

## Genetics Behind Gait

Have you ever wondered why gaited horses gait? Why some gaited horses can trot and gait? What is it about the gaited breeds that makes them so unique? The discovery of 3.5 million year old Hipparrison footprint tracks, found encased in volcanic ash in Tanzania (E. Renders, Nature 1984), raises the question of which was the ancestral state: trot or running walk? Comparison of these ancient predecessors of the horse to modern-day horse tracts revealed that the Hipparrison gait was similar to the running walk, not the trot which is seen in most modern day horses.

Since domestication, horses have been polymorphic, have different forms of, the pattern and timing of the way they move; they are also able to switch between different gaits such as the trot, pace, or running walk. Uniquely, horses are the only mammalian species found to have such a wide range of locomotion. At intermediate speeds, horses can perform either a lateral or diagonal footfall pattern, and can use either 2 beat or 4 beat cadences. The two beat gaits are the trot and the pace; the trot is diagonal and the pace is lateral. The four beat gaits include the picada, batida and centro, the closest to extreme lateral movement - like the "andadura" - and extreme diagonal four beat gait - like the trotada. A horse with the ability to perform these four beat gaits is commonly called a "gaited" horse.

This diversity in gait could have been a useful adaptation to the transportation of man and was likely enhanced by human selection pressures placed on domesticated horses for desirable traits. Shortly after domestication, horses were primarily utilized for transportation purposes: to wage wars, plant the fields, and take the family on afternoon picnics. Since the industrial revolution, horses are now used for sport and recreation resulting in a wide range of size and conformation. We now have horses as large as a Shire, and as tiny as a Fallabella, illustrating the success of selective breeding for body size. For years, horsemen have been selecting and breeding horses specifically to be gaited. The Horse of America in his Derivation, History, and Development (1893) by John Hankins Wallace illustrated that horsemen knew training alone could not transform the trot into an ambling gait; even then, the only way to produce a gaited horse was by breeding at least one gaited parent. If the resulting foal couldn't

Desde a domesticação, os cavalos foram polimórficos, tendo diferentes maneiras, padrões e tempos na movimentação; eles também são capazes de alternar entre os diferentes andamentos, como o trote, a marcha, ou andadura. Excepcionalmente, os equídeos são a única espécie de mamíferos encontrada a ter um leque tão amplo de movimentos de locomoção. Em velocidades intermediárias, os cavalos podem executar padrões de pisada laterais ou diagonais, e usar cadências de 2 ou 4 batidas. Os dois andamentos de cadências de duas batidas são o trote e a andadura (verdadeira), sendo o trote completamente diagonal e a andadura lateral. Os andamentos marchados de cadências de quatro batidas incluem a Marcha Picada, Batida, de Centro e as mais próximas aos extremos da lateralidade como a "andadura" e diagonalidade como a marcha trotada.

Um cavalo com a capacidade de executar esses andamentos de quatro batidas é comumente chamado de cavalo "marchador". Essa diversidade na marcha pode ter sido uma adaptação útil para o transporte do homem e foi provavelmente reforçada por pressões de seleção humana para as características desejáveis utilizadas em cavalos domesticados. Pouco depois da domesticação, os cavalos foram utilizados principalmente para fins de transporte: para travar guerras, semear os campos, e levar a família em piqueniques à tarde. Desde a revolução industrial, os cavalos são agora usados para esporte e lazer, resultando em uma grande variedade de tamanhos e conformações. Agora

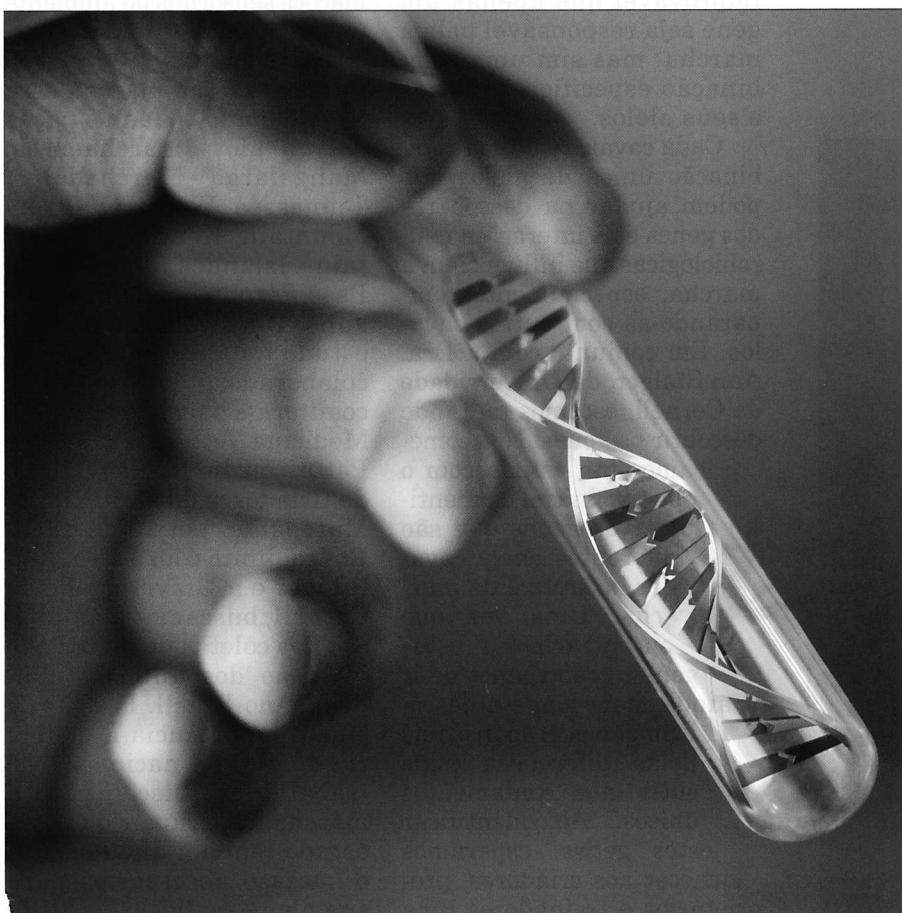
temos cavalos tão grandes como um Shire, e tão pequenos como um Fallabella, ilustrando o sucesso da seleção para o tamanho corporal.

## Combinação de genes e alelos

Durante anos, cavaleiros selecionaram e reproduziram cavalos especificamente para marcharem. Segundo The Horse of America in his Derivation, History, and Development (1893), John Hankins Wallace demonstrou que cavaleiros sabiam que somente o treinamento não poderia transformar o trote em uma marcha dissociada, mesmo assim, a única maneira de produzir um cavalo marchador era por acasalamentos sendo ao menos um dos pais marchador. Se o potro resultante não fosse capaz de marchar, era retirado do programa de melhoramento. Na realidade, os cavaleiros estavam selecionando não apenas andamentos desejáveis, mas também variações genéticas.

Os genes são regiões do DNA que codificam funções ou características biológicas específicas, como cor dos olhos ou o tipo sanguíneo. Genes têm diferentes variantes conhecidas como alelos, que são responsáveis pelas diferenças que vemos entre os indivíduos. Por exemplo, todos têm o gene responsável pela cor dos olhos, mas alguns têm o alelo para olhos azuis, alguns têm o alelo para olhos castanhos, e outros ainda têm o alelo para olhos verdes. Os alelos têm diferentes sequências de nucleotídeos ou bases, os blocos básicos de construção do DNA. Existem quatro bases: adenina (A), guanina (G), citosina (C), e timina (T). Encadeadas em combinações

**“Esperamos fornecer aos criadores, proprietários e treinadores uma ferramenta única para ajudar no manejo de seus cavalos. Criadores serão capazes de usar o DNA dos seus animais como um guia na seleção de seus garanhões e éguas do plantel; proprietários e treinadores terão uma ideia melhor para qual marcha seus cavalos são mais predispostos e podem adaptar o treinamento e equitação de acordo”.**



gait, it was culled from the breeding program. In reality, the horsemen were selecting not just desirable gaits, but also for variations in the genes.

Genes are regions of DNA that code for a specific biological function or characteristic, such as eye color or blood type. Genes have different variants known as alleles; these are responsible for the differences we see among individuals. For example, everyone has the gene responsible for eye color, but some have the allele for blue eyes, some have the allele for brown eyes, and yet others have the allele for green eyes. The alleles have different sequences of nucleotides or bases, the basic building blocks of DNA. There are four bases: adenine (A), guanine (G), cytosine (C), and thymine (T).

Strung together in different combinations of a long chain, the bases provide the code for reading DNA and subsequently the genes. Gait is influenced by several factors: the conformation and neurobiology of the horse, and to some extent, environmental factors such as human intervention in the form of shoeing and training. Each of the physiological aspects are influenced by several other components.

Conformation is impacted by bone length and thickness, muscle mass, and shoulder and hip angles. Nerve types, calcium and potassium concentrations, and synapse receptors and transmitters control the neurobiology. Several genes influence each of these components; therefore, it is unlikely that just one gene is responsible for gait, but rather a specific combination of genes and their alleles.

Each horse has a unique combination of alleles that can help in the discovery of the genes and the neurobiological interactions influencing gait, especially by comparing them to other horses. At Cornell University, we are attempting to uncover those genes. We have started a study with the initial goal of identifying the genes that are dissimilar between trotting horses and gaiting horses. Once we have found these, we would like to go even further and find the genes responsible for more subtle differences in unique gaits. By identifying these genes, we hope to provide breeders, owners, and trainers with a unique tool to aid in their horses' management.

Breeders will be able to use their horses' DNA as a guide in their sire and dam selection; owners and trainers will have a better idea to which gaits their horses are predisposed and can adapt training and riding style accordingly. Our

hypothesis is that gait is controlled primarily by genes coding for central pattern generators (CPGs) in the central nervous system. CPGs control the left-right movement in all animals and it is likely the case that gaited horses have the ability to regulate the functionality of these pattern generators based on sensory input from the horses' environment (terrain, shoeing, training, etc.).

The gait study is looking at all breeds of gaited horses: Mangalargas Marchadores, Tennessee Walkers, Rocky Mountain, Kentucky Mountain, Icelandic, Paso Fino, Peruvian Paso, to name a few. A lecture about the study was given by the collaborator, co-author and Veterinary Medicine student Laura Patterson, to the Nucleo Baiano de Criadores do Mangalarga Marchador, on April 10th. Together with Dr. Ann Staiger and the Cornell University, we seek the expansion of the sample collect and inclusion of the animals in Brazil. Because it is of utmost importance to improving the national herd and the selection work for gait, we hope that this study has the dissemination and support necessary for its successful fulfillment.

diferentes em uma longa cadeia, as bases fornecem o código para a leitura do DNA e, subsequentemente, dos genes.

Marcha é influenciada por vários fatores: a conformação e neurobiologia do cavalo, e em certa medida fatores ambientais, como a intervenção humana na forma do ferrageamento e treinamento. Cada um dos aspectos fisiológicos é influenciado por vários outros componentes. A conformação impacta pelo comprimento e espessura óssea, massa muscular, e os ângulos articulares. Tipos de nervos, cálcio e potássio, e transmissores e receptores de sinapse controlam a neurobiologia. Vários genes influenciam cada um destes componentes, portanto, é improvável que apenas um gene seja responsável pela a marcha, mas sim uma combinação específica de genes e seus alelos.

Cada cavalo tem uma combinação única de alelos que podem ajudar na descoberta dos genes e as interações neurobiológicas que influenciam a marcha, especialmente comparando-as com outros cavalos. Em conjunto com a Dra. Ann Staiger, da Universidade de Cornell, estamos tentando descobrir os genes. Nós começamos um estudo com o objetivo inicial de identificar os genes que são diferentes entre cavalos de trote e de marcha. Uma vez que encontrarmos estes genes, gostaríamos de ir ainda mais longe e descobrir genes responsáveis pelas diferenças mais sutis nos andamentos únicos. Ao identificar estes genes, esperamos fornecer aos criadores, proprietários e treinadores uma

ferramenta única para ajudar no manejo de seus cavalos. Criadores serão capazes de usar o DNA dos seus cavalos como um guia na seleção de seus garanhões e éguas do plantel; proprietários e treinadores terão uma ideia melhor para qual marcha seus cavalos são mais predispostos e podem adaptar o treinamento e equitação de acordo.

A nossa hipótese é a de que a marcha é controlada primariamente por genes que codificam para os geradores de padrão central (GPCs) no sistema nervoso central. Os GPCs controlam o movimento esquerda-direita em todos os animais e é provável que cavalos marchadores possuam a capacidade de regular a funcionalidade desses geradores de padrões baseados em informações sensoriais do ambiente (terreno, ferrageamento, formação, etc.)

O estudo da marcha está pesquisando todas as raças de cavalos marchadores: Mangalarga Marchadores, Tennessee Walkers, Rocky Mountain, Kentucky Mountain, Islandês, Paso Fino, Paso Peruano, para citar alguns. Uma palestra sobre o estudo foi apresentada pela colaboradora da pesquisa, coautora e bacharelada em Medicina Veterinária, Laura Patterson, ao Núcleo Baiano de Criadores do Mangalarga Marchador, em 10 de abril. Em conjunto com a Dra. Ann Staiger e a Universidade de Cornell, buscamos a ampliação das coletas de material e inclusão dos animais residentes no Brasil. Por ser de suma importância à melhoria do plantel nacional e ao trabalho de seleção para a marcha, esperamos que este estudo tenha a divulgação e o sucesso necessários para sua plena realização.

