

Nous sommes très heureux de vous présenter en exclusivité, une partie de la Thèse d'Antonio Vicente, ingénieur agronome MSc production Animal, Juge de la race, professeur à l'Ecole Agricole de Santarem.

Cet article paraîtra en deux parties: CLM33 et CLM 34

CARACTÉRISATION DÉMOGRAPHIQUE DU CHEVAL LUSITANIEN

AUTEURS: ANTÓNIO VICENTE; NUNO CAROLINO ET LUÍS GAMA



Suite à l'invitation de CLM, nous avons décidé d'écrire un article de divulgation concernant la caractérisation démographique du cheval Lusitanien qui fait partie d'une étude plus large sur les «Stratégies pour la sélection du cheval lusitanien» menée dans le cadre de mon doctorat. Nous tenons tout d'abord à remercier ce Magazine pour son aimable invitation et, d'autre part, à présenter nos excuses pour toutes les erreurs dans la rédaction française de ce document.

Introduction

Le cheval pur-sang Lusitanien (PSL) apparaît comme la race portugaise la plus importante. L'appellation de Lusitanien date de 1942. Celle-ci est utilisée pour les chevaux nés au Portugal avec les caractéristiques morphologiques et fonctionnelles de la race, possédant un pedigree autorisant son acceptation (Monteiro, 1983). Ce noble animal possède une longue histoire évolutive, étant considéré comme l'une des plus anciennes races du monde, ainsi qu'un des plus vieux chevaux de selle (APSL, 2007).

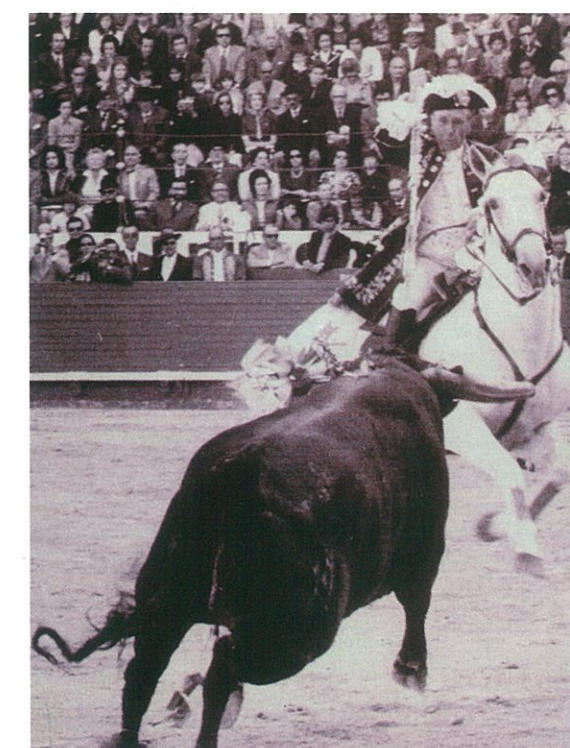
Le Lusitanien est le résultat d'une sélection de milliers d'années comme un cheval de travail et de combats (conduite de bétail, taumachie, guerres, etc.). Ce cheval ibérique ou hispanique peut être aussi désigné comme le fidèle représentant de l'archétype du modèle baroque. Doté d'une silhouette très typique et harmonieuse, d'un grand courage ainsi que d'une docilité et d'une sociabilité, il a longtemps été reconnu comme

l'un des meilleurs chevaux de selle dans le monde, en combinant un bon mental, la flexibilité, l'utilisation facile, pratique et fonctionnelle.

Partout dans le monde, presque sans exception, toutes les races modernes de chevaux ont leur origine dans le sang ibérique, étant donné la qualité supérieure de cet animal (Loch in Cordeiro, 1989). Toutes les races formées sur le continent Américain, comme le Mustang, Quarter Horse, Appaloosa, Paint Horse, Mangalarga Marchador, Mangalarga, Criolo, Campolina, etc, descendent, directement ou indirectement, du cheval ibérique (<http://www.interagro.com.br/hist1.htm>). La base génétique du prodigieux pur-sang anglais (PS) provient aussi de juments ibériques qui ont été accouplées avec des chevaux arabes d'Arabie, Turquie et Maroc. Les chevaux ibériques sont aussi à la base de la formation des célèbres chevaux Lipizzan de l'École Autrichienne de Vienne.

Parmi les principaux attributs et les capacités fonctionnelles du Lusitanien, la taumachie mérite une mention spéciale pour être la base fondamentale de la sélection de ce cheval. Dans le dressage, le cheval Lusitanien joue un rôle majeur. Ces dernières années il a acquis une renommée internationale sur différentes disciplines de sport équestres comme le dressage de compétition, l'attelage et l'équitation de travail.

Avec environ 5000 juments d'élevage enregistrées à ce jour, le PSL est bien connu et représenté dans le monde entier. Les plus grands producteurs étant le Portugal, le Brésil, la France, le Mexique, la Colombie, le Royaume-Uni, l'Espagne, la Belgique, l'Allemagne, la Hollande, l'Italie, le Canada et les États-Unis d'Amérique. Au Portugal, les juments sont principalement situées à travers la vallée de la rivière du Tage – dans le Ribatejo, l'Alentejo et aussi plus au nord du pays.



Portrait du Maire de Londres fin XVII^{ème} siècle



Manuel Tavares Veiga

L'élevage du cheval Lusitanien a toujours été caractérisé par l'existence d'un petit nombre de familles très influentes (Veiga, Andrade, Alter Real et Coudelaria Nacional), ainsi que par la prédominance de quelques lignes qui allaient devenir très populaires (Oom, 1992). Par conséquent, au fil des ans, des goulets d'étranglement ont pu influencer la diversité génétique de cette race. Ceux-ci devraient être identifiés afin de prévenir, à l'avenir, d'autres pertes de la variabilité génétique.

C'est pourquoi, il est très important d'identifier les indicateurs démographiques de manière à déterminer la variabilité génétique des populations qui est établie sur la base des informations généalogiques disponibles et d'identifier l'évolution active et dynamique de la structure qui forme une population particulière (Boichard et al, 1997; Carolino et Gama, 2008). Ce type d'analyse devient donc essentiel pour la gestion de la diversité de la race, en contribuant à sa préservation et à son utilisation future d'une manière durable. Ce qui est un aspect essentiel à la conception d'une stratégie appropriée à utiliser, à la préservation ou à l'amélioration de ressources génétiques animales (FAO, 1998). D'autre part, un programme d'élevage devrait commencer par caractériser le système de production, ainsi que la connaissance approfondie de sa structure démographique ou tout groupe de population (Gama, 2002).

Par le passé, différents problèmes et contraintes ont menacé la survie du cheval lusitanien. En particulier, les guerres du XIXe et XXe siècles, les invasions étrangères, la mécanisation de l'agriculture, les révolutions politiques et des croisements non contrôlés avec d'autres races équinnes, peuvent avoir conduit à des effets d'étranglements et, ont, évidemment, réduit la variabilité génétique de la population. Malgré l'ancienneté de la race, le stud-book n'a été créé qu'en 1967 avec une petite base d'animaux. De ce fait, la population actuelle dérive d'un nombre très réduit d'animaux fondateurs (Lopes et al. 2005).



Fernando d'Andrade

Pour l'espèce équine, les analyses démographiques ont été utilisées dans la gestion et la conservation de races différentes, y compris le Pure Race Espagnole (PRE) (Valera et al., 2005), le Sorraia (Pinheiro et al. 2013), le Lipizzan (Zechner et al., 2002), l'Hanovrien (Distl et Hamann, 2008), le cheval Arabe d'Espagne (Cervantes et al., 2008) et de la Pologne (Gyayewska et Jezierski, 2004), le Frison (Sevinga et al., 2004), parmi tant d'autres.

Dans le futur, la connaissance détaillée de la structure de la population, de la variabilité inter et intra-raciale est essentielle pour établir des priorités et des stratégies de conservation (Caballero et Toro 2002, Toro et al., 2009).

Ce travail a pour objectif de présenter certains indicateurs démographiques comme le recensement et la structure par âge des troupeaux d'élevage, la totalité des généalogies, la gamme et le nombre de générations connues, l'évolution de la consanguinité et le nombre effectif de la population ainsi que les principaux ascendants et fondateurs de la population lusitanienne.

Le but de cette étude est d'analyser les tendances passées et présentes de la structure génétique du cheval Lusitanien. Celles-ci sont basées sur l'analyse des généalogies et l'identification des facteurs qui pourraient avoir affecté la diversité génétique de la race fournissant une base pour leur utilisation et l'amélioration durable dans une tentative de réduction de perte de variabilité génétique à l'avenir.

Matériel et Méthodes

Le cheval lusitanien a une histoire ancienne et riche, avec une information généalogique complète, disponible dès le début du XIXe siècle, qui nous donne beaucoup de données pour l'intérêt de l'étude et la caractérisation de cette population équine fascinante. Le système de production est basé sur les troupeaux des juments en conditions extensives de pâturage. Les accouplements se produisent principalement au naturel où les étalons sont en liberté avec les juments ou conduites à la main pour la reproduction contrôlée. Jusqu'en 1997, l'insémination artificielle n'était pas autorisée par la réglementation du stud-book. Cependant, depuis son autorisation, cette technique est de plus en plus utilisée. Officiellement, le stud-book du Lusitanien a été établi en 1967, mais les registres généalogiques ont été maintenus depuis le milieu du XIXe siècle par les éleveurs privés et les haras nationaux (Alter Real et Coudelaria Nacional). Jusqu'en 1989, le stud-book reste ouvert à de nouveaux animaux enregistrés, après cette date, il a été fermé, ne permettant l'entrée que de produits de chevaux appartenant déjà au stud-book et admis comme reproducteurs.

Jusqu'en 1992, les services se basaient sur des déclarations officielles et des documents de naissances avec des généalogies indiquées par les éleveurs, mais après cette date un contrôle officiel de filiation a été instauré, d'abord par vérification des groupes sanguins et, depuis 1998, par des marqueurs moléculaires (microsatellites).

Pour cette étude, nous avons utilisé comme matériel et comme méthode la base de données du Registre National des Chevaux (Registo Nacional de Equinos - RNE) fournie par la Fundação Alter Real (FAR) et complétée par des informations de l'Association portugaise des éleveurs de pur-sang Lusitanien (APSL). Après avoir réuni et validé l'information, nous avons travaillé sur un fichier généalogique avec 53411 animaux nés entre 1824 et 2009. Les analyses démographiques ont été effectuées en utilisant un logiciel spécifique développé à cet effet (Carolino et Gama, 2008) ainsi que les logiciels ENDOG v4.8 (Gutierrez et Goyache, 2005) et SAS (SAS Institute, 2004).



Rubi et Gonçalo Carvalho

Résultats et Discussion

Depuis l'institutionnalisation du stud-book de la race en 1967, on constate une augmentation significative du nombre de poulains enregistrés jusqu'en 2004 (Figure 1). En particulier depuis 1989, lorsque le stud-book a été fermé, à titre initial, à l'entrée des nouveaux animaux. Au cours de cette période, le nombre d'élevages qui produisent des chevaux lusitaniens a considérablement augmenté (jusqu'à plus de 700, avec un maximum de 784 en 2004), grâce à un intérêt croissant pour cette magnifique race du fait de ses attributs uniques, sa beauté et de sa fonctionnalité.

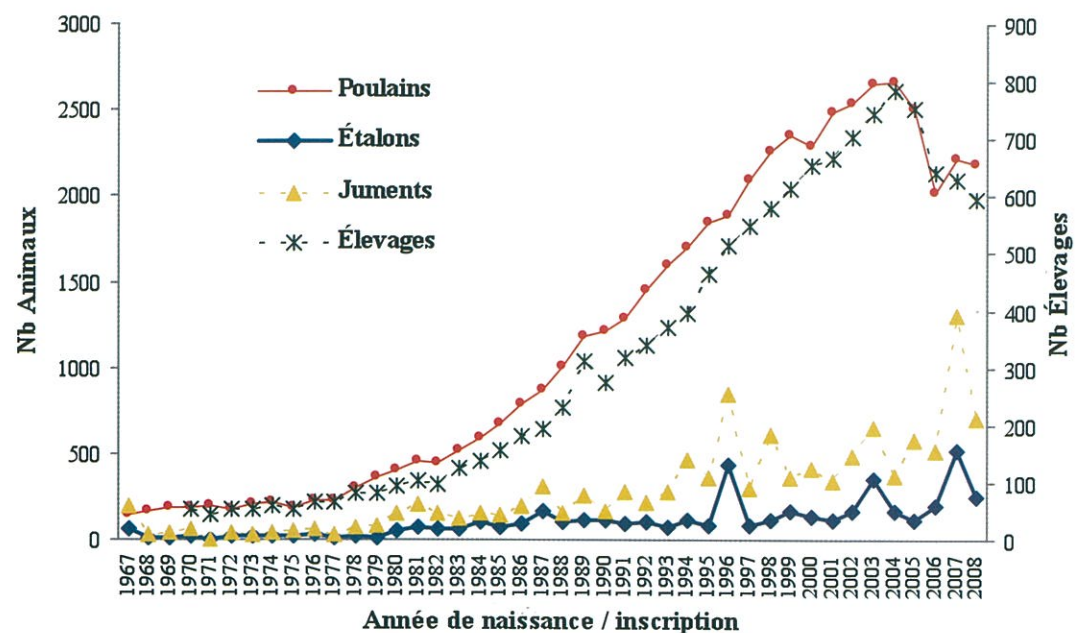


Figure 1 – Nombre de poulains, étalons et juments inscrits au stud-book de la race lusitanienne par année et nombre respectif d'élevages lusitaniens.

Cependant, bien qu'il y ait eu une augmentation énorme du nombre d'élevages de chevaux lusitaniens, certains éleveurs, ces dernières années, n'ont qu'un seul animal inscrit ou pas du tout (surtout après 2004). Si l'on considère la moyenne des poulains lusitaniens nés et enregistrés entre 2005 et 2008, la valeur est de 2.18 ± 3.00 poulains par élevage(s) avec 1 ou plusieurs produits enregistrés ou 4.20 ± 3.81 poulains en tenant compte de toutes les fermes qui inscrivent 2 ou plusieurs produits. La moyenne annuelle générale des poulains inscrits au cours de ces quatre années (2005-2008) variait entre 0 et 32 produits (Alter Real Haras). Pendant cette période seulement 303 élevages avaient plus de 2 poulains enregistrés.

Comme l'indique clairement le graphique de la figure 1, il existe une baisse significative dans la production et l'enregistrement des chevaux lusitaniens à partir de 2004. Cette diminution peut être le résultat de l'énorme crise financière et économique qui frappe les principaux pays producteurs ou être due aux retards dans l'enre-

gistrement et l'inscription des animaux dans le RNE du Portugal.

En ce qui concerne l'admission dans le livre d'adultes (LA) ou reproducteurs, le nombre moyen annuel de juments reproductrices se situe entre 283.4 ± 265.0 . Le nombre maximum de juments ponctué fut de 1310, en 2007. En moyenne, en ce qui concerne les mâles reproducteurs classifiés, on enregistre 108.6 ± 110.1 étalons par an. Les valeurs maximales annuelles de chevaux inscrits sur LA furent de 523, 435 et 353 animaux, respectivement, en 2007, 1996 et 2003. De 1967 à 2009, 18305 animaux ont été évalués pour admission au LA, soit 5328 mâles et 12977 femelles. Le taux global d'approbation des étalons (Figure 2) était de 89,0%, avec un minimum annuel de 77,3% et un maximum de 94,8%. En comparaison, 98,7% des femelles reproductrices ont été approuvées. Le nombre total des mâles et des femelles approuvés a été de 16464, avec 4562 étalons et 11902 juments.

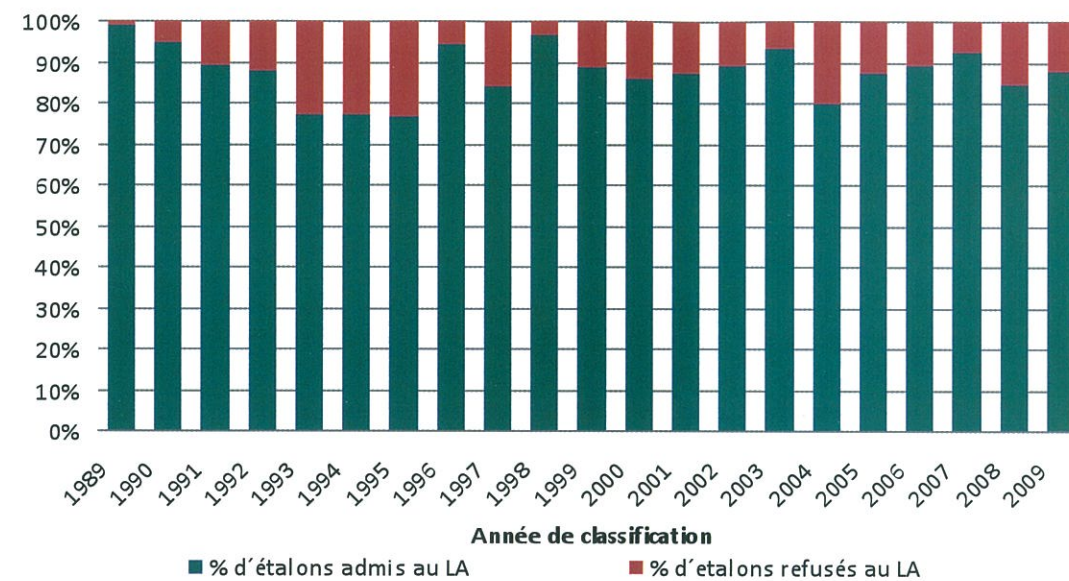


Figure 2 – Pourcentage de mâles admis et refusés au Livre d'adultes de la race

En ce qui concerne la répartition par âge des parents à la naissance de leur progéniture: les juments produisent leur premier poulain à l'âge moyen de 5.44 ± 2.04 ans et les étalons à 7.30 ± 3.62 ans (Figure 3). Cette grande différence d'âge entre mâles et femelles est principalement due à la nécessité de procéder à un test d'aptitude morpho-fonctionnelle de classification pour le livre d'adultes. Les mâles devant être montés, ils sont présentés vers 4-5 ans contrairement aux juments qui sont présentées en main ou en liberté (à partir de 3 ans) afin de commencer leur activité de reproduction. Le fait que les mâles soient montés et dressés pour être approuvés en tant que reproducteurs contribue à son utilisation sous la selle plutôt que les femelles qui sont utilisées pour l'élevage. Un autre élément intéressant repose sur la grande variabilité de l'utilisation des reproducteurs la première fois (naissance des premiers poulains) qui s'étend dès l'âge de 3 ans jusqu'à plus de 20 ans! La majorité des juments commencent leur activité de reproduction entre 4 et 8 ans (la plupart à 5 ans), alors que les étalons commencent la production des premiers produits à partir de 4 ans et jusqu'à 13 ans ou plus.

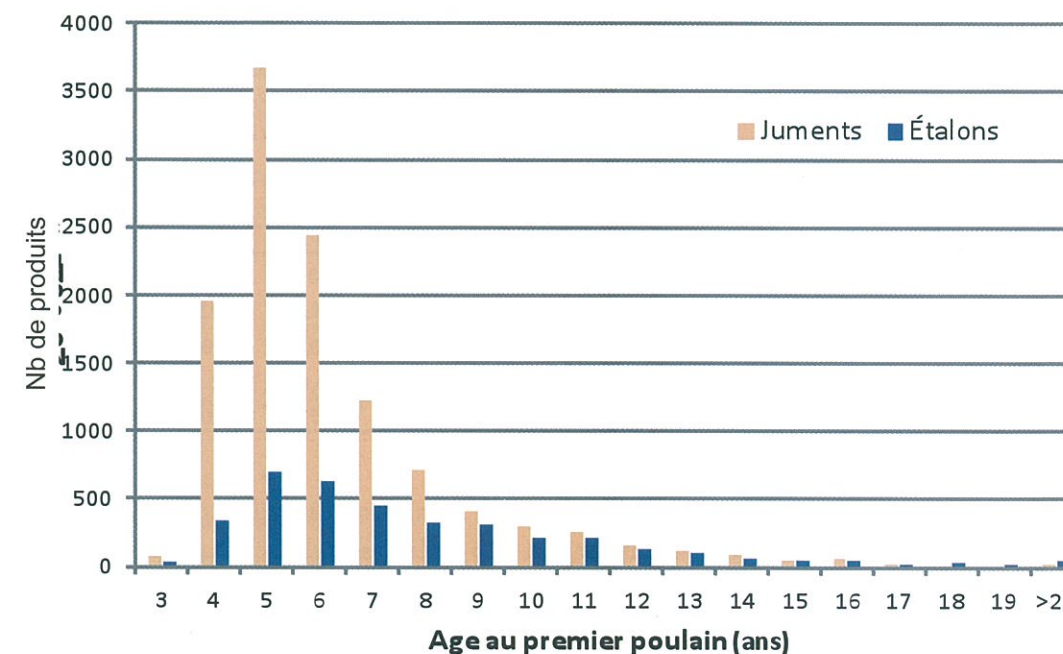


Figure 3 – Distribution de l'âge (ans) des étalons et juments quand ils produisent (ses) leurs premiers poulains.

Généralement, l'âge moyen des étalons lors de la naissance de leurs produits est de 11.33 ± 5.23 ans (**Figure 4**), mais il existe également un nombre significatif de mâles dont l'âge de procréation se situe au-delà de 20 ans, jusqu'à l'âge maximum de 34 ans! Pour les juments, en général, l'âge moyen de naissance de la descendance est de 7.30 ± 3.62 ans avec un âge maximum de 29 ans! Ces chiffres indiquent une utilisation très longue et prolongée des reproducteurs en comparaison avec d'autres espèces notamment pour les étalons, pouvant retarder l'amélioration génétique mais qui reste cependant normale pour les chevaux.

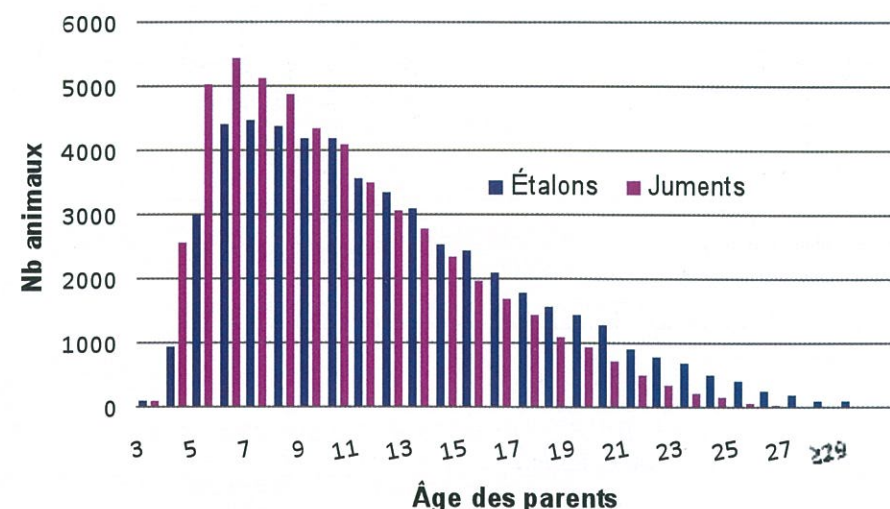


Figure 4 – Répartition de l'âge (en années) des étalons et juments qui produisent des poulains pour la population lusitanienne

Lorsque l'on analyse la **figure 4**, on observe que les juments ont la plupart de leur descendance entre l'âge de 6 et 10 ans, contrairement aux mâles dont l'activité reproductrice reste plus longue, allant souvent au-delà des 15 ans. Comme résultat d'une très longue période d'utilisation, le total de descendance pour les reproducteurs de plus de 10 ans est de 51% pour les étalons et 40% pour les juments et presque 10% des naissances proviennent d'étalons de plus de 19 ans. L'utilisation prolongée des reproducteurs par les élevages peut retarder les bienfaits des programmes de sélection et entraîne l'accouplement entre animaux qui sont liés (ex. père-fille; mère-fils; demi-frères, etc.). Mais dans le cas du Lusitanien, l'accouplement entre parents et descendance est inférieur à 2%.

Si l'on étudie tous les étalons qui ont produit des animaux (plus d'un) et que l'on considère le nombre total des descendants des étalons par classes de production (**Tableau n° 1**), on observe que la majorité des chevaux a produit moins de 5 poulains (~52%)

Tableau n° 1 – Production des étalons par classes de descendance

	Classes de nb de descendance									
	<5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-75	75-100	100-150	>150
Nb étalons	2073	649	515	262	150	113	139	61	39	17
Nb total Produits	3958	4325	6251	6272	5101	4986	8430	5223	4573	2998
Nb Moyen/étalon	1,9	6,7	12,1	23,9	34,0	44,1	60,6	85,6	117,3	176,4
% Moyenne étalons	51,6	16,2	12,8	6,5	3,7	2,8	3,5	1,5	1,0	0,4
% Produits	7,6	8,3	12,0	12,0	9,8	9,6	16,2	10,0	8,8	5,8

Cependant, on observe aussi le contraire, c'est à dire, qu'il y a un nombre significatif de produits qui descendent d'un nombre réduit d'étalons (ex. 17 étalons ont produit presque 6% de la descendance). La classe qui, le plus fréquemment, enregistre le plus grand nombre de produits nés par étalon est celle de 50-75 animaux.

L'étalon enregistré avec le plus de descendance est Afiançado da Flandes (élevage Quinta da Flandes) avec 281 produits inscrits au stud-book au cours de la période de 1987-2009, suivi par Nilo (élevage Manuel Veiga) avec 224 produits inscrits au stud-book au cours de la période de 1976-1999.

L'utilisation très irrégulière et disséminée d'étalons a une part de responsabilité puisque la consanguinité n'augmente pas suffisamment comme nous le verrons ultérieurement.

Une autre comparaison intéressante à faire concerne la relation entre le nombre de fils et le classement au livre d'adultes d'un étalon. En vue d'une amélioration de l'évolution génétique et morphologique de la race lusitanienne, la norme serait d'utiliser les étalons dotés d'une meilleure ponctuation afin de reproduire un plus grand nombre de poulains, mais comme le montre **la figure 5** ce n'est pas le cas. C'est à dire qu'en général, les mâles les plus ponctués ne sont pas plus utilisés par les éleveurs.

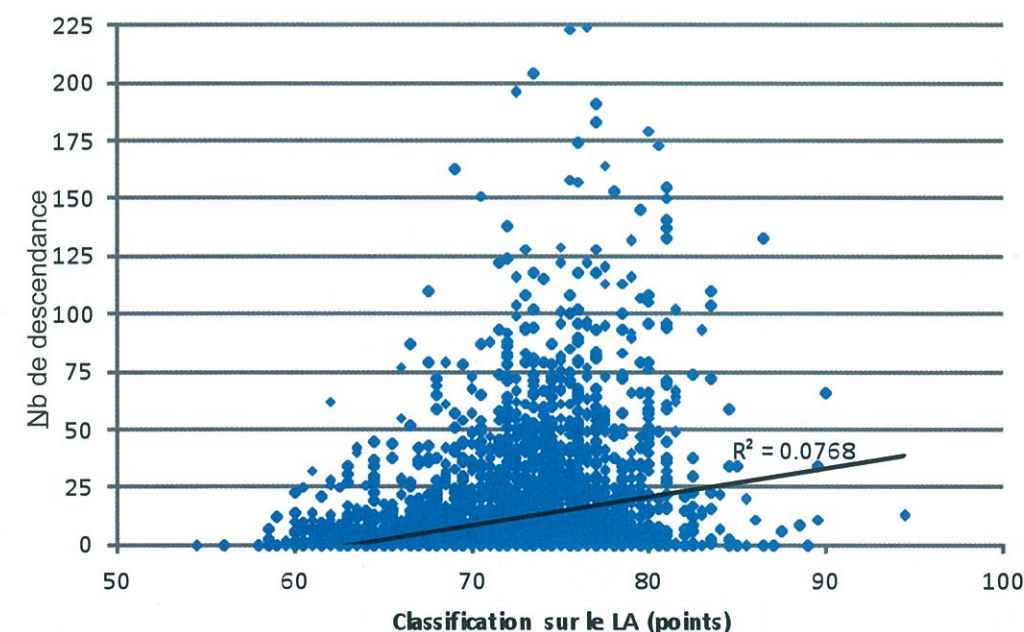


Figure 5 - Relation entre le nombre de poulains produits par un étalon et son classement sur le livre d'adultes (points) et respective corrélation (R^2)

Cette donnée est illustrée de manière claire par la corrélation positive de seulement ~8% (R^2) entre les points et le nombre de fils par étalon, un taux qui se révèle très bas. On peut même dire que au total, il existe 2191 étalons inscrits sur le stud-book de la race et approuvés comme reproducteurs qui n'ont pas produit de poulain inscrits sur le stud-book!! On peut donc conclure que c'est l'approbation des étalons au livre des adultes, toujours polémique et complexe, est plus un témoignage de la qualité pour vendre un animal ou une stratégie de marketing des éleveurs et propriétaires des animaux qu'une étape de sélection et amélioration génétique de la population.

Par contre nous avons également étudié le rapport entre le titre attribué aux reproducteurs lusitaniens (de mérite, recommandé et normal, comme indiqué sur le règlement du stud-book: <http://www.cavalo-lusitano.com/en/apsl/regulamento-do-livro-genealogico/>) et le nombre de produits (**Tableau 2**). On en conclut que les reproducteurs avec plus d'étoiles (4 – recommandé et 5 – mérite) du stud-book sont plus utilisés en reproduction mais, encore une fois, avec une grande dispersion (ample écart-type).

Tableau n° 2 – Rapport entre le titre du reproducteur et le nombre de ses produits

Titre de Reproducteur	Nb	Nb Moyen	Min.	Max.
Étalon Mérite (5*)	4	143.00 ± 77.72	42	281
Étalon Recommandé (4*)	40	29.02 ± 28.89	0	108
Jument Recommandée (4*)	26	4.35 ± 4.23	0	15
Total Étalons ^a	-	13.13 ± 22.53	1	281
Total Juments ^a	-	4.00 ± 3.38	1	20

^aavec produits nés.

La race lusitanienne a évolué et grandi énormément ces dernières années (depuis 1989) comme nous l'avons observé précédemment. Par conséquent, nous avons également étudié sa distribution au Portugal et dans le monde. Dans la **figure 6**, nous présentons la distribution des naissances de poulains lusitaniens par région au Portugal jusqu'à 2009.



Figure 6 - Distribution totale des naissances de poulains lusitaniens par région au Portugal (n=35206 produits, jusqu'à 2009)

Pour mieux comprendre la distribution des produits lusitaniens nés au Portugal, voici la **figure 7** qui indique le pourcentage des naissances dans les principales régions (districts) du Portugal où l'on constate la grande influence de Santarém dans la production (du cheval Lusitanien), principalement dans les départements de Benavente, Santarém, Golegã, Coruche, Salvaterra de Magos, Samora Correia, Almeirim, Cartaxo, Chamusca, Abrantes et Alpiarça. En deuxième place, par ordre d'importance, arrive Lisbonne, avec les régions qui entourent la capitale du pays mais aussi parce que beaucoup d'éleveurs donnent l'adresse de leur bureau ou de leur entreprise comme lieu de naissance des poulains et non pas l'endroit où les juments sont effectivement mises à la reproduction. Portalegre représente la 3ème région avec le plus de production grâce à l'élevage Alter Real qui a produit plusieurs centaines d'animaux. On disait traditionnellement que le berceau de l'élevage des Lusitaniens se trouvait au Ribatejo et à l'Alentejo, près du Tage ce qui se confirme puisque la production se concentre principalement au centre/sud du pays (**Figure 6**).

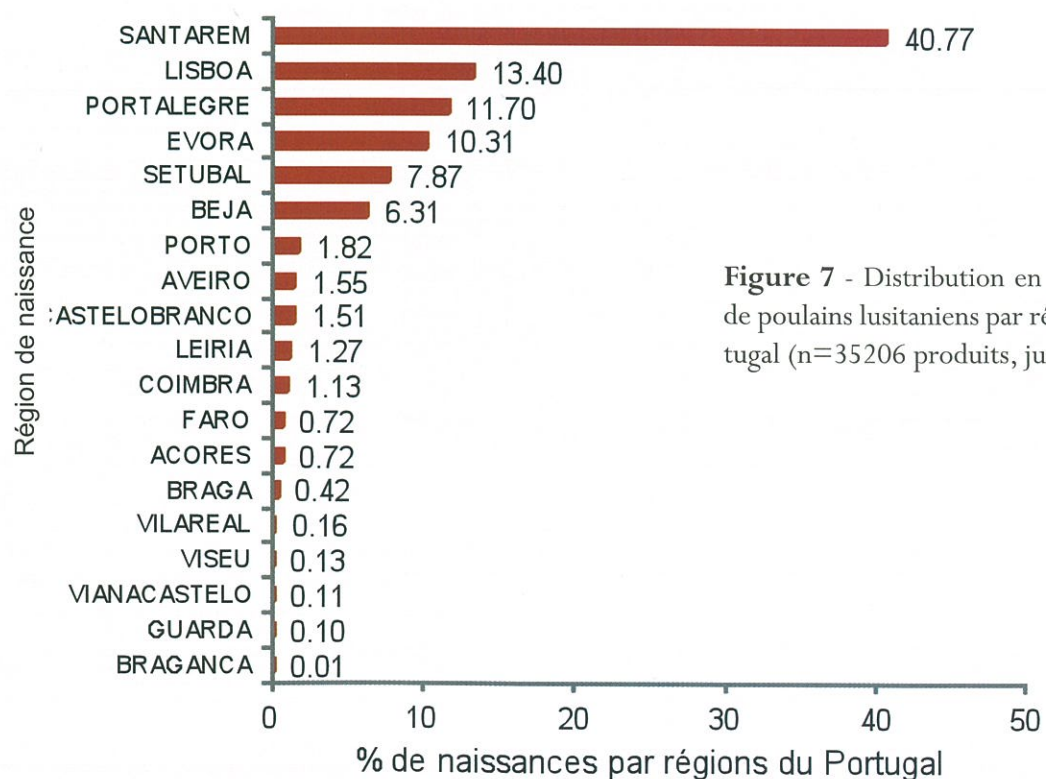


Figure 7 - Distribution en pourcentage de poulains lusitaniens par région au Portugal (n=35206 produits, jusqu'à 2009)

L'étude de la dispersion de la race à travers le monde et à une époque donnée (chiffres de 2009) est également pertinente puisque la production de lusitaniens s'étale sur 32 pays différents. On peut dire que l'élevage du cheval Lusitanien est présent sur les cinq continents, avec une distribution observable sur la **figure 8**. On compte la présence de juments lusitaniennes de l'Australie au Canada. Si l'on part du principe qu'il existe seulement 5000 juments reproductrices, on peut affirmer que la dissémination de la race a été spectaculaire, cependant on espère toujours plus. Par contre, si l'on considère la présence du cheval de cette race, et non pas la naissance des poulains Lusitaniens, elle est plus globale.

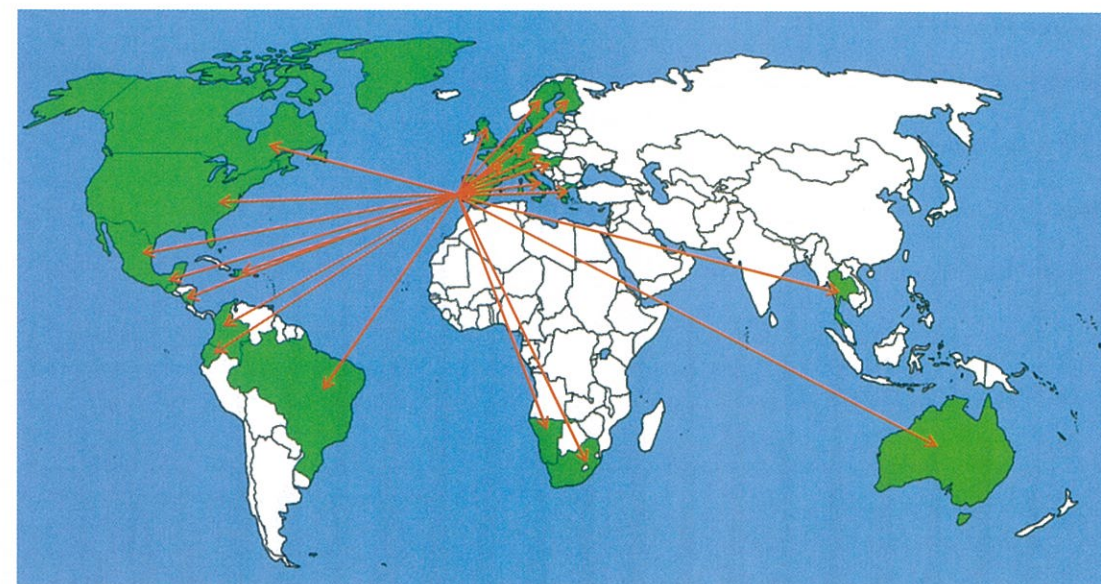


Figure 8 - Distribution des 32 pays où sont nés les chevaux lusitaniens

Pour ce qui est des plus grands pays étrangers producteurs de la race (exception faite du Portugal, le berceau du Lusitanien) il existe manifestement 4 pays principaux à savoir (par ordre d'importance): le Brésil, la France, l'Espagne et le Mexique (~91% des naissances à l'étranger) (**Figure 9**). Il existe aussi d'autres pays importants tels que la Belgique, l'Allemagne, Royaume-Uni, l'Italie et les Pays-Bas.

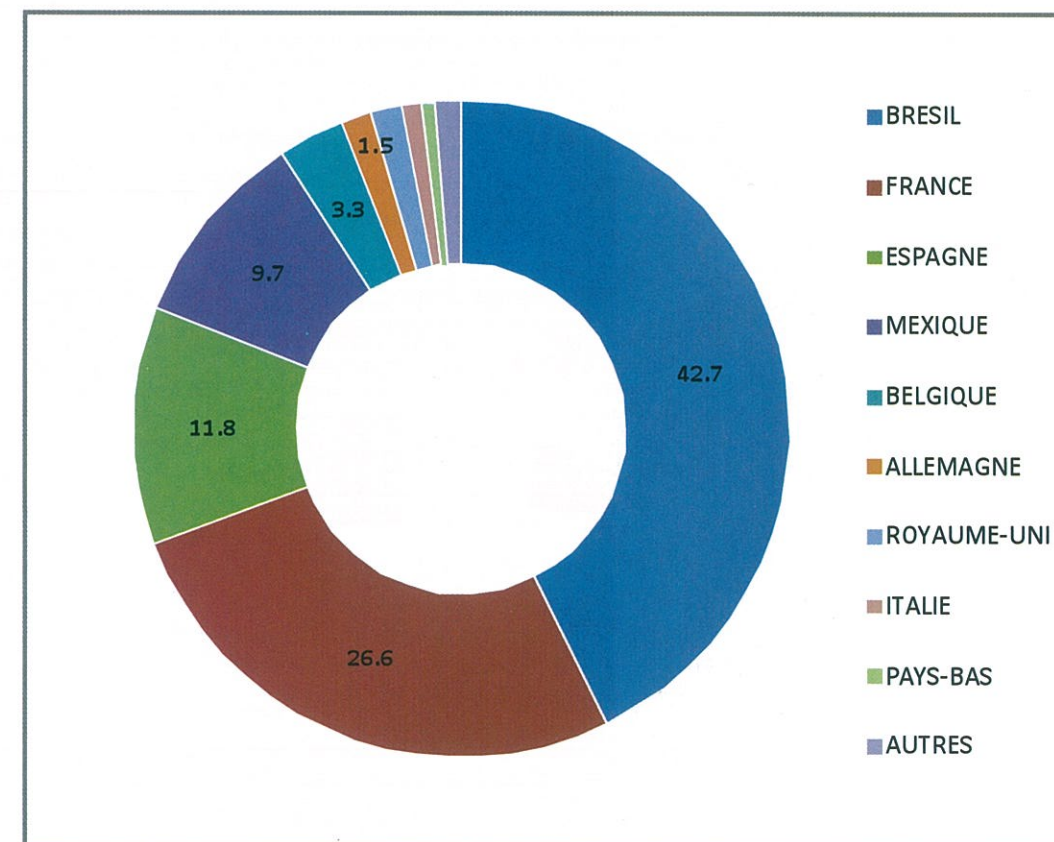


Figure 9 - % de naissances dans les principaux pays étrangers qui produisent le Lusitanien

Il peut bien sûr exister des retards dans l'inscription des animaux au stud-book portugais (chiffres de 2009) mais avec les indicateurs que l'on possède, en France l'élevage de cette race a commencé en 1972 et en 1976 plus de 10 poulains par an étaient déjà produits. Le nombre total de naissances en France est de 4521 chevaux élevés.

Sur la **figure n° 10**, on observe l'évolution des inscriptions des poulains au stud-book de la race depuis 1989 (année où le stud-book a été fermé) et on constate que le Brésil et la France représentent les plus grands éleveurs étrangers du Lusitanien et qu'il existe aussi un retard important de l'enregistrement des animaux ou une réduction de l'élevage au Brésil, en France et au Mexique. Par contre, l'élevage du cheval Lusitanien en Espagne a augmenté de manière significative ces dernières années.

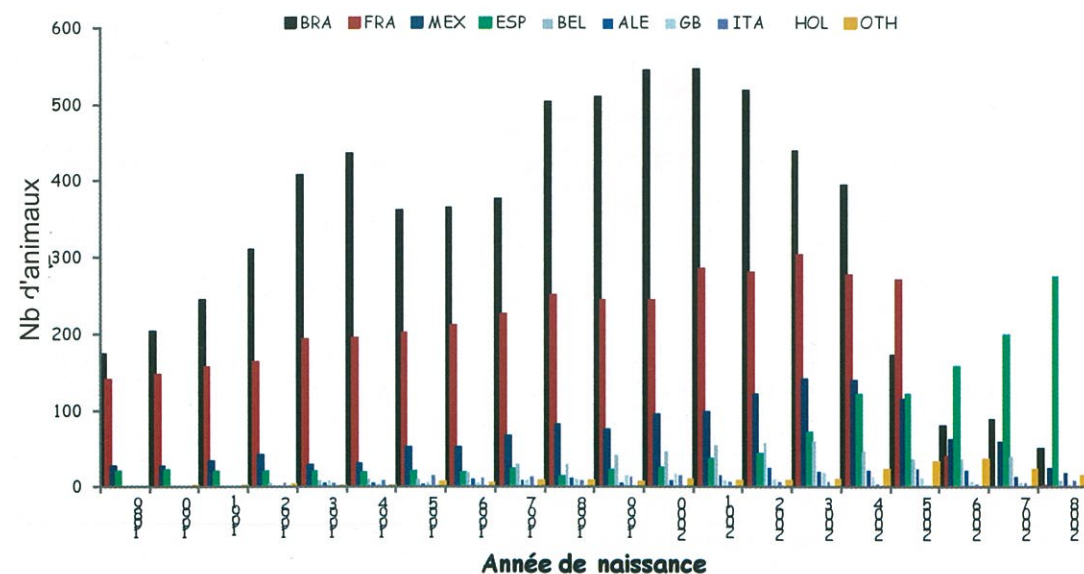


Figure 10 – Inscriptions des poulains au stud-book par année de naissance pour les principaux pays étrangers.

Tout aussi intéressante est la question des robes (des chevaux). Nous avons mené une étude statistique sur la distribution des couleurs du cheval Lusitanien, indiquée au stud-book (**Figure 11**). Comme prévu la robe grise est la plus fréquente (~60%), suivie par la robe bai (~24%). Voici, par ordre d'importance, les autres robes qui figurent également dans la race: isabelle, noir, alezan, crème, palomino, souris et pie. À notre avis, et grâce à toute la connaissance génétique dont on dispose aujourd'hui, les robes rouan, aubère et blanc sont des dénominations erronées attribuées à la suite de classifications antérieures où presque toutes devraient en réalité être appelées grises.

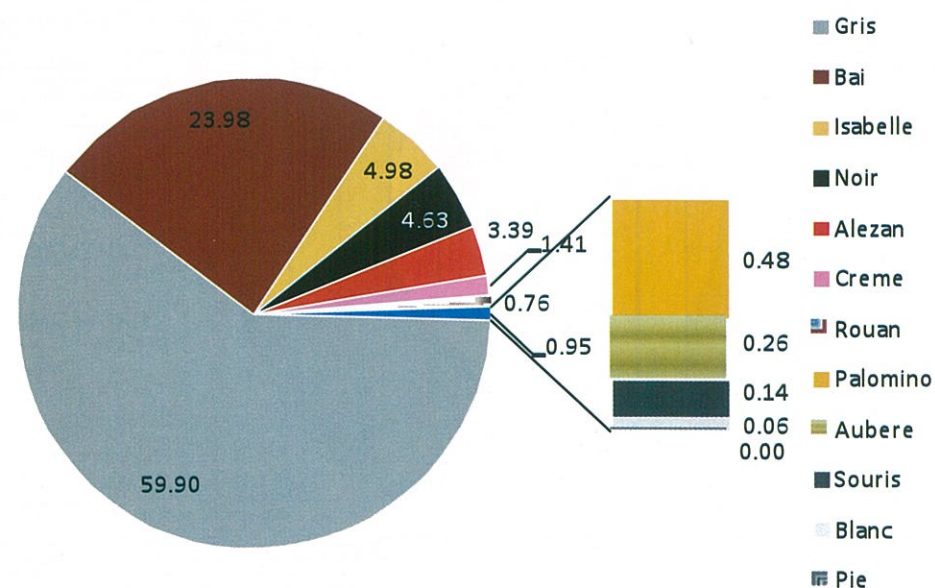


Figure 11 – % des différentes robes du cheval Lusitanien.

Remerciements

Les auteurs de cet article tiennent à remercier la Fundação Alter Real (FAR) pour nous avoir facilité l'accès aux données de cette étude ainsi que l'APSL pour sa contribution.

Un merci spécial aux amis Helen Burgess et Paula Oliveira pour la révision de ce document en français.

Bibliographie

- Andrade, R. d' (1945) – Alredor del caballo español – Lisboa, 867 pp.
- APSL (2007). Catálogo 2007. Ed. Associação Portuguesa de Criadores do Cavalo Puro Sangue Lusitano, 187 pp.
- Barreto, A. T. (1999) – Cavalos Veiga – Tradição e actualidade – Edições Inapa, Lisboa, 155 pp.
- Boichard, D., Maignel, L. and Verrier, É. (1997) - The value of using probabilities of gene origin to measure genetic variability in a population. Genetic Selection Evolution. 29:5-23.
- Boldman, K. G. e L. D. Van Vleck, 1991. Derivative-free restricted maximum likelihood estimation in animal models with a sparse matrix solver. J. Dairy Sci., 74:4337.
- Boldman, K. G., L. A. Kriese, L. D. Van Vleck e S. D. Kachman (1993). A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances. United States Departement of Agriculture, Agricultural Research Service.
- Caballero, A. e Toro, M. A. 2002. Analysis of genetic diversity for the management of conserved subdivided populations. Conserv. Genet. 3:289-299.
- Carolino, N. e Gama, L. T. (2002). Manual de Utilização de Software para a Gestão de Recursos Genéticos Animais, Estação Zootécnica Nacional, Instituto Nacional de Investigação Agrária e Pescas, Portugal (policopiado).
- Carolino, N. e Gama, L. T. (2008). Indicators of genetic erosion in an endangered population: The Alentejana cattle breed in Portugal. J. Anim. Sci. 86:47-56
- Cervantes, I., Molina, A., Goyache, F., Gutiérrez, J.P. e Valera, M. (2008). Population history and genetic variability in the Spanish Arab Horse assessed via pedigree analysis. Livestock Science 113: 24-33
- Cordeiro, A. (1989). Cavalo Lusitano: O filho do vento. Edições Inapa, Lisboa, 231 pp.
- Cunningham, E. P., Dooley, J. J., Splan, R. K. e Bradley, D. G. (2001). Microsatellite diversity, pedigree relatedness and the contributions of founder lineages to thoroughbred horses. Animal Genetics. 32: 360-364
- Falconer, D. S. e T. F. C. Mackay, 1996. Introduction to Quantitative Genetics. 4th Ed. Longman Group Ltd., Essex, England, UK.
- FAO (1998) - Secondary Guidelines for Development of National Farm Animal Genetic Resources Management Plans: Management of small populations at risk, FAO. Rome.
- Gama, L. T. (2002) Melhoramento genético animal. Escolar Editora. Lisboa. 306pp
- Gama, L. T., Matos, C. P. e Carolino, N. (2004). Modelos Mistos em Melhoramento Animal. Arquivos Veterinários, N°7, Direcção Geral de Veterinária - Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e Pescas, Portugal.
- Gutiérrez, J.P. e Goyache, F. (2005). A note on ENDOG: a computer program for analysing pedigree information. Journal of Animal Breeding and Genetics. 122: 172-176
- Gyayewska, I. e Jezierski, T. (2004). Pedigree analysis of Polish Arabian horses based on founder contributions. Livestock Production Science. 90: 293-298
- Hamann, H e Distl, O. (2008) – Genetic variability in Hanoverian warmblood horse using pedigree analysis. J. Ani. Sci. 86(7):1503-1513.
- Lopes, M.S., Mendonça, D., Cymbron, T., Valera, M., Costa-Ferreira, J. and Câmara Machado, A., 2005. The Lusitano horse maternal lineage based on mitochondrial D-loop sequence variation. Anim. Genet. 36, 196-202.
- Monteiro, J. (1983). O Cavalo Lusitano: Contributo para o seu Estudo. Boletim Pecuário. Ano XLIX: 3-205.
- Oom, M. M. (1992). O cavalo Lusitano: Uma raça em recuperação. Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 299 pp.
- Pinheiro, M., Kjöllérström, H.J. and Oom, M.M. 2013. Genetic diversity and demographic structure of the endangered Sorraia horse breed assessed through pedigree analysis. Livestock Science. 152: 1-10
- SAS, 2004. SAS® 9.1.2 for Microsoft Windows. SAS International, Heidelberg, Germany.
- Sevinga, M., Vrijenhoek, T., Hesselink, J. W., Barkema, H. W. e Groen, A. F. (2004). Effect of inbreeding on the incidence of retained placenta in Friesian horses. J. Anim. Sci. 82:982-986
- Toro, M. A., Fernández, J. e Caballero, A. (2009). Molecular characterization of breeds and its use in conservation. Livestock Science 120: 174-195
- Valera, M., Molina, A., Gutiérrez, J.P., Gómez, J. e Goyache, F. (2005) – Pedigree analysis in the Andalusian horse: population structure, genetic variability and influence of the Carthusian strain. Liv. Prod. Sci. 95: 57-66.
- Zechner, P., Sölkner, J., Bodo, I., Druml, T. Baumung, R., Achmann, R., Marti, E., Habe, F. e Brem, G. (2002). Analysis of diversity and population structure in the Lipizzan horse breed based on pedigree information. Liv. Prod. Sci. 77: 137-146

Internet:

- <http://www.interagro.com.br/hist1.htm>
- <http://www.cavalo-lusitano.com/en/apsl/regulamento-do-livro-genealogico/>