010). Förutom dessa extremgaltar var det inga större avvikelser av residualvärdena mellan L- och Y-galtar varken för totalt antal födda, levande födda eller för dödfödda smågrisar (tabell 6).

4.2 Omlöpsförekomst

Högst andel omlöp förekom efter första kullen för båda suggraserna och det var en signifikant skillnad i andel omlöp mellan första kullen och högre kullnummer. Att flest omlöp sker efter första kullen kan man möjligen förvänta sig då det är många faktorer som påverkar just vid betäckning av gyltor. Vilken brunst samt även gyltans allmäntillstånd är avgörande faktorer för en lyckad första betäckning. Efter första kullen sjönk sedan förekomsten av omlöp och lägst andel fanns efter kullnummer 5 för L-suggor och efter kullnummer 6 för Y-suggor (tabell 7). L-suggor hade högst andel omlöp under juni och en oförklarligt hög andel dödfödda smågrisar under juli månad vilket eventuellt var en följd av någon sorts avvikelse i L-suggornas fertilitet under dessa sommarmånader (figur 2 & figur 9).

Bland de 500 galtar som ingick i analyser av omlöpsförekomst var 2,6 % helt utan omlöp. Analyser visade att Y-galtar överlag hade högre medelvärden för omlöp jämfört med L-galtar (figur 10). Av de 13 galtarna utan omlöp var 9 L-galtar och 4 Y-galtar.

4.3 Samband mellan kullstorlek och omlöpsförekomst

Ett signifikant negativt samband mellan omlöpsförekomst och kullstorlek observerades för båda galtraserna (figur 11 & 12). Det visar att galtar som oftare ger omlöp i genomsnitt får mindre kullar. Studier har påvisat att för små kullar ofta leder till omlöp, då det troligen inte är fördelaktigt för suggan att erhålla för få avkommor i en kull. Polge *et al.* (1966) indikerar att minst fyra embryon måste existera i tidigt stadium av dräktigheten för att dräktigheten ska fortgå. En försämrad befruktningförmåga hos semingaltar kan i sin tur bero på bland annat mikrobiell kontaminering av ejakulaten, eller defekta spermier alternativt defekt sädesvätska hos galten.

Det fanns ingen signifikant korrelation för omlöpsförekomst och antal dödfödda smågrisar. Inte heller påvisades någon signifikant korrelation mellan levande födda och antal dödfödda för någon av galtraserna (tabell 9).

Det är dock svårt att avgöra vad som genererar omlöp då många faktorer spelar in i denna känsliga process såsom brunstkontroll, betäckningsmetod samt galtens reproduktiva egenskaper och fertilitet. Att försöka avla på galtar som ger mindre omlöp skulle vara en bra investering för grisindustrin, då omlöp utgör en extra kostnad och tidsåtgång. Även ur välfärdsaspekt är färre omlöp positivt att sträva efter då omlöp i t.ex. lösdriftssystem resulterar i omflyttning, vilket kan orsaka stress och slagsmål mellan djuren.

Referenser

- Alm, K., Peltoniemi, O.A.T., Koskinen, E., Andersson, M. 2006. Porcine field fertility with two different insemination doses and the effect of sperm morphology. *Reproduction in Domestic Animals* 41, 210-213.
- Ciereszko, A., Ottobre, J.S., Glogowski, J. 2000. Effects of season and breed on sperm acrosin activity and semen quality of boars. *Animal Reproduction Science* 64, 89-96.
- Ciornei, ST. GR., Runceanu, L., Rosca, P., Drugociu, D. 2008. The microbiological cargo of seminal doses by boar and his possible effects. *Lucrări stiintifice medicină veterinară* vol.XLI, 213-219.
- Corcuera, B.D., Hernández-Gil, R., De Alba Romero, C., Martín Rillo, S. 2002. Relationship of environment temperature and boar facilities with seminal quality. *Livestock Production Science* 74, 55-62.
- Flowers, W.L. 2002. Increasing fertilization rate of boars: Influence of number and quality of spermatozoa inseminated. *Journal of Animal Science* 80, E47-E53.
- Flowers, W.L., Alhusen, H.D. 1992. Reproductive performance and estimates of labor requirements associated with combinations of artificial insemination and natural service in swine. *Journal of Animal Science* 70, 615-621.
- Foxcroft, G.R., Dyck, M.K., Ruiz-Sanchez, A., Novak, S., Dixon, W.T. 2008. Identifying useable semen. *Theriogenology* 70, 1324-1336.
- Frangež, R., Gider, T., Kosec, M. 2005. Frequency of boar ejaculate collection and its influence on semen quality, pregnancy rate and litter size. *Acta Vet. Brno* 74, 265-273.
- Gerrits, R. J., Lunneby, J. K., Johnson, L. A., Pursel, V. G., Kraeling, R. R., Rohrer, G. A., Dobrinsky, J. R. 2005. Perspectives for artificial insemination and genomics to improve global swine populations. *Theriogenology* 63, 283-299.
- Juonala, T., Lintukangas, S., Nurttila, T., Andersson, M. 1998. Relationship between semen quality and fertility in 106 AI-boars. *Reproduction in Domestic Animals* 33, 155-158.
- Kunavongkrit, A., Suriyasomboon, A., Lundeheim, N., Heard, T. W., Einarsson, S. 2005. Management and sperm production of boars under differing environmental conditions. *Theriogenology* 63, 657-667.
- Louis, G. F., Lewis, A. J., Weldon, W. C., Miller, P.S., Kittok, R. J., Stroup, W. W. 1994. The effect of protein intake on boar libido, semen characteristics, and plasma hormone concentrations. *Journal of Animal Science* 72, 2038-2050.
- Maes, D., Nauwynck, H., Rijsselaere, T., Mateusen, B., Vyt, P., de Kruif, A., Van Soom, A. 2008. Diseases in swine transmitted by artificial insemination: An overview. *Theriogenology* 70, 1337-1345.
- Martín, L.O.M., Muños, E.C., De Cupere, F., Van Driessche, E., Echemendia-Blanco, D., Rodríguez, J.M.M., Beeckmans, S. 2010. Bacterial contamination of boar semen affects the litter size. *Animal Reproduction Science* 120, 95-104.
- Mircu, C., Cernescu, H., Igna, V., Knop, R., Frunză, I., Ardelean, V., Bonca, GH., Otava, G., Zarcu, S., Korodi, G., Ardelean, A. 2008. Boar semen evaluation using CASA and its relation to fertility. *Lucrări stiintifice medicină veterinară* vol.XLI, 203-212.

Polge, C., Rowson, L. E. A., Chang, M. C. 1966. The effect of reducing the number of embryos during early stages of gestation on the maintenance of pregnancy in the pig. *Journal of reproduction and fertility* 12, 395-397.

Quality Genetics. Januari 2011. <http://www.qgenetics.com>

Reicks, D.L., Levis, D.G. 2008. Fertility of semen used in commercial productions and the impact of sperm numbers and bacterial counts. *Theriogenology* 70, 1377-1379.

Robinson, J.A.B., Buhr, M.M. 2005. Impact of genetic selection on management of boar replacement. *Theriogenology* 63, 668-678.

Rodríguez, A., Sanz, E., De Mercado, E., Gómez, E., Martín, M., Carrascosa, C., Gómez-Fidalgo, E., Villagómez, D.A.F., Sánchez-Sánchez, R. 2010. Reproductive consequences of a reciprocal chromosomal translocation in two Duroc boars used to provide semen for artificial insemination. *Theriogenology* 70, 67-74.

Sancho, S., Pinart, E., Briz, M., Garcia-Gil, N., Badia, E., Bassols, J., Kádár, E., Pruneda, A., Bussalleu, E., Yeste, M., Coll, M.G., Bonet, S. 2004. Semen quality of postpubertal boars during increasing and decreasing natural photoperiods. *Theriogenology* 62, 1271-1282.

Smital, J. 2009. Effects influencing boar semen. *Animal Reproduction Science* 110, 335-346.

Smital, J., De Sousa, L.L., Mohsen, A. 2004. Differences among breeds and manifestation of heterosis in AI boar sperm output. *Animal Reproduction Science* 80, 121-130.

Suriyasomboon, A., Lundeheim, N., Kunavongkrit, A., Einarsson, S. 2004. Effect of temperature and humidity on sperm production in Duroc boars under different housing systems in Thailand. *Livestock Production Science* 89, 19-31.

Wallgren, M. Februari & september 2011. Personligt meddelande. Seminveterinär, Quality Genetics.

Wierzbicki, H., Górska, I., Macierzyńska, A., Kmiec, M. 2010. Variability of semen traits of boars used in artificial insemination. *Medycyna Wet.* 66(11), 765-769.

Wolf, J., Smital, J. 2009. Quantification of factors affecting semen traits in artificial insemination boars from animal model analyses. *Journal of Animal Science* 87, 1620-1627.