

## Relatório de análise

### Marcadores genéticos associados com a altura ao garrote em cavalos

#### Introdução

O processo de domesticação e seleção levou à diversificação extrema do tamanho das espécies e os cavalos não são exceção. Atualmente, raças como a *American Miniature* medem, em média, menos de um metro ao garrote enquanto as raças *Shires* e *Percherons* podem exceder os dois metros. Nos equinos, o tamanho corporal é uma característica étnica determinante e um critério importante para a caracterização morfológicas das diferentes raças e, em alguns casos, crucial para a classificação de reprodutores.

De acordo com a *Federation Equestre Internationale (FEI)* o tamanho corporal de um cavalo deve ser obtido pela altura ao garrote. Para algumas raças, nomeadamente a raça Garrana, a altura ao garrote é determinante, para que o animal possa ser inscrito no Livro de adultos do LG (Livro Genealógico) da raça, não podendo exceder os 135 centímetros.

O tamanho corporal é descrito como sendo uma característica complexa influenciada por muitos genes e fatores ambientais. No entanto, é reconhecida em diversas espécies e populações por apresentar uma heritabilidade elevada e, em vários estudos de associações genómicas foram identificados quatro *loci* que explicam uma proporção significativa da variação do tamanho do corpo. Estes quatro *loci* localizam-se em regiões dos cromossomas 3, 6, 9 e 11 dos cavalos e incluem respetivamente o gene *LCORL* (*ligand-dependent nuclear receptor compressor-like protein*), *HMGA2*, um fator de transcrição que regula a expressão génica, o crescimento, a multiplicação e a diferenciação celular, o gene *ZFAT* (*Zinc Finger And AT-Hook Domain Containing*), e o gene *SH3* da proteína 1 (*LASP1*), que medeia a migração e sobrevivência celular.

As técnicas moleculares podem permitir identificar o potencial genético dos animais em idades muito jovens e contribuir para o aumento da precisão de seleção, pelo que constituem um auxiliar cada vez mais promissor nos programas de melhoramento genético, como no caso da raça Garrana, em que a altura ao garrote é uma característica fundamental.

Neste sentido, o Laboratório de Genética Molecular do INIAV - Polo de Investigação da Fonte Boa, com o objetivo de associar as regiões do ADN dos equinos com o tamanho corporal em cavalos, efetuou análises de 5 SNP's (*single nucleotide polymorphism*) nos seguintes genes (Tabela 1).

## Laboratório de Genética Molecular

Genotipagem para características de interesse/ indesejáveis

Tabela 1 – Identificação dos SNP's analisados

| Genes | SNP ID        | Cromossoma | Nome SNP | Alelos |   | Refª. SNP  |
|-------|---------------|------------|----------|--------|---|------------|
|       |               |            |          |        |   |            |
| LCORL | BIEC2-808543  | 3          | ECA3     | T      | C | rs68603064 |
| HMG2  | BIEC2_1024210 | 6          | ECA6     | C      | T | rs68671073 |
| ZFAT  | BIEC2-1105370 | 9          | ECA9-1   | C      | T | rs68748127 |
|       | BIEC2-1105377 | 9          | ECA9-2   | G      | A | rs68748134 |
| LASP1 | BIEC2_144169  | 11         | ECA11    | G      | A | rs68876319 |

Foram genotipados os ADN's de 50 equinos da raça Garrana para os 5 SNP's descritos anteriormente. Os resultados desta análise incluem a seguinte informação:

- Número de laboratório (Nº Lab);
- Nome e data de nascimento (Data de Nasc.) do animal;
- Sexo;
- Número de inscrição no livro genealógico da raça Garrana (Nº LG);
- Genótipo nos 5 SNP's (ECA3, ECA6, ECA9-1, ECA9-2, ECA11).

### Bibliografia

Frischknecht M., Flury C., Leeb T., Rieder S. and Neuditschko M. (2016). Selection signatures in Shetland ponies. *Stichting International Foundation for Animal Genetics*, 47, 370–372.

Makvandi-Nejad S, Hoffman GE, Allen JJ, Chu E, Gu E, Chandler A. M., Loredó A.I., Bellone R.R., Mezey J.G., Brooks S.A. and Sutter N.B. (2012) Four Loci explain 83% of size variation in the horse. *PLoS One* 7: e39929. doi:10.1371/journal.pone.0039929

Meira C.T., Fortes M.R.S., Farah M.M., Porto-Neto L.R., Curi R.A., Moore S.S. and Mota M.D.S.. A genome-wide association study for height at withers in racing Quarter horse. *Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet.* 20:420-423

Signer-Hasler H, Flury C, Haase B, Burger D, Simianer H, Leeb T. and Rieder S. (2012) A Genome-Wide Association Study Reveals Loci Influencing Height and Other Conformation Traits in Horses. *PLoS ONE* 7(5): e37282. doi:10.1371/journal.pone.0037282

TOZAKI T., SATO F., ISHIMARU M., KIKUCHI M., KAKOI H., HIROTA K. and NAGATA S. (2016). Sequence variants of BIEC2-808543 near LCORL are associated with body composition in Thoroughbreds under training. *J. Equine Sci.* Vol. 27, No. 3 - pp.107–114.

Veronica Felt (Master's Thesis), 2016 - Genetic analysis of conformation traits in Icelandic horses with focus on head morphology and body length. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Animal Breeding and Genetics.

Laboratório de Genética Molecular  
Genotipagem para características de interesse/ indesejáveis**Certificado de Genotipagem**  
**Marcadores Moleculares de Características de Interesse**  
**Altura ao Garrote****Requisitante:** Associação de Criadores de Equinos da Raça Garrana (ACERG)**Data:** 23-06-2020

| Nº Lab | Nome       | Nº LG | Sexo | Data de Nasc. | ECA3 | ECA6 | ECA9-1 | ECA9-2 | ECA11 |
|--------|------------|-------|------|---------------|------|------|--------|--------|-------|
| 108790 | MACACA     | M13   | F    | 2016-07-01    | C/T  | T/T  | C/T    | G/A    | G/A   |
| 108791 | MEDUSA     | M15   | F    | 2016-05-01    | T/T  | T/T  | T/T    | A/A    | A/A   |
| 108792 | MOBIDA     | M17   | F    | 2016-05-01    | T/T  | T/T  | C/C    | G/G    | A/A   |
| 108793 | MITINHA    | M176  | F    | 2016-03-20    | T/T  | T/T  | C/T    | G/A    | G/A   |
| 108794 | MIRANDA    | M179  | F    | 2016-04-21    | T/T  | C/T  | C/T    | G/A    | A/A   |
| 108795 | MINI       | M18   | F    | 2016-05-15    | C/T  | T/T  | T/T    | A/A    | A/A   |
| 108796 | MEDINA     | M180  | F    | 2016-04-17    | T/T  | T/T  | T/T    | A/A    | A/A   |
| 108797 | MANDALA    | M20   | F    | 2016-06-06    | T/T  | T/T  | C/T    | G/A    | G/G   |
| 108798 | MAÇA       | M214  | F    | 2016-04-14    | T/T  | C/T  | C/T    | G/A    | A/A   |
| 108799 | MAFARRICA  | M215  | F    | 2016-04-22    | T/T  | T/T  | C/T    | G/A    | G/A   |
| 108800 | MIMOSA     | M232  | F    | 2016-03-28    | T/T  | C/T  | T/T    | A/A    | G/A   |
| 108801 | MARIANA    | M256  | F    | 2016-08-21    | T/T  | T/T  | C/C    | G/G    | G/A   |
| 108802 | MIA        | M269  | F    | 2016-04-21    | T/T  | T/T  | C/C    | G/G    | G/A   |
| 108803 | MALAGUETA  | M272  | F    | 2016-03-10    | T/T  | T/T  | C/C    | G/G    | G/A   |
| 108804 | MICAS      | M273  | F    | 2016-07-01    | T/T  | T/T  | C/T    | G/A    | G/A   |
| 108805 | MOÇA       | M348  | F    | 2016-04-01    | T/T  | C/T  | C/T    | G/A    | G/A   |
| 108806 | MORENA     | M312  | F    | 2016-08-05    | T/T  | T/T  | C/T    | G/A    | G/A   |
| 108807 | MINHOTA    | M323  | F    | 2016-05-01    | T/T  | T/T  | T/T    | A/A    | G/G   |
| 108808 | MULATA     | M331  | F    | 2016-08-30    | T/T  | T/T  | C/T    | G/A    | G/A   |
| 108809 | MENINA     | M332  | F    | 2016-08-10    | T/T  | C/T  | C/T    | G/A    | G/A   |
| 108810 | MATRACA    | M335  | F    | 2016-07-06    | T/T  | T/T  | C/T    | G/A    | G/A   |
| 108811 | MACHADINHA | M337  | F    | 2016-06-07    | C/T  | T/T  | C/T    | G/A    | G/G   |
| 108812 | MARAVILHA  | M339  | F    | 2016-03-02    | T/T  | T/T  | C/T    | G/A    | G/G   |
| 108813 | MIMI       | M34   | F    | 2016-05-18    | C/T  | T/T  | C/T    | G/A    | G/A   |
| 108814 | MICOLADA   | M340  | F    | 2016-02-28    | T/T  | C/C  | T/T    | A/A    | G/G   |

## Laboratório de Genética Molecular

Genotipagem para características de interesse/ indesejáveis

### Continuação

| Nº Lab | Nome              | Nº LG | Sexo | Data de Nasc. | ECA3 | ECA6 | ECA9-1 | ECA9-2 | ECA11 |
|--------|-------------------|-------|------|---------------|------|------|--------|--------|-------|
| 108815 | JOLY              | J89   | M    | 2014-04-07    | T/T  | T/T  | C/T    | G/A    | G/A   |
| 108816 | LAZARO            | L2    | M    | 2015-07-26    | C/T  | T/T  | T/T    | A/A    | G/A   |
| 108817 | LAIO              | L207  | M    | 2015-04-15    | C/C  | T/T  | C/T    | G/A    | G/A   |
| 108818 | LAMA              | L318  | M    | 2015-04-26    | C/T  | C/T  | C/C    | G/G    | G/A   |
| 108819 | LUCAS             | L33   | M    | 2015-05-10    | C/C  | T/T  | T/T    | A/A    | G/G   |
| 108820 | LACRAU            | L377  | M    | 2015-04-05    | T/T  | T/T  | C/T    | G/A    | G/A   |
| 108821 | LITLE STORM       | L436  | M    | 2015-10-05    | T/T  | T/T  | T/T    | A/A    | A/A   |
| 108822 | LANFRAU           | L463  | M    | 2015-03-10    | T/T  | T/T  | T/T    | A/A    | G/A   |
| 108823 | LUAR              | L5    | M    | 2015-04-13    | T/T  | T/T  | C/T    | G/A    | G/A   |
| 108824 | LUDICO            | L568  | M    | 2015-04-27    | T/T  | T/T  | T/T    | A/A    | G/A   |
| 108825 | LICOR             | L62   | M    | 2015-07-15    | T/T  | T/T  | C/T    | G/A    | A/A   |
| 108826 | LAZORTA MEÃES     | L667  | M    | 2015-06-20    | C/T  | T/T  | T/T    | A/A    | G/A   |
| 108827 | L-CARRIÇO         | L67   | M    | 2015-04-01    | T/T  | T/T  | C/C    | G/G    | G/A   |
| 108828 | LIDIO             | L690  | M    | 2015-08-25    | T/T  | C/T  | C/C    | G/G    | G/A   |
| 108829 | LEAO              | L694  | M    | 2015-01-01    | T/T  | C/T  | C/T    | G/A    | G/G   |
| 108830 | LINCON            | L98   | M    | 2015-06-16    | T/T  | T/T  | C/C    | G/G    | G/G   |
| 108831 | MINHOTO           | M1    | M    | 2016-05-01    | T/T  | T/T  | C/T    | G/A    | A/A   |
| 108832 | MACDONALDS        | M150  | M    | 2016-04-22    | T/T  | T/T  | C/T    | G/A    | G/G   |
| 108833 | MOURO             | M195  | M    | 2016-04-26    | T/T  | C/T  | T/T    | A/A    | G/A   |
| 108834 | MUPO              | M260  | M    | 2016-05-01    | T/T  | T/T  | C/T    | G/A    | A/A   |
| 108835 | MILU              | M268  | M    | 2016-07-01    | T/T  | T/T  | C/C    | G/G    | G/A   |
| 108836 | MANTAS            | M271  | M    | 2016-03-01    | T/T  | T/T  | C/C    | G/G    | G/A   |
| 108837 | MARQUÊS DAS SEBES | M375  | M    | 2016-06-09    | T/T  | T/T  | C/T    | G/A    | G/A   |
| 108838 | MÁRIO MEÃES       | M7    | M    | 2016-05-10    | T/T  | T/T  | C/T    | G/A    | A/A   |
| 108839 | MAJOR             | M83   | M    | 2016-07-20    | T/T  | T/T  | C/T    | G/A    | G/G   |

A Técnica Responsável

*Mania Jesus Carolino*