

NOÇÕES DE GENÉTICA QUANTITATIVA

5

INTRODUÇÃO

As características genéticas a serem melhoradas em uma espécie agrícola, podem ser de dois tipos: caracteres qualitativos ou caracteres quantitativos. Os caracteres qualitativos são aqueles governados por um ou poucos genes. Denominados de variáveis discretas por apresentarem classes fenotípicas facilmente separáveis umas das outras, podem ser associadas a um ou poucos genótipos.

No entanto, grande parte das características agrônômicas que os melhoristas e geneticistas de plantas trabalham, apresentam herança quantitativa. Este tipo de herança não pode ser estudado da mesma maneira que as variáveis discretas. Para isso, há uma área da genética que estuda este tipo de herança, chamada de genética quantitativa.

CARACTERES QUANTITATIVOS

Os caracteres quantitativos ou poligênicos são aqueles

governados por múltiplos genes, sendo que cada gene apresenta segregação conforme as “Leis de Mendel”. Além disso, quando se analisa uma população segregante, observa-se que os caracteres de herança quantitativa apresentam distribuição contínua de fenótipos. Ou seja, há entre os tipos extremos de indivíduos encontrados em uma população, inúmeros fenótipos de difícil separação em classes distintas.

Outra característica dos caracteres poligênicos, refere-se ao fato de serem influenciados pela variação do ambiente, dificultando ainda mais a identificação dos genótipos com base apenas no fenótipo observado. Entretanto, conhecendo o número de genes envolvidos na expressão do carácter é possível prever o número de genótipos formados, por meio da seguinte fórmula: 3^n , onde n refere-se ao número de genes envolvidos na expressão do carácter estudado, conforme Tabela (1).

Tabela 1. Número de genótipos preditos em função do número de genes.

Nº Genes	Nº Genótipos
1	3
2	9
5	243
10	59.049
20	3.486.784.401

EFEITO AMBIENTAL E GENÉTICO NA GENÉTICA QUANTITATIVA

A variação encontrada em uma determinada espécie (variação fenotípica) pode ser de duas origens: variação devido ao ambiente e variação devido a diferenças genéticas. A existência

de variação genética é um pré-requisito para o melhoramento de plantas. Portanto, torna-se importante quantificar a proporção da variação fenotípica que corresponde ao ambiente e a variação correspondente ao genótipo, para poder estimar com melhor precisão experimental a resposta dos genótipos nos ambientes testados.

FATORES GENÉTICOS AFETANDO CARACTERES QUANTITATIVOS

Como os caracteres quantitativos são controlados por vários genes, e com elevada influência ambiental, torna-se importante conhecer o tipo de ação gênica que tem predominância na formação de novos genótipos. Basicamente, há três tipos de ação gênica: Ação gênica aditiva, ação gênica dominante e ação gênica epistática ou de interação.

A ação gênica aditiva o efeito médio de cada alelo que contribui na formação de um fenótipo. Na ação gênica dominante este efeito não corresponde a média, pois os alelos dominantes controlam a expressão do caráter. Neste caso, genes heterozigóticos ou homozigóticos terão o mesmo valor na contribuição do fenótipo. A ação gênica epistática ou de interação...

A ação aditiva, dominante e epistática são efeitos que podem contribuir para a expressão de um caráter quantitativo em uma população. Entretanto, geralmente a ação gênica aditiva tem maior importância para o melhoramento de plantas.

IMPORTANTE CONCEITO EM GENÉTICA QUANTITATIVA

A caracterização do fenótipo em genética quantitativa é importante, pois grande parte da identidade de um genótipo é determinada por genes múltiplos que possuem grande influência pelo ambiente. Esta influência é consequência da interação do

genótipo mais o ambiente na manifestação um determinado fenótipo. Portanto, na genética quantitativa procura-se determinar qual a proporção da variação fenotípica que se refere ao genótipo e ao ambiente, portanto:

$$\text{Fenótipo} = \text{Fatores genéticos} + \text{Fatores ambientais:}$$
$$F = G + E$$

O genótipo refere-se à constituição genética de um organismo, representada por todos os genes que possui um indivíduo de uma espécie. O fenótipo é uma característica observada, identificada e individualizada de um indivíduo, de difícil repetição, que expressa um genótipo em um determinado ambiente.

ANÁLISE ESTATÍSTICA DE CARACTERES QUANTITATIVOS

A análise dos caracteres quantitativos baseia-se na quantificação da variação em torno de uma população, não devendo ser realizada da mesma forma que as características governadas por poucos genes. Neste, caso os caracteres quantitativos devem ser descrito em termos de parâmetros estatísticos. Um primeiro passo é estimar a média, a variância e o desvio padrão da população a ser melhorada.

A média (\bar{x}) corresponde ao somatório dos valores observados, pelo número de observações (n):

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

A variância é definida como o desvio quadrático médio da média;

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Desvio padrão corresponde a raiz da variância;

$$s = \sqrt{s^2}$$

A média corresponde ao valor médio da distribuição dos dados. Duas distribuições de dados podem ter a mesma média,

porém com formatos de curva diferentes. Uma distribuição pode ter mais ampla e a outra com mais estreita e próxima a média (Figura 1). A variância corresponde à determinação da variabilidade da distribuição dados. Na figura 1, podem ser observadas duas populações com a mesma média, porém com variâncias diferentes.

O desvio padrão indica variação em torno da média (média + desvio padrão), portanto, valores maiores indicam que haver maior variabilidade da população analisada.

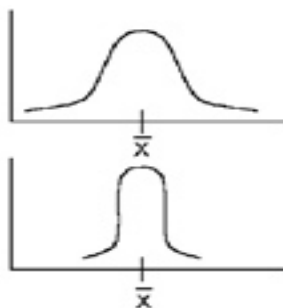


Figura 1. Distribuição normal em duas populações com mesma média e variância diferente.

COMPONENTES DA VARIÂNCIA DE UM CARACTERE QUANTITATIVO

A variância fenotípica de uma população segregante, pode ser desdobrada para se estimar a proporção da variação que corresponde aos fatores genéticos da população selecionada e a proporção da variação devido ao fatores ambientais. Quanto esta população é testada em vários ambientes, pode ser quantificado a proporção da variação que corresponde a interação genótipo x ambiente. Portanto o fenótipo pode ser expresso como:

$$V_F = V_G + V_E + V_{GE}$$

Onde:

V_G é a variação devido fatores genéticos;

V_E é a variação devido fatores ambientais;

V_{GE} é a variação devido a interação genótipo x ambiente.

COMPONENTES DA VARIÂNCIA GENÉTICA

Dependendo da natureza da espécie vegetal e o tipo de cruzamento preferencialmente que a espécie realiza, poderá haver influência na variação genotípica, devido a variação genética aditiva, variação genética de dominância e ou a variação genética de interação. Portanto a variação genotípica, pode ser desdobrada em:

$$V_G = V_A + V_D + V_I$$

Onde:

V_A é a variação genética aditiva;

V_D é a variação genética de dominância;

V_I é a variação genética de interação.

Consequentemente, a variância fenotípica pode ser escrita como:

$$V_F = V_A + V_D + V_I + V_E + V_{GE}$$

HERDABILIDADE

A herdabilidade é a proporção de variância genética sobre a variância fenotípica total, ou seja, a proporção herdável da variabilidade total. Esta proporção herdável é alterada pelo efeito do ambiente. Portanto, com o aumento da variabilidade proporcionado pelo efeito do ambiente, a seleção de novos genótipos torna-se mais difícil. Pode ser dividida em dois tipos: herdabilidade no sentido amplo e herdabilidade no sentido restrito.

Herdabilidade no Sentido Amplo (h^2_g)

A herdabilidade no sentido amplo (h^2_g) é definida como o

coeficiente de determinação entre a variação valor genotípico (V_g) e o valor fenotípico (V_p), ou a regressão do valor genotípico sobre o valor fenotípico.

$$h_g^2 = \frac{g}{V_f}$$

Herdabilidade no Sentido Restrito (h_a^2)

A herdabilidade no sentido restrito (h_a^2) é definida como o coeficiente de determinação entre a variação valor genético aditivo (V_a) e o valor fenotípico (V_p), ou a regressão do valor genotípico sobre o valor fenotípico.

$$h_a^2 = \frac{a}{V_f}$$

ESTIMAÇÃO DO GANHO POR SELEÇÃO

Uma grande contribuição da genética quantitativa é a possibilidade de se estimar o ganho obtido com uma estratégia de seleção adotada pelo programa de melhoramento genético. De forma simplificada o progresso genético pode ser estimado como segue as explicações abaixo:

Numa população em que haja variabilidade para realizar a seleção, determina-se a média da população a ser melhorada (M_0) e após fazer a seleção, espera-se obter uma população com média melhorada (Mm).

$$Mm = M_0 + \square g$$

Onde: Mm corresponde à média da população melhorada. No caso de seleção individual, corresponde a média do indivíduo selecionado. M_0 corresponde a média da população original onde foi feita a seleção e Δg corresponde ao ganho de seleção.

O ganho de seleção é obtido em função do diferencial de seleção (ds) e a herdabilidade no sentido restrito (h_a^2), como apresenta a seguinte fórmula:

$$\square g = ds \cdot h_a^2$$

O diferencial de seleção (ds), corresponde a diferença entre

a média da melhor população selecionada em relação a média da população original, onde foi realizado o processo de seleção.

$$d_s = M_s - M_0$$

Onde: M_s : é a média da população selecionada, ou média dos indivíduos selecionados.