

Aula teórica

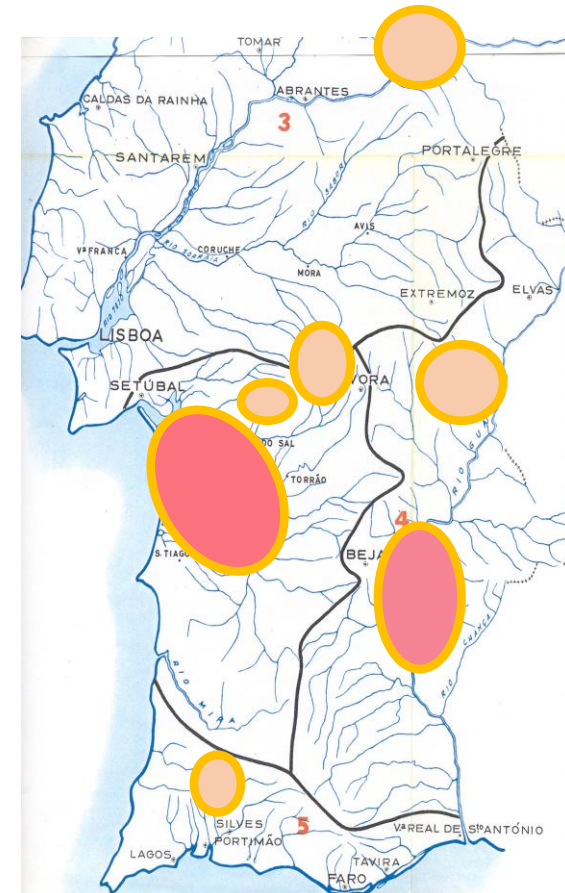
Análise da diversidade, conservação e seleção de variedades antigas de videira

Variabilidade na videira

- Videiras silvestres
- Variabilidade entre variedades (inter-varietal)
- Variabilidade dentro da variedade (intra-varietal) :
o assunto desta aula

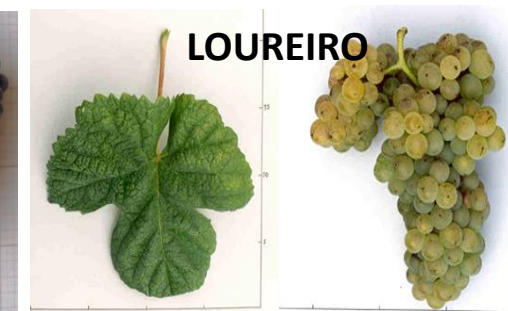
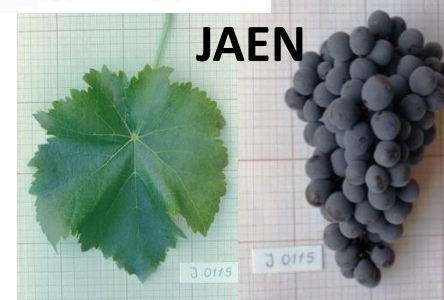
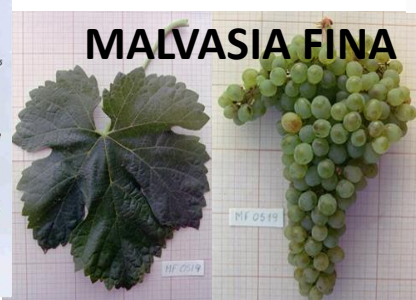
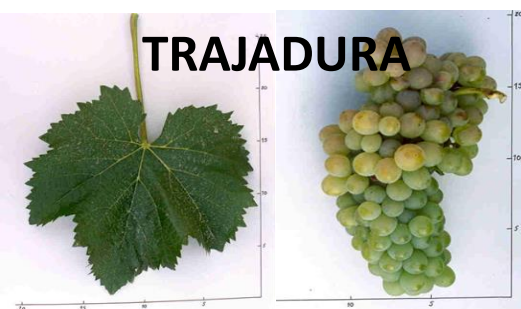
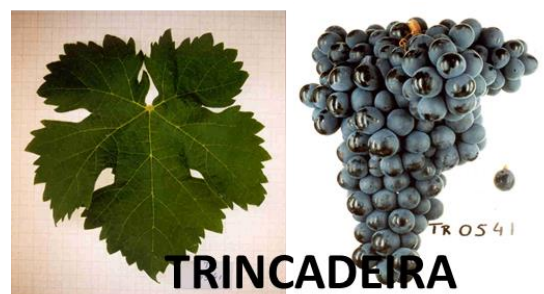
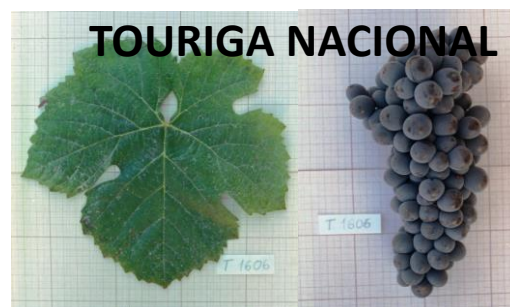
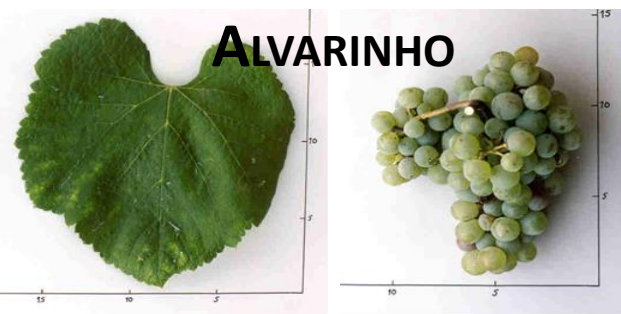
• Videiras silvestres

- ❑ Muito comuns em Portugal, particularmente no sul: 150 locais já referenciados.
- ❑ Diferentes das existentes no Mediterrâneo Oriental.
- ❑ Têm um elevado valor histórico e natural e constituem a matéria prima para estudos moleculares sobre domesticação, etc..





• Variabilidade intervarietal



Variabilidade intervarietal

- As variedades autóctones Portuguesas são numerosas e marcadamente diferentes das de outros países.
- Portugal conta com mais de 250 castas autóctones, um número da mesma ordem dos de Espanha, França e Itália, mas muito mais destacado em termos de densidade, devido à menor área de vinha e do país.



Variabilidade intravarietal

a variabilidade genética dentro de cada uma das variedades antigas de videira, castas

- Variabilidade intravarietal

A casta começou por ser geneticamente homogénea: um genótipo sucessivamente multiplicado por via vegetativa. Mas, à escala da produção de milhões de plantas a partir de uma planta original, durante centenas ou milhares de anos, a casta criou no seu interior elevada diversidade intravarietal (essencialmente por micromutações de características quantitativas).

- ❑ É por vezes mal compreendida, porque apesar de morfologicamente semelhantes, as plantas de uma mesma casta são geneticamente diferentes relativamente às características com importância económica, isto é, as que realmente contam para a produção e para a qualidade do vinho: rendimento, teor de açúcar, acidez, antocianas e muitas outras.
- ❑ Trata-se de diferenças quanto a características que se designam por quantitativas, isto é, quando avaliadas numa população heterogénea mostram variação contínua e normal, em resultado de serem determinadas por muitos genes e também acentuadamente pelo ambiente (ao contrário, por exemplo, da cor do bago).

Exemplo da variabilidade intravarietal

do rendimento (kg/planta)

(casta Arinto, 247 clones,

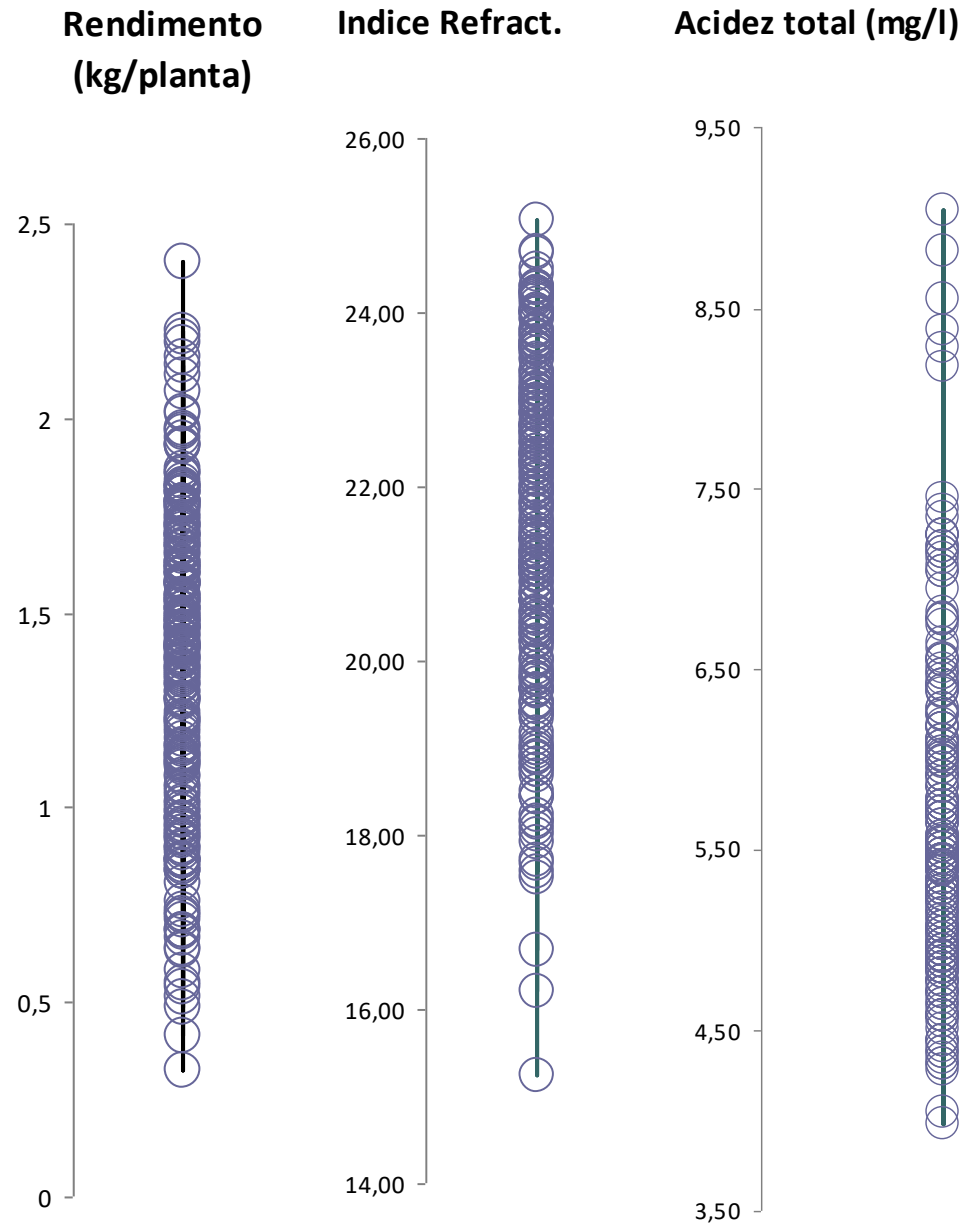
Heritabilidade em sentido lato,

$$h^2 = 80.2\%$$



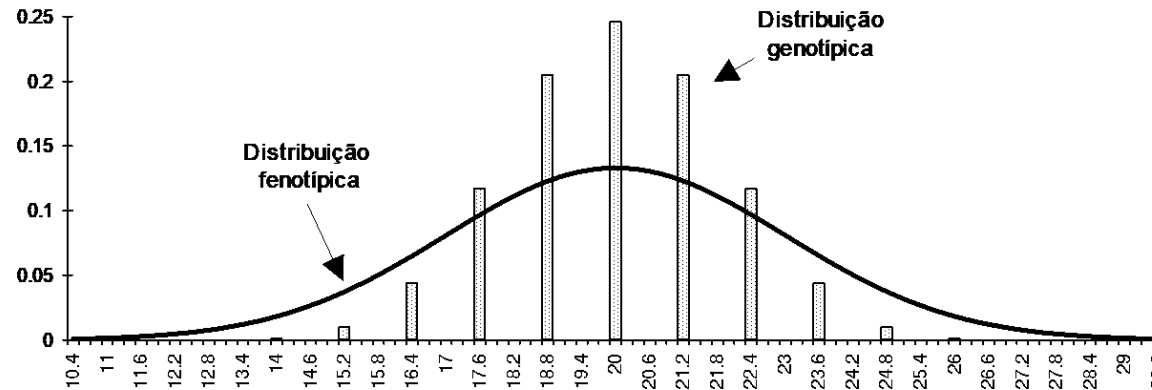
Clone	Rendimento	Clone	Rendimento (kg/planta)	Clone	Rendimento (kg/planta)	Clone	Rendimento (kg/planta)	Clone	Rendimento (kg/planta)
4108	2,40	1632	1.70	3701	1.48	4004	1.24	3305	0.86
3605		0244	1.70	8808	1.48	4008	1.23	8705	0.86
3502	2.21	3205	1.70	3306	1.48	3806	1.23	6114	0.86
3903	2.19	2410	1.69	1510	1.48	9708	1.22	9204	0.85
0310	2.16	4107	1.69	6405	1.47	6003	1.22	8408	0.85
2404	2.14	7904	1.68	6504	1.47	1305	1.22	5911	0.84
3113	2.11	3908	1.68	8308	1.46	4109	1.21	1302	0.84
4101	2.07	6411	1.67	6615	1.46	1460	1.20	6311	0.83
9604	2.01	8502	1.67	4005	1.46	1339	1.19	1312	0.80
9609	2.01	3808	1.67	3812	1.46	9304	1.17	6211	0.76
8201	1.97	0437	1.66	2423	1.46	0224	1.16	3105	0.74
3704	1.97	3005	1.65	6601	1.46	3505	1.16	1431	0.72
0664	1.96	3203	1.65	9802	1.45	6228	1.15	8704	0.72
4110	1.94	0483	1.64	5603	1.44	1116	1.15	1627	0.71
3902	1.93	6009	1.63	9306	1.44	0683	1.14	6230	0.68
3504	1.93	3016	1.63	3804	1.44	5602	1.14	3602	0.68
0640	1.93	6410	1.63	7502	1.43	5601	1.13	6304	0.68
6707	1.92	3201	1.62	1617	1.42	8005	1.13	9506	0.66
8801	1.87	0527	1.62	3810	1.42	9706	1.12	1328	0.64
3403	1.86	5502	1.62	0250	1.41	6118	1.12	5501	0.63
9603	1.86	0677	1.62	6606	1.41	5801	1.11	6310	0.58
0503	1.85	3401	1.61	0508	1.41	5808	1.11	6308	0.55
3404	1.84	3702	1.61	1117	1.41	9805	1.11	6110	0.54
3204	1.83	3012	1.60	5704	1.41	9208	1.10	8505	0.51
0517	1.83	3103	1.60	3807	1.41	4002	1.08	9307	0.49
6116	1.82	1118	1.60	3109	1.41	5901	1.07	6305	0.41
2019	1.82	3601	1.60	7606	1.41	2011	1.05	5907	
8807	1.82	0613	1.60	3001	1.41	6302	1.05	0,32	
9005	1.82	0230	1.58	6404	1.40	3803	1.04		
2403	1.81	7207	1.58	6505	1.39	1540	1.03		
8007	1.80	1170	1.58	9507	1.39	3112	1.01		
1501	1.80	0626	1.57	3304	1.38	9202	1.01		
8204	1.80	7503	1.57	0441	1.38	6502	0.99		
3905	1.79	7507	1.57	8202	1.38	6407	0.99		
0344	1.79	1156	1.57	9109	1.37	9203	0.98		
0315	1.78	3303	1.57	4104	1.36	5806	0.97		
0498	1.78	9409	1.57	2041	1.36	6222	0.97		
0223	1.78	1603	1.55	9105	1.36	1415	0.97		
6402	1.78	9407	1.54	0513	1.35	6112	0.96		
2027	1.78	4001	1.54	3809	1.35	4007	0.96		
3802	1.77	2025	1.54	2424	1.34	5909	0.95		
2401	1.77	3402	1.54	1610	1.34	6701	0.95		
9610	1.77	4106	1.53	7301	1.33	9810	0.93		
5703	1.77	3501	1.53	2418	1.32	9710	0.93		
3910	1.76	0414	1.53	0319	1.32	9703	0.93		
3901	1.74	3503	1.53	1550	1.32	6213	0.92		
4105	1.74	9509	1.52	5804	1.31	9308	0.92		
9210	1.73	3604	1.51	9702	1.30	9302	0.91		
9606	1.73	6727	1.51	5803	1.30	6120	0.90		
9402	1.72	1515	1.51	3801	1.28	5903	0.89		
6012	1.72	2425	1.51	8102	1.28	9806	0.89		
3202	1.72	6002	1.50	6007	1.28	6206	0.88		
3020	1.72	4103	1.49	3010	1.28	9310	0.87		
0459	1.71	9508	1.49	9003	1.27	1410	0.86		
9403	1.70	6237	1.49	5701	1.27	6619	0.86		

Exemplo da variabilidade intravarietal, Arinto



CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS

- ❑ O carácter contínuo (aproximadamente normal) das distribuições (por oposição a carácter discreto) é favorecido por elevado número de genes, fraca expressão dos mesmos (pequeno intervalo de variação e proximidade das classes), ausência de dominância, efeito aditivo e também pela forte influência ambiental.



Distribuição de frequência de uma característica governada por 5 genes aditivos de acção igual (0.6m em altura por alelo) e pelo ambiente, numa F₂.

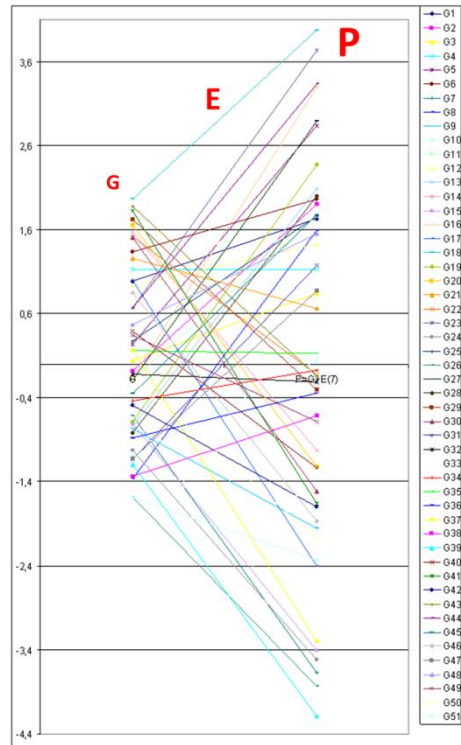
Ou seja, a noção de fenótipo deve ser adaptada à genética quantitativa como valor fenotípico, valor expresso em unidades de medida (*g*, *m*, ...). **O valor fenotípico de pouco serve, no sentido de caracterizarmos a variabilidade numa população e de realizarmos a seleção. As determinações fenotípicas traduzem o efeito combinado do valor genotípico e de um desvio ambiental, por isso, os escalonamentos fenotípico e genotípico não são coincidentes.**

- Mas, infelizmente, quando se avalia **1 indivíduo relativamente a uma característica quantitativa**, o seu valor fenotípico surge fortemente modificado pelo **desvio ambiental e não traduz o valor genotípico procurado**.

$$P = G + E$$

↓

As determinações fenotípicas traduzem o efeito combinado do valor genotípico e de um desvio ambiental, por isso, os escalonamentos fenotípico e genotípico não são coincidentes.

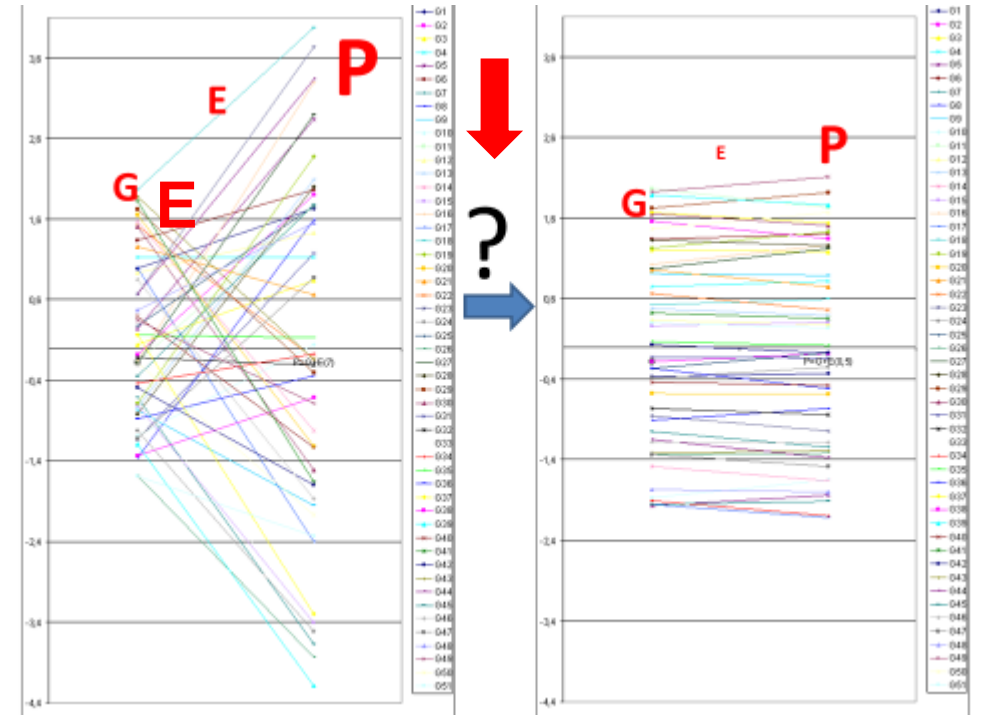


Exemplo: rendimento de plantas individuais do mesmo clone (variedade Castelão)

0113	2,3	3,7	0,2	1,3	1,6	2,2	2,1	1,9	2,2	1,4	1,0	1,4	0,0	3,0
0132	2,5	0,6	0,3	2,6	0,9	2,3	0,9	1,6	3,1	0,0	1,4	5,9	2,7	2,3
0139	3,7	2,5	2,6	2,9	2,9	1,5	1,2	1,1	0,0	1,5	3,2	2,7	1,7	2,1
0203	1,3	1,6	2,1	2,4	2,1	3,0	1,1	3,5	3,6	3,8	2,4	3,0	2,7	2,1
0215	1,8	1,4	2,5	2,7	1,9	1,2	0,2	1,0	0,8	1,2	1,2	1,0	0,2	0,4
0216	2,5	4,6	3,3	1,8	1,8	2,3	2,0	2,7	2,9	0,8	1,0	1,8	3,1	1,7
0315	1,6	3,2	4,8	2,9	1,7	2,1	3,3	2,1	1,5	1,6	1,8	0,4	2,0	1,5
0318		1,1	1,1	1,2	0,9	2,4	0,8	1,4	0,6	0,1	1,4	0,6	0,0	0,4
0319	1,0	2,6	1,7	2,0	1,4	2,6	1,5	0,3	1,0	0,7	0,3	0,7	0,9	0,8
0431	0,7	1,8	1,5	2,0	2,4	0,7	0,3	0,5	0,7	0,7	1,8	1,5	1,3	0,6
0432	2,9	3,2	3,4	2,3	1,9		2,0	2,6	2,2	3,0	2,3	2,7	1,8	3,3
0436	0,8	0,0	2,2	1,7	2,8	2,2		0,5	0,3	0,6	2,5	0,4	0,9	1,8
0622	0,7	1,2	1,0	2,0	2,4	2,3	1,2	1,7	0,9	1,8	1,0	0,5	3,5	2,8
0627	2,4	0,5	1,7	5,0	5,4	2,1	4,5	4,8	2,0	2,1	0,8	0,3	0,7	2,0
0815		5,5	2,7	5,5	2,7	4,4	3,8	1,1	0,9	1,0	0,5	0,8	0,4	0,9
0819	3,3	3,2	2,2	2,6	2,2	1,9	1,4	1,1	0,9	0,8	1,3	1,2	1,9	1,4
0824	1,1	0,3	2,3	2,6	0,9	1,0	0,5	1,5	3,2	2,9	3,8	2,7	1,8	3,6
0913	7,2	2,5	5,1	0,9	4,2	3,9	3,8	2,2	3,2	1,7	1,9	2,9	2,0	1,8
0935	2,6	3,3	0,0	3,2	1,1	1,5	1,9	1,0	0,8	0,8	0,8	0,3	1,2	0,5
0940	3,7	4,6	2,4	2,3	2,6	3,5	2,1	1,6	1,5	1,7	1,4	1,8	2,1	2,0
1103	1,0	4,4	0,3		0,4	3,5	2,5	0,6	1,0	0,6	0,2	0,3	0,3	1,4
1121		1,7	1,5	1,2	0,3	0,2	0,7	0,1	0,7	0,0	0,3	0,1		0,0
1211	0,7	1,1	1,1		0,7	0,2			1,7	2,2		1,2	0,7	0,6
1216	1,9	3,3	2,5	3,1	3,6	2,4	1,4	1,6	2,0	1,7	0,2	0,5	3,3	0,0
1231	1,7	1,4	0,2	0,7	1,4	0,2	1,3	1,8	0,6	1,0	3,1	1,3	1,8	4,1
1313	2,9	3,8	4,2	3,8	1,5	5,0	1,0	2,5	2,1			4,2	2,7	2,1
1315	3,2	0,5	1,4	3,7	4,6	1,9	4,7	3,1	3,3	2,0	2,8	3,9	1,6	1,4
1505	2,4	2,9	0,4	3,4	2,3	1,9	1,2	1,2	0,7	1,6	3,1	1,0	0,9	0,8
1527	0,9	1,5	1,1	1,4	0,9	1,1	0,2	1,9	1,8		2,5	1,6	1,3	1,5

Então, como se faz a seleção de características quantitativas?

- ❑ Utilizando os métodos de genética quantitativa para estudar e compreender as características quantitativas



Um ponto crucial, é a **redução do E.**

A avaliação de características quantitativas exige a realização de ensaios de campo

(1) Delineamento experimental


- Repetição

(essencial para obter uma estimativa do erro aleatório;
a precisão de um ensaio aumenta com o número de repetições.)

CLONE	Plantas do 1º bloco							Plantas do 2º bloco							Média
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	
0113	2.260	3.665	0.210	1.300	1.560	2.160	2.120	1.860	2.220	1.410	1.040	1.390	0.000	2.950	1.72
0132	2.500	0.600	0.250	2.640	0.850	2.340	0.930	1.600	3.050	0.000	1.390	5.870	2.740	2.250	1.93
0139	3.680	2.460	2.590	2.860	2.920	1.500	1.210	1.120	0.000	1.500	3.210	2.680	1.650	2.090	2.11
0203	1.250	1.620	2.050	2.360	2.100	2.990	1.090	3.490	3.610	3.780	2.380	2.950	2.710	2.090	2.46
0215	1.750	1.350	2.450	2.650	1.900	1.175	0.150	1.030	0.830	1.230	1.170	1.000	0.230	0.370	1.23
0216	2.450	4.590	3.290	1.800	1.800	2.250	1.990	2.660	2.900	0.790	1.040	1.750	3.080	1.690	2.29
0315	1.640	3.160	4.820	2.900	1.710	2.070	3.330	2.050	1.540	1.580	1.790	0.350	1.950	1.490	2.17

- Casualização

(essencial para validar a estimativa do erro aleatório)


$$\bar{X} \cap \mathcal{N}(\mu, \sigma^2/n)$$

- Controlo da variação espacial (delineamento em blocos completos casualizados (RCBD), delineamento em blocos incompletos (IBD), por exemplo, delineamentos alfa (α -design); delineamento linha-coluna (RCD))

(2) Modelos de análise de dados adequados (devem traduzir o delineamento experimental adotado)

(1) Delineamento experimental

Nota:

Convém distinguir entre repetições e pseudo-repetições. Por exemplo, por pseudo-repetições entende-se: pesos de vários frutos de uma planta, medições do comprimento das folhas de uma planta, observações em plantas diferentes na mesma unidade experimental, observações na mesma amostra no laboratório, etc..

Mas a existência de pseudo-repetições é essencial para a redução da variabilidade entre observações independentes. De facto, substituindo cada grupo de pseudo-repetições por uma única observação média pode-se diminuir a variabilidade entre diferentes observações médias (que são independentes).

(1) Delineamento experimental

Exemplo:

Exemplo de 2 disposições de plantas de 5 clones (A,B,C,D,E) em 4 repetições (o mesmo raciocínio seria se fossem 5 variedades, por exemplo)

D	B	D	E
C	E	A	B
A	C	E	A
D	D	A	B
B	C	E	C



**Uma casualização possível
(exemplo de um
delineamento totalmente
casualizado (RCD))**

A	A	A	A
B	B	B	B
C	C	C	C
D	D	D	D
E	E	E	E



Uma disposição sistemática

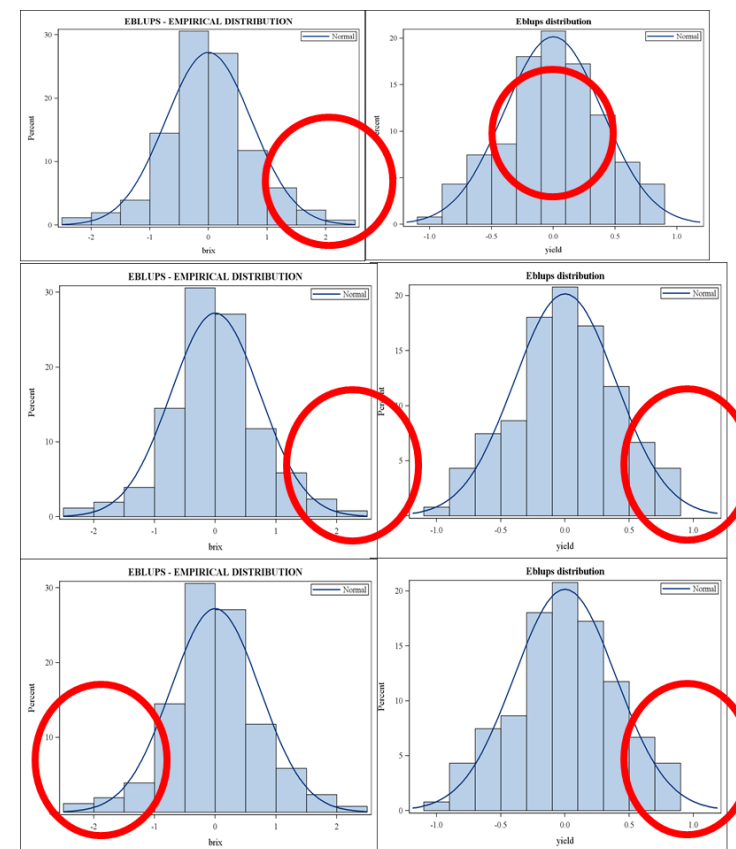
Aqui as unidades experimentais são as linhas e não cada quadrado; os quadrados na mesma linha devem ser considerados pseudo-repetições, portanto, existe apenas uma repetição por clone.

O estudo genético de uma característica quantitativa, centra-se no estudo da sua variabilidade, surgindo os conceitos de:

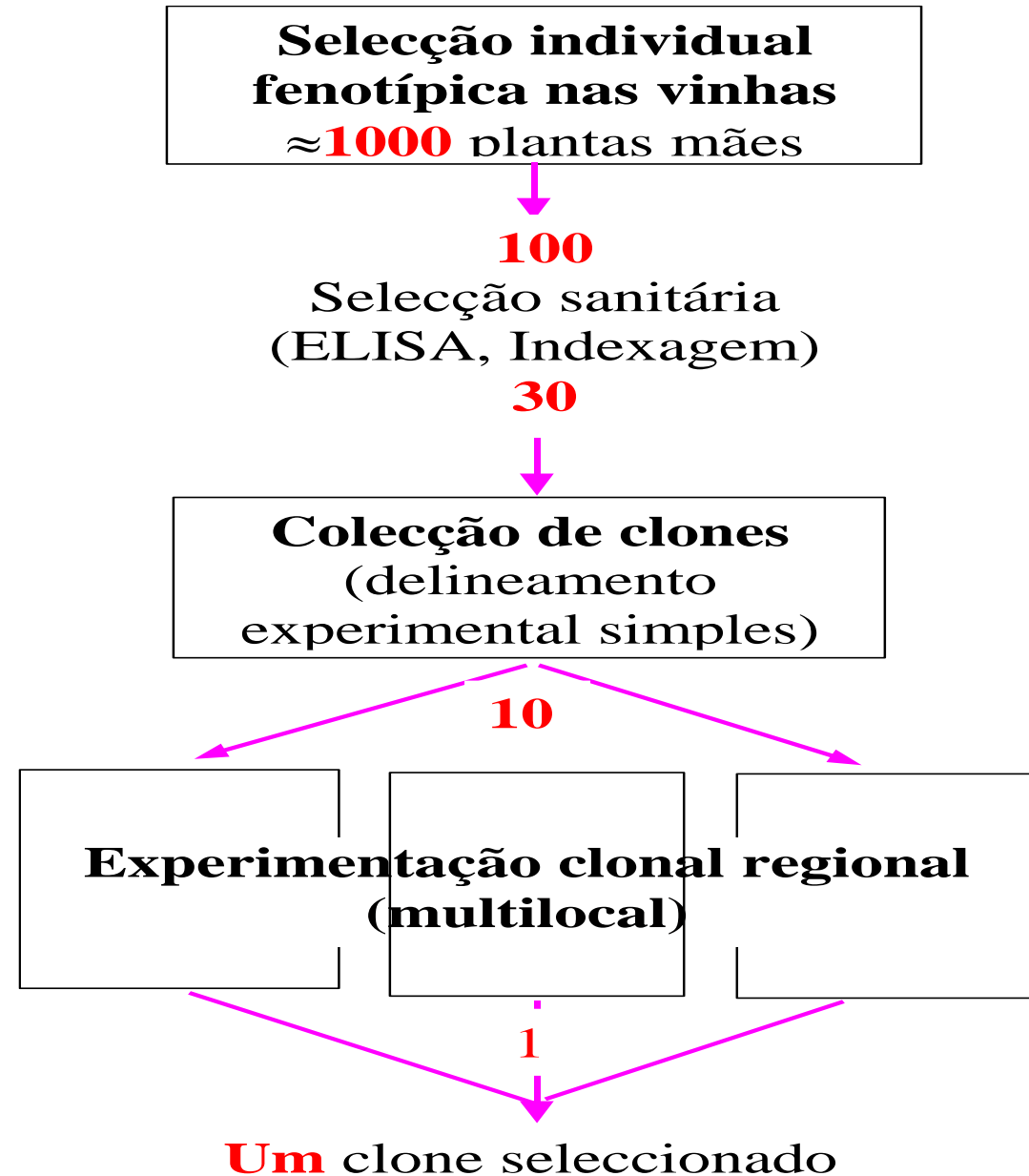
- ✓ Heritabilidade
- ✓ Ganho genético
- ✓ Melhor preditor linear não enviesado do efeito genotípico
- ✓ Variabilidade genética da característica na população, correntemente estudada através do coeficiente de variação genotípico

Variabilidade intravarietal

- É a matéria-prima disponível para realizar a seleção no sentido dos atuais e dos futuros interesses da viticultura, e com elevados ganhos.



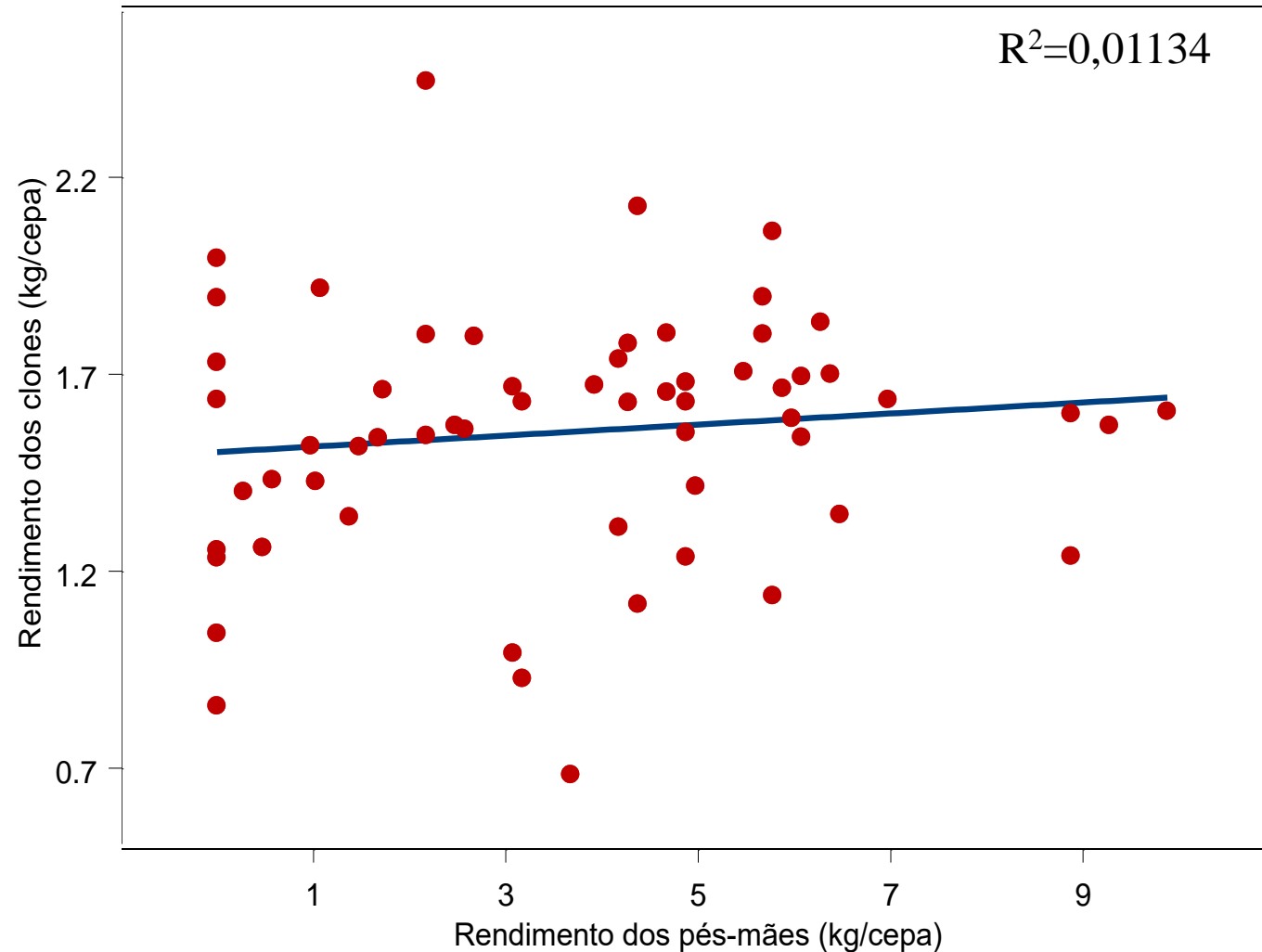
SELEÇÃO CLONAL da VIDEIRA METODOLOGIA CLÁSSICA



Comente

Mas a seleção fenotípica individual é ineficiente...

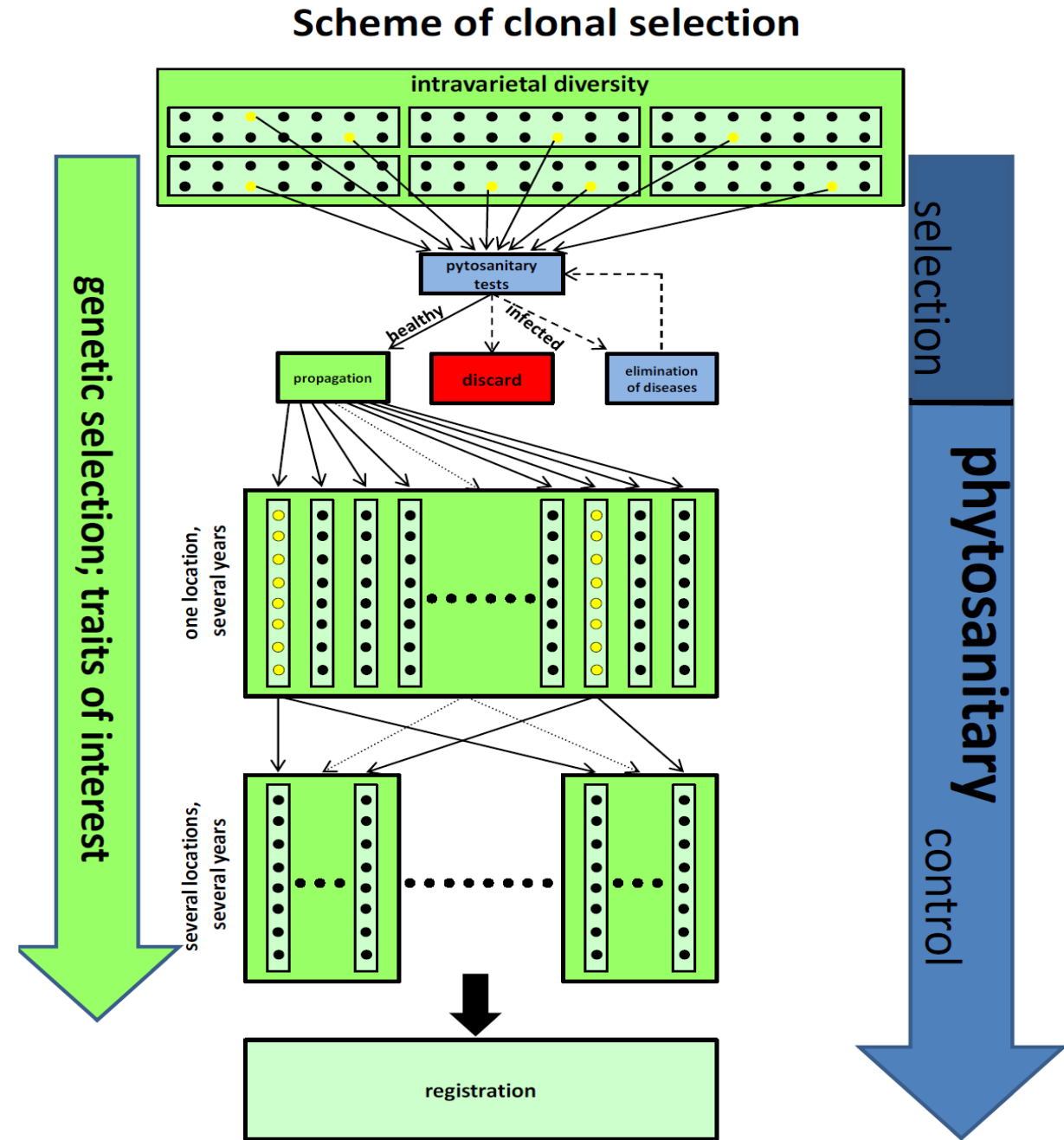
Exemplo da regressão dos rendimentos de 60 clones de Antão Vaz observados num ensaio sobre os rendimentos dos pés mães correspondentes





RESOLUTION OIV-VITI 564A-2017

OIV PROCESS FOR THE CLONAL SELECTION OF VINES



Esquema geral da metodologia conservação e seleção da videira

FASE 1: PROSPECÇÃO ALEATÓRIA (AMOSTRAGEM) DE GENÓTIPOS NAS VINHAS VELHAS

Diagnóstico sanitário (vírus)

Conservação da variabilidade genética intravarietal em vasos

FASE 2: POPULAÇÃO EXPERIMENTAL DE CLONES (100-400 clones, ensaio)

Diagnóstico sanitário (vírus)

FASE 3: CAMPOS DE COMPARAÇÃO CLONAL REGIONAIS
(ensaio com 20-40 clones, selecionados da fase 2)

Diagnóstico sanitário (vírus, fungos do lenho)

SELEÇÃO CLONAL
(em geral, 7 CLONES individuais)

(1) Conservação da variabilidade genética intravarietal

(2) Quantificação da variabilidade genética

(3) Seleção de um grupo de clones superiores – material policlonal

Pontos-chave:

- Delineamento experimental
- Modelos mistos para análise dos dados

METODOLOGIA DE SELEÇÃO: diferenças substanciais face a outras de uso corrente no mundo vitivinícola

Explora toda a variabilidade intravarietal da casta

Separa a diversidade determinada geneticamente (herdável)

Prevê o ganho genético de seleção

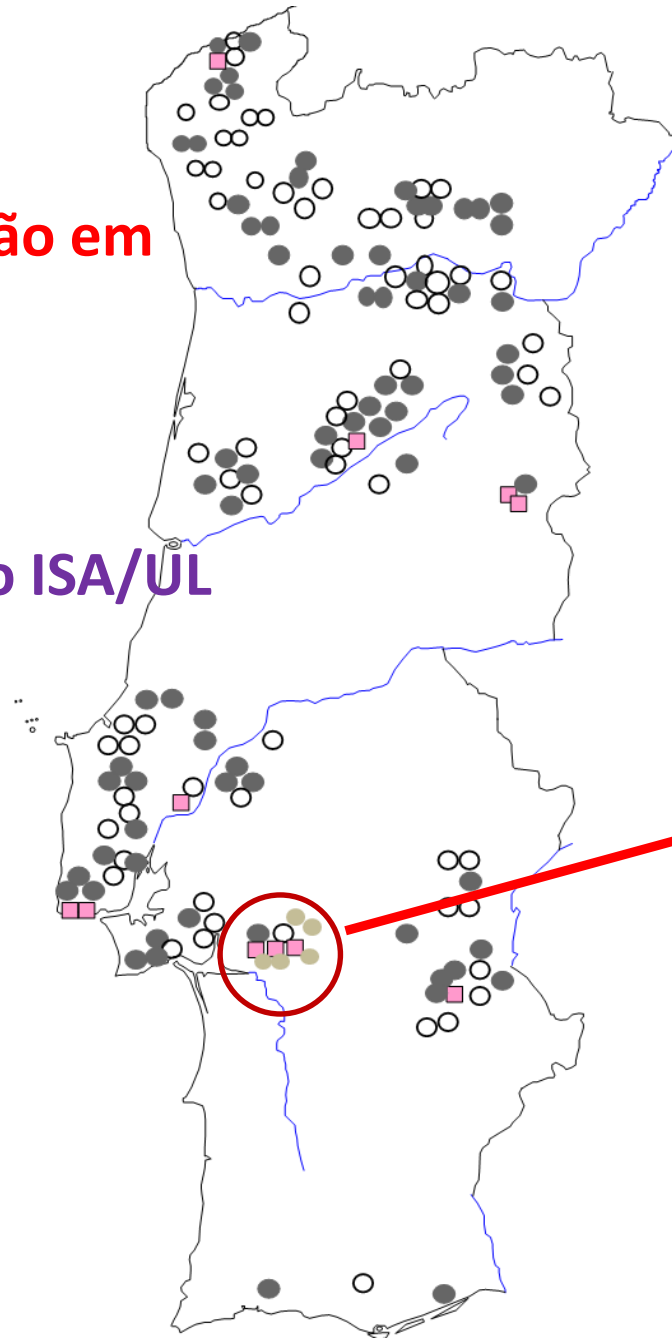
Avalia a interacção genótipo×ambiente (GxE)

Termina com dois tipos de material selecionado: policlonal e clonal

Uma colaboração nacional:

- “Rede Nacional de Seleção da Videira” e PORVID
- Uma rede de ensaios de seleção em todos o país (186 ensaios)
- Um Pólo de Conservação da Diversidade (PORVID, Pegões)
- Coordenação metodológica do ISA/UL

Açores



Adega Cooperativa de Favaios
Adega Cooperativa de Vidigueira, Cuba e Alvito, C.R.L.
Associação de Municípios Portugueses do Vinho (AMPV)
Associação dos Viticultores do Concelho de Palmela (AVIPE)
Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense (ADVID)
Associação Técnica dos Viticultores do Alentejo (ATEVA)
Aveleda, S.A.
Bacalhôa - Vinhos de Portugal
Casa Ermelinda Freitas
Câmara Municipal de Palmela (CMP)
Cooperativa Agrícola de Santo Isidro de Pegões
Cooperativa Agrícola de Reguengos de Monsaraz (CARMIM)
Esporão S.A.
Fita Preta
Fundação Maria Rosa
Herdade da Malhadinha Nova
Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV)
Instituto dos Vinhos do Douro e do Porto (IVDP)
Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa (ISA-UL)
José Maria da Fonseca Vinhos, S.A. (JMF)
O Abrigo da Passarela, Lda
Real Companhia Velha
Sogrape Vinhos, S.A.
Symington Family Estates
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD)
Vitisges-Sociedade de Consultoria, Investimentos e Serviços Agrícolas

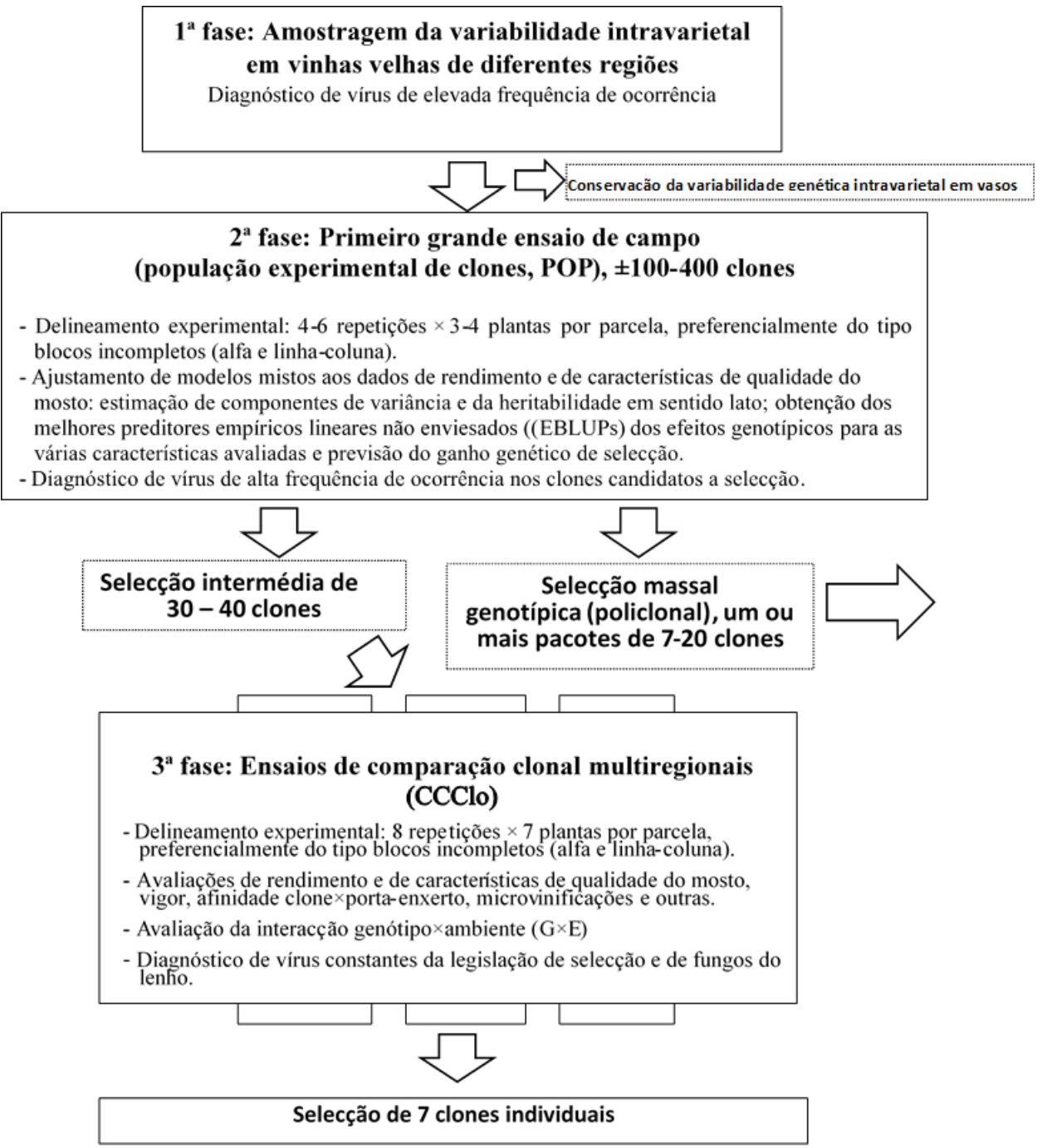


A **PORVID** é uma Associação sem fins lucrativos que congrega as competências de entidades produtoras de conhecimento, empresas da indústria do vinho e outras interessadas no desenvolvimento vitivinícola e na biodiversidade numa orgânica dedicada à conservação e valorização da diversidade genética das castas antigas e das populações silvestres de videira.

Foi constituída em 2009, e tem como meta central a conservação de 50000 genótipos representativos da diversidade intravarietal de todas as castas autóctones num Pólo Experimental de Conservação cedido pelo Estado (em 2010), seguida pela respetiva utilização económica (seleção e outras) mediante métodos inovadores de elevada eficiência.

Representa hoje a fronteira das abordagens para a travagem da erosão genética e utilização da diversidade das castas antigas à escala do mundo mediterrânico.

A metodologia seleção e conservação da videira desenvolvida em Portugal, passo a passo



(adaptado de Martins e Gonçalves, 2015)

1ª fase: Amostragem da variabilidade intravarietal em vinhas velhas de diferentes regiões

Diagnóstico de vírus de elevada frequência de ocorrência



Conservação da variabilidade genética intravarietal em vasos

2ª fase: Primeiro grande ensaio de campo (população experimental de clones, POP), ±100-400 clones

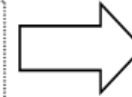
- Delineamento experimental: 4-6 repetições × 3-4 plantas por parcela, preferencialmente do tipo blocos incompletos (alfa e linha-coluna).
- Ajustamento de modelos mistos aos dados de rendimento e de características de qualidade do mosto: estimação de componentes de variância e da heritabilidade em sentido lato; obtenção dos melhores preditores empíricos lineares não enviesados ((EBLUPs) dos efeitos genotípicos para as várias características avaliadas e previsão do ganho genético de selecção.
- Diagnóstico de vírus de alta frequência de ocorrência nos clones candidatos a selecção.



Seleccção intermédia de 30 – 40 clones



Seleccção massal genotípica (policlonal), um ou mais pacotes de 7-20 clones



3ª fase: Ensaio de comparação clonal multiregionais (CCClO)

- Delineamento experimental: 8 repetições × 7 plantas por parcela, preferencialmente do tipo blocos incompletos (alfa e linha-coluna).
- Avaliações de rendimento e de características de qualidade do mosto, vigor, afinidade clone×porta-enxerto, microvinificações e outras.
- Avaliação da interacção genótipo×ambiente (G×E)
- Diagnóstico de vírus constantes da legislação de selecção e de fungos do lenho.



Seleccção de 7 clones individuais

FASE 1: PROSPECÇÃO ALEATÓRIA (AMOSTRAGEM) DE GENÓTIPOS NAS VINHAS

Objetivo: obter uma amostra representativa da variabilidade intravarietal da casta

- A prospecção deverá ser realizada em todas as regiões onde a casta é cultivada desde há muito, segundo algumas regras.
- Metodologia de prospecção uniforme a nível nacional



❑ **Prospecção (amostragem) da variabilidade genética intravarietal das castas autóctones em todas as regiões**

❑ **Algumas regras:**

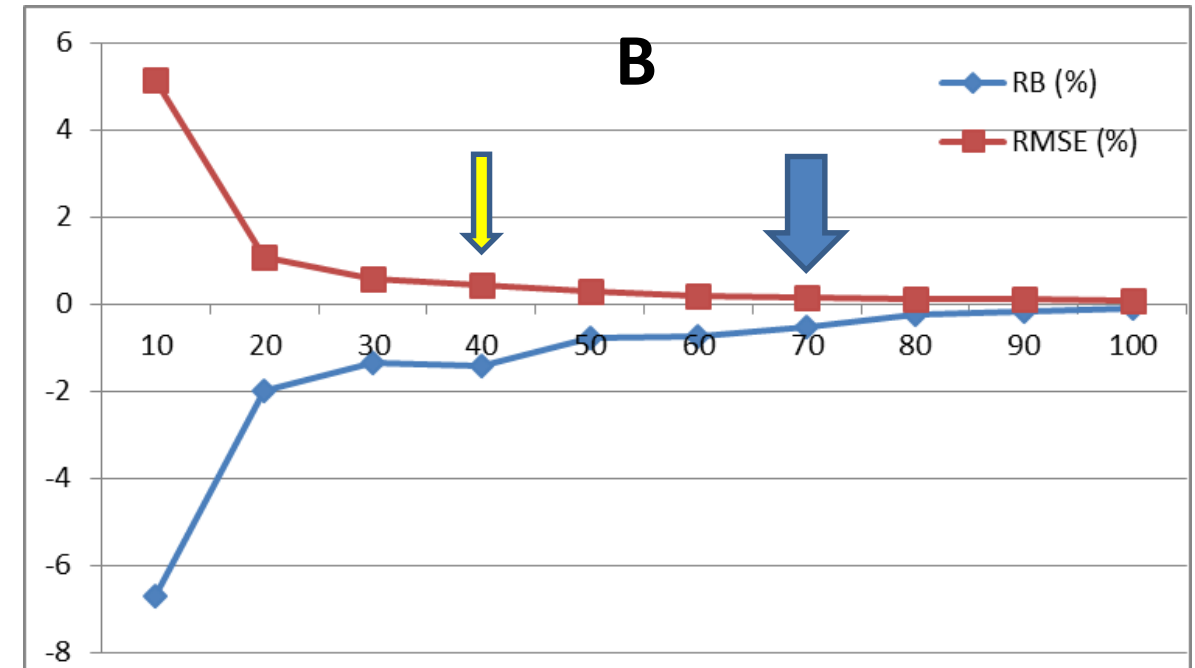
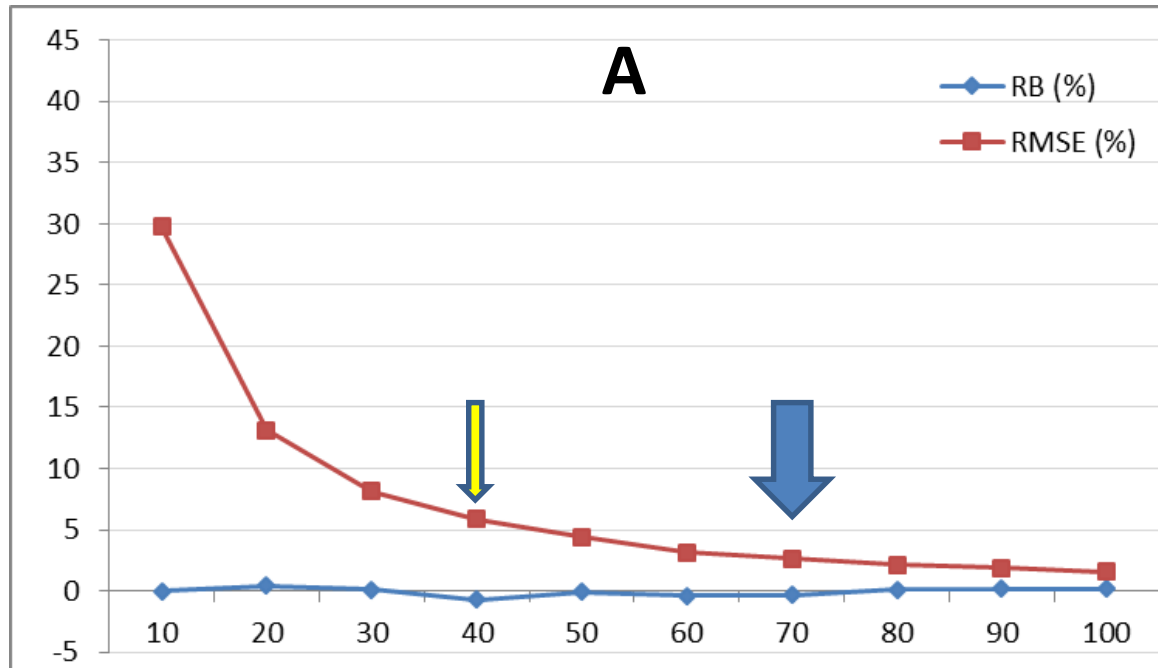
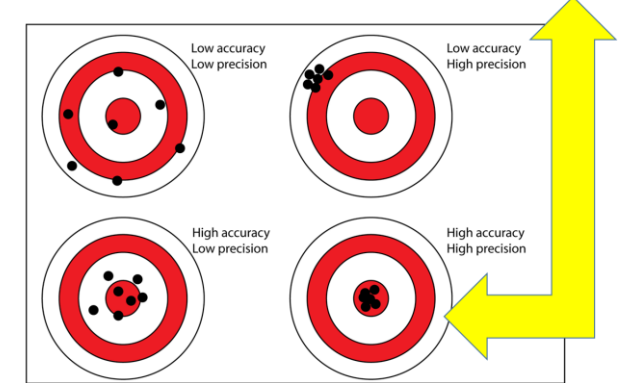


- **vinhas >40 anos**
- **muitas vinhas (min. 20/região)**
- **poucas plantas de cada casta por vinha, afastadas**
- **vinhas não relacionadas (pela geografia, pela propriedade, pelo fornecedor de garfos...)**
- **são eliminadas as plantas com sintomas de vírus e de fungos do lenho; nas plantas marcadas são colhidas amostras para diagnóstico do vírus do enrolamento tipo 3 (vírus com maior frequência de ocorrência em Portugal)**
- **Dimensão da amostra ?**

Dimensão da amostra:

no mínimo 40, idealmente 70 genótipos em cada região onde a casta é cultivada

O objectivo é obter uma amostra que represente a variabilidade genética intravarietal com exatidão e precisão



Viés relativo (RB) e Erro quadrático médio relativo (EQMR) das estimativas da variância genotípica (A) e da heritabilidade em sentido lato (B) do rendimento, exemplo da casta Viosinho.

Exemplo: prospeção do casta Bastardo

Região	Número de pés mães
Douro	72
Dão	378
Pinhel	98
Jura (França)	77



Diagnóstico sanitário (vírus)

PROSPEÇÃO → **CONSERVAÇÃO**

**A conservação da variabilidade intravarietal
tem duas variantes:**

- 1)** a metodologia que tem por **objetivo único imediato a conservação** (por exemplo, conservação em vasos)
- 2)** a metodologia que tem **duplo objetivo, o da conservação e o da avaliação, isto é, seleção** (ensaios de campo)

(1) Conservação da variabilidade genética *INTRAVARIETAL* em vasos na *PORVID*: para responder aos desafios futuros da viticultura

- **Fundamental para constituição das amostras representativas da variabilidade intravarietal de todas as castas autóctones**
- **No futuro será sempre uma conservação redundante**



2) Conservação da variabilidade genética *INTRAVARIETAL* e avaliação em ensaios de campo:
para responder aos desafios atuais e futuros da viticultura

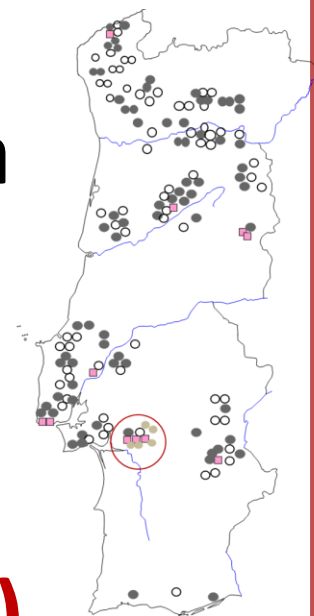


**Quantificação da
variabilidade genética
intravarietal**

e

Seleção

(63 castas em seleção)



63 castas em seleção (isto é, com ensaios de campo instalados)

Alfrocheiro	Azal	Códega do Larinho	Loureiro	Rabo de Ovelha	Tinta Miúda	Vinhão
Alicante Bouschet	Baga	Dona Maria	Malvasia	Ramisco	Tinta Negra	Viosinho
Alvarelhão	Bastardo	Encruzado	Malvasia Fina	Ratinho	Tinto Cão	Vital
Alvarinho	Batoca	Espadeiro	Moreto	Rufete	Touriga Fêmea	
Amaral	Bical	Fernão Pires	Moscatel Galego	Sercial	Touriga Franca	
Antão Vaz	Borraçal	Fonte Cal	Moscatel Galego Roxo	Síria	Touriga Nacional	
Aragonez	Camarate	Gouveio	Moscatel Graúdo	Terrantez do Pico	Trajadura	
Arinto	Castelão	Grenache	Negra Mole	Tinta Barroca	Trincadeira	
Arinto dos Açores	Cerceal Branco	Jaen	Padeiro	Tinta Caiada	Uva Cão	
Avesso	Cercial	Jampal	Rabigato	Tinta Francisca	Verdelho	

1ª fase: Amostragem da variabilidade intravarietal em vinhas velhas de diferentes regiões

Diagnóstico de vírus de elevada frequência de ocorrência

Conservação da variabilidade genética intravarietal em vasos

2ª fase: Primeiro grande ensaio de campo (população experimental de clones, POP), ±100-400 clones

- Delineamento experimental: 4-6 repetições × 3-4 plantas por parcela, preferencialmente do tipo blocos incompletos (alfa e linha-coluna).
- Ajustamento de modelos mistos aos dados de rendimento e de características de qualidade do mosto: estimação de componentes de variância e da heritabilidade em sentido lato; obtenção dos melhores preditores empíricos lineares não enviesados ((EBLUPs) dos efeitos genotípicos para as várias características avaliadas e previsão do ganho genético de selecção.
- Diagnóstico de vírus de alta frequência de ocorrência nos clones candidatos a selecção.

Seleccção intermédia de 30 – 40 clones

Seleccção massal genotípica (policlonal), um ou mais pacotes de 7-20 clones

3ª fase: Ensaios de comparação clonal multiregionais (CCClO)

- Delineamento experimental: 8 repetições × 7 plantas por parcela, preferencialmente do tipo blocos incompletos (alfa e linha-coluna).
- Avaliações de rendimento e de características de qualidade do mosto, vigor, afinidade clone×porta-enxerto, microvinificações e outras.
- Avaliação da interacção genótipo×ambiente (G×E)
- Diagnóstico de vírus constantes da legislação de selecção e de fungos do lenho.

Seleccção de 7 clones individuais

FASE 2: POPULAÇÃO EXPERIMENTAL DE CLONES (POP) (100-400)

□ OBJECTIVOS

- (1) Conservação/guarda da variabilidade genética intravarietal no campo**
- (2) Quantificação da variabilidade genética intravarietal**
- (3) SELEÇÃO COM GANHOS ELEVADOS E PREVISÍVEIS: seleção policlonal)**

FASE 2: POPULAÇÃO EXPERIMENTAL DE CLONES (POP)

- ❑ É o primeiro ensaio de seleção, onde se encontra representada a variabilidade genética da casta. Por isso, trata-se de um ensaio:
 - com elevado número de clones (100 - 400)
 - que ocupa uma grande área (1-2ha)
- que necessita de um delineamento experimental adequado ao controlo da heterogeneidade espacial (preferencialmente delineamentos pertencentes à classe dos delineamentos em blocos incompletos: delineamentos alfa, delineamentos linha-coluna)



FASE 2: POPULAÇÃO EXPERIMENTAL DE CLONES (POP)

Exemplo

ARINTO, POP-PEGÕES, 165 CLONES X 6 REPETIÇÕES X 3 PLANTAS
 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL: ROW-COLUMN, LATINIZED BY COLUMN (3,0,2) (v=165, K=11, S=15, r=6)

60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46
74	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
73	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
72	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
71	4106	41303	41302	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	4106
70	2621	2574	3810	2581	2019	3905	4107	0508	10504	2423	10207	1550	1410	4104
69	3001	2573	2521	12501	3809	11309	1116	11602	2651	3702	0223	41303	11301	40506
68	12401	1170	2531	8202	12609	10503	2662	4101	3803	8204	11308	2561	41206	2603
67	11501	3910	12605	3103	10505	3020	2424	40709	12601	6701	3903	2652	41304	3806
66	8807	2572	40503	12604	7503	11205	1501	1510	3112	0459	2642	11502	3502	12608
65	11201	2701	10702	41204	2601	11902	3016	6116	2410	11905	11314	10501	12607	1515
64	2672	12610	6407	4110	3203	4103	0503	2691	41202	3901	3504	2671	3902	11310
63	10804	2562	2602	11002	3808	0498	11603	2613	0527	41207	1117	2571	3402	2692
62	40802	40510	2027	40105	41205	3305	3501	2512	40507	11304	41203	12304	11201	3205
61	2693	41305	12502	2641	10502	10312	2682	2425	2612	11601	11313	11202	2611	2404
60	3605	3804	2664	2631	11305	2661	40509	3204	1632	10305	2681	3807	11306	2511
59	3901	2691	11603	2701	12608	3810	2511	2602	11203	1410	10505	2410	2693	40709
58	3105	1117	2641	41304	2027	1515	2572	3404	2652	3112	0508	11309	41202	12609
57	11602	1632	2681	10702	11301	2425	41205	2423	8807	3205	3502	12607	3808	8202
56	40506	2581	3203	3803	2642	3902	2531	11313	2521	3020	41201	40502	0459	3804
55	3016	11502	12601	2613	41207	3807	0498	2603	2019	12501	2403	12502	40105	11501
54	7503	11205	41206	4104	6116	3601	10501	2621	12610	4105	2631	2424	2561	41203
53	3305	2404	1510	3001	2574	0527	8204	11202	10207	0503	10503	11305	3910	11902
52	2504	11202	2598	2602	3605	40802	3903	11304	4101	2692	11302	2671	12605	52
51	2571	1501	3702	41303	3701	1170	2611	2573	3402	2664	3501	2512	2661	6701
50	11308	11905	11303	3812	2662	1116	2672	11306	3806	10502	2562	11002	6407	10504
49	40507	3809	4103	10305	2612	3903	6118	3103	41204	10804	2692	41305	4107	40503
48	2021	3812	0459	2691	12601	12610	12604	10312	3810	40506	3605	40509	2701	2424
47	221	2671	3905	3806	2611	11502	3701	10305	41201	40105	2602	8807	4101	2641
46	661	11313	3501	3502	40502	3205	3001	2561	8202	40709	1510	40507	0498	2019
45	512	4107	0527	2531	11304	3016	12605	2403	10502	3601	41202	2511	1550	1117
44	101	3402	12609	3702	40503	3504	41305	1515	3910	10702	11201	6407	2631	41207
43	3501	110	2652	10804	2621	12502	10503	2681	11310	2572	2601	11301	3903	10501
42	3901	11309	12501	11202	11308	2403	2674	11601	1501	3804	2613	1632	40802	2672
41	601	3112	12607	11314	12304	0508	41203	11002	4103	3203	11203	1170	2682	11602
40	420	6116	6118	40510	2404	2693	1410	2664	2571	11306	1116	11303	2423	3803
39	682	2692	12608	2410	2562	6701	3807	3809	41304	12401	3305	2581	7503	3020
38	804	41205	3204	3105	0503	41206	11905	11501	2642	2612	4104	11902	2521	2573
37	101	11307	11302	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46

Cada cor, retângulo com 11 linhas e 15 colunas é uma repetição resolúvel (bloco completo)

Em cada repetição, a homogeneidade tem que estar garantida na linha e na coluna (blocos incompletos na linha e blocos incompletos na coluna)

ARINTO, POP-PEGÕES, 165 CLONES X 6 REPETIÇÕES X 3 PLANTAS+3 CLONES GERMOPLASMA
 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL: ROW-COLUMN, LATINIZED BY COLUMN (3,0,2) (v=165, K=11, S=15, r=6)
 LADO E (Este)

60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46
36	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
35	11307	4106	11302	b	b	b	b	b	b	b	b	4106	11302	11307
34	41205	3905	41204	40709	41202	40509	3903	41207	41303	41201	2664	11308	2404	3103
33	2681	2572	41304	2573	2613	2423	40502	2693	2410	12605	40507	4105	2671	4103
32	3810	3001	3504	3112	11305	2612	2561	2601	11303	12610	2692	2531	12604	1632
31	3016	2641	2574	2631	10501	2512	12608	3812	3902	12607	2621	2651	12401	6407
30	2562	2662	2425	11310	1410	2403	11902	41203	40105	11313	8204	2652	2701	3105
29	11205	12502	11309	3808	2603	8202	40510	0503	3605	3702	3203	2581	0527	0223
28	3803	1515	2602	10207	6701	11314	10502	40506	40503	1501	3204	4107	11301	40802
27	8807	10505	11905	12304	3501	3402	3901	1550	10503	4101	3910	11306	3404	4104
26	11202	2691	7503	6118	2642	3807	11201	1170	3205	10504	2424	11501	11603	2611
25	12501	2571	12601	10305	2521	2672	0508	3502	1117	3305	11203	41305	2661	6116
24	3701	11304	10804	1116	10312	3020	10702	11002	11601	2511	11502	1510	2019	12609
23	2424	40503	2651	11905	2601	2571	41205	40802	11203	0527	3806	1410	2572	2603
22	11301	2692	4104	1170	0459	2019	12605	11308	2512	10312	2641	2410	41201	3504
21	10503	11002	40709	3105	11309	2531	2701	2423	10501	41207	11201	2682	3204	8807
20	4105	40509	2693	3803	3103	1501	3501	12502	11501	11310	6116	2574	3402	3305
19	41202	4101	3807	2621	10702	0223	4103	3809	2027	11303	6701	40506	11202	2631
18	10305	2573	4110	0498	2404	3605	11502	11603	3702	0508	3810	6407	41203	40502
17	40510	3901	1117	1510	2662	12501	1515	41204	41304	3804	3808	12304	11305	2612
16	2672	2652	10502	40105	3902	3812	11602	2511	3905	7503	0503	3404	12601	2664
15	1550	2642	8204	10505	12610	2425	11306	3701	1632	11314	12401	11205	3205	4107
14	12609	2661	12607	2671	40507	41206	10207	3112	2562	3001	2403	3903	2581	11601
13	11313	3601	2521	12608	2681	11902	10804	3910	12604	2611	41303	8202	1116	2691
12	3402	6118	2027	12401	3804	11601	2651	4101	2681	2691	11002	12601	3001	11902
11	2631	1501	2603	3910	3205	0527	2662	41305	2581	10305	10501	2671	11308	3810
10	3404	3902	2611	41203	2561	2572	3305	3803	2425	2423	3605	12501	10804	2692
9	2531	2621	3020	41205	40506	3701	2613	1116	2661	40503	40510	2693	12607	7503
8	0503	0508	2410	1515	8807	11313	12609	3103	0498	0223	3807	2512	11203	11306
7	40507	4107	3204	2602	41304	11602	11310	2403	2424	1170	2404	10702	11205	3702
6	10504	41207	12610	40502	12605	6407	11202	2571	4104	3501	3112	3809	40105	2672
5	41303	3806	1510	1632	11603	41204	3601	3504	1410	10502	0459	10503	40509	12502
4	12608	11305	3808	2682	8204	11501	2664	11301	11304	41206	4103	3105	1550	1117
3	40802	2701	3903	11303	3905	3502	2019	4110	2612	11309	3016	2642	6701	12304
2	10312	8202	3812	2652	6116	11201	11905	3203	41201	12604	10505	10207	2573	41202
1	11302	11307	4106	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46

FASE 2: POPULAÇÃO EXPERIMENTAL DE CLONES (POP)

	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	
74	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	74
73	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	73
72	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	72
71	4106	11302	11307	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	4106	11307	11302
70	2621	2574	3810	2581	2019	3905	4107	0508	10504	2423	10207	1550	1410	4104	3601	70
69	3001	2573	2521	12501	3809	11309	1116	11602	2651	3702	0223	41303	11301	40506	6118	69
68	12401	1170	2531	8202	12609	10503	2662	4101	3803	8204	11308	2561	41206	2603	40502	68
67	11501	3910	12605	3103	10505	3020	2424	40709	12601	6701	3903	2652	41304	3806	11303	67
66	8807	2572	40503	12604	7503	11205	1501	1510	3112	0459	2642	11502	3502	12608	2403	66
65	41201	2701	10702	41204	2601	11902	3016	6116	2410	11905	11314	10501	12607	1515	3404	65
64	2672	12610	6407	4110	3203	4103	0503	2691	41202	3901	3504	2671	3902	11310	3701	64
63	10804	2562	2602	11002	3808	0498	11603	2613	0527	41207	1117	2571	3402	2692	4105	63
62	40802	40510	2027	40105	41205	3305	3501	2512	40507	11304	41203	12304	11201	3205	3812	62
61	2693	41305	12502	2641	10502	10312	2682	2425	2612	11601	11313	11202	2611	2404	11203	61
60	3605	3804	2664	2631	11305	2661	40509	3204	1632	10305	2681	3807	11306	2511	3105	60

Cada quadrado é uma unidade experimental (1 clone), composta por 3 plantas.



FASE 2: POPULAÇÃO EXPERIMENTAL DE CLONES (POP)

□ **Que avaliações?** agronômica e enologicamente importantes, mas suficientemente expeditas, ainda que rigorosas, para poderem realizar-se em ensaios de muito grande dimensão.

O que é habitual: rendimento, peso do bago, características de qualidade do mosto (grau brix, acidez total, pH, antocianas, fenóis totais), mas outras serão consideradas à medida que surgirem métodos para a respetiva avaliação (tolerância aos stresses abióticos e bióticos).

□ **Após a obtenção dos dados**

Os modelos de análise (modelos mistos): obtenção das estimativas das componentes de variância, heritabilidade em sentido lato, dos melhores preditores empíricos lineares não enviesados dos efeitos genotípicos e previsão do ganho genético. **[aula teórico-prática, exercícios 1 e 2]**

**FASE 2:
POPULAÇÃO
EXPERIMENTAL
DE CLONES (POP)**



Casta	CV _G	Casta	CV _G	Casta	CV _G
Seara Nova	6.9	Cercial do Douro	20.1	Negra Mole	38.9
Jaen	7.2	Espadeiro	20.5	Rabo de Ovelha	40.2
Avesso	9.6	Antão Vaz	20.8	Sercial	42.9
Bical	12.6	Alvarinho	22.2		
Fonte Cal	13	Moscatel Galego	22.2		
Encruzado	13.3	Bastardo	22.4		
Touriga Franca	13.8	Moscatel de Setúbal	23.7		
Alfrocheiro	14	Touriga Nacional	24.4		
Ratinho	14.9	Malvasia de Colares	24.5		
Castelão	15	Amaral	24.6		
Cercial	15	Viosinho	25.5		
Tinto Cão	15.3	Fernão Pires	26.5		
Azal Branco	15.5	Baga	28.2		
Trajadura	15.8	Loureiro	29.5		
Vinhão	16.4	Tinta Caiada	29.8		
Borraçal	16.7	Tinta Múda	29.9		
Dona Maria	16.8	Rabigato	30.7		
Ramisco	16.8	Rufete	30.8		
Trincadeira Preta	17	Vital	30.9		
Camarate	17.6	Síria	32.2		
Tinta Barroca	17.6	Arinto	32.9		
Aragonez	17.9	Tinta Francisca	33.2		
Alvarelhão	18.4	Malvasia Fina	34.4		
Jampal	19.4	Molar	37.8		



- Estudar a variabilidade genética da característica na população,

$$CV_G(\%) = \frac{\hat{\sigma}_g}{\text{média geral}} \times 100$$

**Quantificação da
variabilidade
genética
intravarietal**

Ex.: rendimento

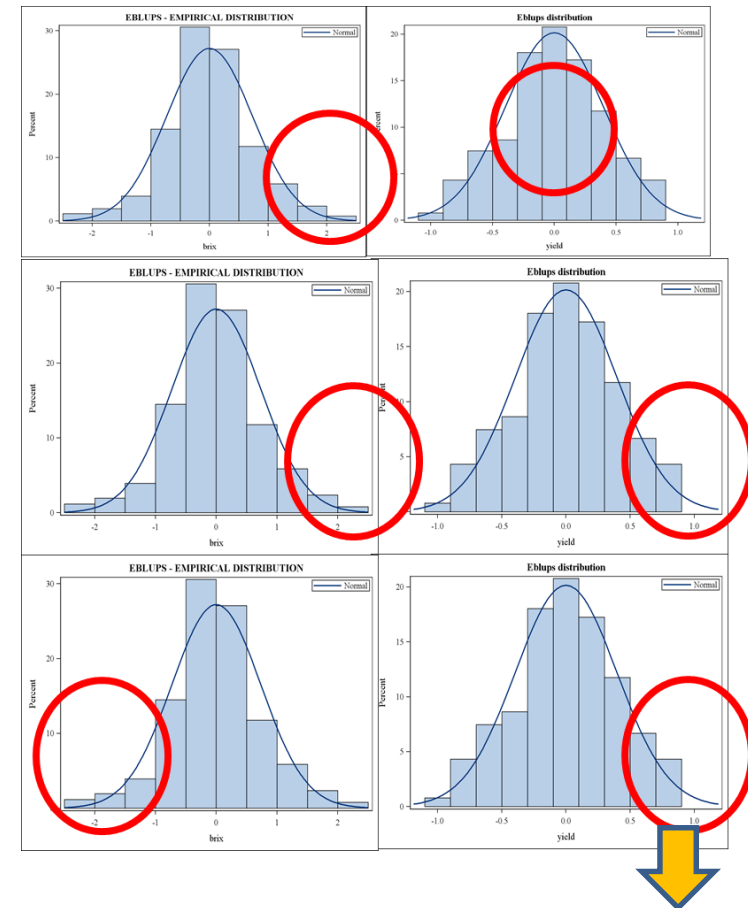
Quantificação da variabilidade genética intravarietal das subpopulações de uma casta

Exemplo

Variedade	Região	No. genótipos	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}_g^2$	CVG(%)
Trincadeira	Alentejo	55	1.058	0.025	14.9
	Oeste	61	0.961	0.030	18.0
	Dão	87	1.083	0.020	13.1
	Pinhel	43	0.984	0.013	11.6
Síria	Algarve	78	2.031	0.217	23.0
	Alentejo	49	2.184	0.060	11.2
	Pinhel	83	1.683	0.291	32.0

Material selecionado policlonal (seleção policlonal)

- Obtenção rápida (5-6 anos após a instalação do ensaio).
- Conjunto de genótipos (mínimo 7; mais comum 12; geralmente máximo de 20 clones), selecionado com uma metodologia de base genética/estatística.
- Resulta do controlo rigoroso da variabilidade aleatória e da exploração da variabilidade genética intravarietal.
- Permite ganhos elevados e previsíveis no acto da seleção.
- Flexibilidade dos critérios de seleção (podem existir vários tipos de material policlonal).
- É ambientalmente estável (pouco sensível à interacção genótipo X ambiente).



Ganho genético de seleção (R). A parte da diferença entre a média do grupo selecionado e a média geral da população devida a causas genéticas e, por isso, transmissível à descendência [\[aula teórico-prática\]](#)

Alguns exemplos de seleções policlonais

SELECÇÃO COM GANHOS ELEVADOS E PREVISÍVEIS: SELECÇÃO MASSAL GENOTÍPICA

Ex.: ganhos genéticos de rendimento do material policlona

 $R = S \times h_g^2$, mod. clássicos ou R =média dos EBLUPs dos efeitos genotípicos dos genótipos selecionados

Casta	Ganhos Genéticos previstos	Casta	Ganhos Genéticos previstos
Alfrocheiro	16,7%	Malvasia	15,3%
Alvarelhão	12,7%	Malvasia Fina	32,2%
Alvarinho	21,5%	Moscatel Graúdo	17,3%
Amaral	24,0%	Moscatel-Galego-Branco	32,1%
Antão Vaz	31,9%	Negra Mole	46,0%
Aragonez	20,3%	Rabigato	30,3%
Arinto	15,6%	Rabo de Ovelha	25,0%
Avesso	9,4%	Ramisco	11,8%
Azal Branco	20,2%	Ratinho	14,0%
Baga	17,6%	Rufete	42,1%
Bastardo	30,4%	Sercial	91,4%
Bical	19,3%	Síria	29,0%
Borraçal	16,9%	Tinta Barroca	11,6%
Camarate	17,6%	Tinta Caiada	40,5%
Castelão	14,0%	Tinta Francisca	31,9%
Cercial-Branco	16,6%	Tinta Miúda	30,9%
Dona Maria	22,9%	Tinto Cão	11,6%
Encruzado	10,3%	Touriga Franca	1,6%
Espadeiro	10,8%	Touriga Nacional	34,4%
Fernão Pires	17,6%	Trajadura	43,1%
Fonte Cal	14,0%	Trincadeira	13,8%
Jaen	5,9%	Vinhão	17,8%
Jampal	26,7%	Viosinho	30,9%
Loureiro	38,7%	Vital	33,7%

FASE 2: POPULAÇÃO EXPERIMENTAL DE CLONES (POP)**Quantificação da variabilidade genética intravarietal (CV_G) do rendimento e previsão do ganho genético (%)**

ao selecionar um grupo de 15 clones superiores, ignorando as restantes características

Variedade	CV_G (%)	H^2	Ganho	95% de confiança
Alvarinho	23.4	0.717	41.3%	]35.0%; 47.6%[
Antão Vaz	20.9	0.777	32.5%	]27.5%; 37.5%[
Aragonez	20.1	0.626	29.8%	]23.6%; 36.1%[
Arinto	25.3	0.802	40.2%	]34.5%; 45.9%[
Fernão Pires	17.5	0.525	23.0%	]16.7%; 29.3%[
Rabo de Ovelha	32.3	0.776	50.6%	]42.9%; 58.4%[
Síria	24.6	0.778	34.7%	]28.8%; 40.5%[
Tinta Caiada	27.7	0.719	41.9%	]34.4%; 49.4%[
Tinta Miúda	30.1	0.956	38.7%	]35.0%; 42.3%[
Touriga Nacional	22.3	0.831	31.0%	]26.4%; 35.7%[
Viosinho	25.6	0.816	36.5%	]31.0%; 42.1%[

Quantificação da variabilidade genética intravarietal (CV_G)
do álcool provável
e previsão do respectivo ganho genético de seleção (%)
ao selecionar um grupo de 15 clones superiores, ignorando as
restantes características

Variedade	CV_G (%)	H^2	Ganho	95% de confiança
Alvarinho	6.3	0.744	8.5%	]6.9%; 10.1%[
Aragonez	3.6	0.658	6.2%	]5.1%; 7.2%[
Arinto	8.0	0.890	11.8%	]10.5%;13.2%[
Rabo de Ovelha	6.5	0.557	8.2%	]6.0%; 10.4%[
Síria	6.7	0.763	8.8%	]7.2%;10.5%[
Tinta Miúda	3.5	0.714	3.8%	]2.8%; 4.8%[
Touriga Nacional	4.9	0.744	7.5%	]6.2%; 8.7%[

Quantificação da variabilidade genética intravarietal (CV_G)
da **acidez total** do mosto
e previsão do respectivo ganho genético de seleção (%)
ao selecionar um grupo de 15 clones superiores, ignorando as
restantes características

Variedade	CV_G (%)	H^2	Ganho	95% de confiança
Alvarinho	4.3	0.440	4.6%	]3.0%; 6.3%[
Aragonez	2.5	0.315	3.1%	]2.0%; 4.1%[
Arinto	12.3	0.746	25.1%	]22.0%; 28.3%[
Rabo de Ovelha	4.9	0.581	7.2%	]5.6%; 8.8%[
Síria	5.8	0.671	6.4%	]4.7%; 8.1%[
Touriga Nacional	4.3	0.564	5.6%	]4.2%; 7.0%[

Quantificação da variabilidade genética intravarietal (CV_G)
das **antocianas**
e previsão do respectivo ganho genético de seleção (%)
ao selecionar um grupo de 15 clones superiores, ignorando as restantes
características

Variety	CV_G (%)	H^2	Ganho	95% de confiança
Aragonez	9.4	0.428	12.8%	]9.2%; 16.4%[
Tinta Miúda	7.1	0.310	5.0%	]2.0%; 8.0%[
Touriga Nacional	5.2	0.496	6.1%	]4.2%; 7.9%[

Exemplo: Baga **Previsão do ganho genético (%)**
ao selecionar um grupo de 15 clones superiores para uma
característica, ignorando as restantes

Característica	Ganho	95% de confiança
Rendimento	22,4%	] 17,5% ; 27,3% [

Característica	Ganho	95% de confiança
Grau álcool prov.	5,9%	] 4,4% ; 7,3% [

Característica	Ganho	95% de confiança
Acidez	4,2%	] 2,9% ; 5,5% [

Exemplo: Baga**OUTRAS OPÇÕES**

Exemplo: selecionar um grupo de 12 clones superiores, dando prioridade à acidez e mantendo o rendimento médio

Característica	Ganho genético (%)	95% de confiança
Acidez	4,50%	] 3,06% ; 5,94% [
Grau álcool prov.	-4,50%	] -6,10% ; -2,90% [
Rendimento	3,90%	] -1,60% ; 9,40% [

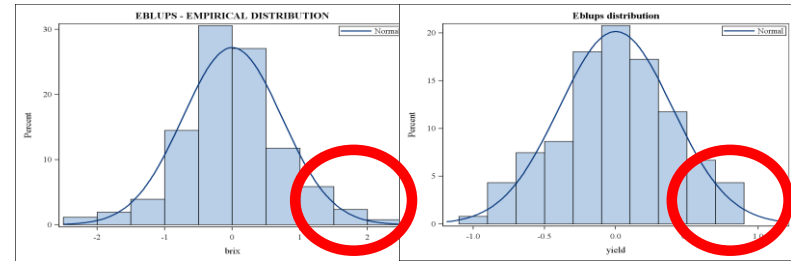
Exemplo: selecionar um grupo de 10 clones superiores, dando prioridade ao rendimento e mantendo grau álcool e acidez

Característica	Ganho genético (%)	95% de confiança
Rendimento	16,10%	] 10.07% ; 22.13% [
Grau álcool prov.	1,40%	] -0.35% ; 3.15% [
Acidez	1,60%	] 0.02% ; 3.18% [



Exemplo: Arinto

**Seleção para duas características
rendimento e grau brix**



No. clones	Ganho genético previsto (%)
29	29.5% (rendimento) 8.5% (°Brix)

Em resumo:

O material policlonal resulta da exploração da variabilidade genética intravarietal

- A variabilidade genética intravarietal é a matéria-prima disponível para realizar a seleção no sentido dos atuais e dos futuros interesses da viticultura, e com elevados ganhos genéticos (e económicos).**

□ Em Julho foi de 2019 foi aprovada Resolução da OIV sobre a metodologia de seleção policlonal

OIV PROCESS FOR THE RECOVERY AND CONSERVATION OF THE INTRAVARIETAL DIVERSITY AND THE POLYCLONAL SELECTION OF THE VINE IN GRAPE VARIETIES WITH WIDE GENETIC VARIABILITY



RESOLUTION OIV-VITI 564B-2019

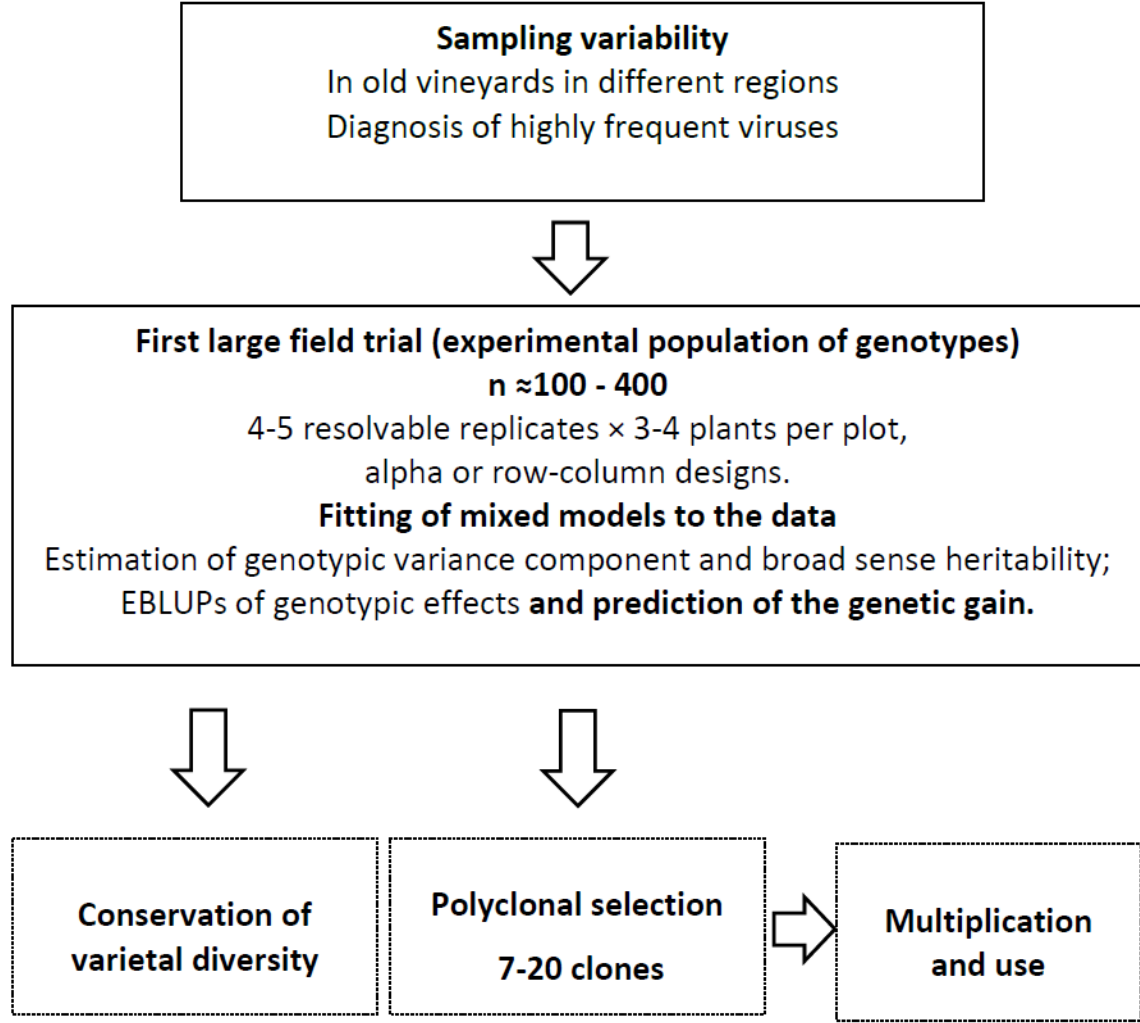
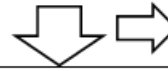


Figure 2 - Methodology of grapevine polyclonal selection and diversity conservation

Mais ainda pode existir material clonal...

1ª fase: Amostragem da variabilidade intravarietal em vinhas velhas de diferentes regiões

Diagnóstico de vírus de elevada frequência de ocorrência



Conservação da variabilidade genética intravarietal em vasos

2ª fase: Primeiro grande ensaio de campo (população experimental de clones, POP), ±100-400 clones

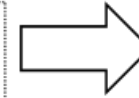
- Delineamento experimental: 4-6 repetições × 3-4 plantas por parcela, preferencialmente do tipo blocos incompletos (alfa e linha-coluna).
- Ajustamento de modelos mistos aos dados de rendimento e de características de qualidade do mosto: estimação de componentes de variância e da heritabilidade em sentido lato; obtenção dos melhores preditores empíricos lineares não enviesados ((EBLUPs) dos efeitos genotípicos para as várias características avaliadas e previsão do ganho genético de selecção.
- Diagnóstico de vírus de alta frequência de ocorrência nos clones candidatos a selecção.



Seleccção intermédia de 30 – 40 clones



Seleccção massal genotípica (policlonal), um ou mais pacotes de 7-20 clones

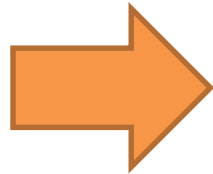


3ª fase: Ensaio de comparação clonal multiregionais (CCClO)

- Delineamento experimental: 8 repetições × 7 plantas por parcela, preferencialmente do tipo blocos incompletos (alfa e linha-coluna).
- Avaliações de rendimento e de características de qualidade do mosto, vigor, afinidade clone×porta-enxerto, microvinificações e outras.
- Avaliação da interacção genótipo×ambiente (G×E)
- Diagnóstico de vírus constantes da legislação de selecção e de fungos do lenho.



Seleccção de 7 clones individuais



FASE 3: CAMPOS DE COMPARAÇÃO CLONAL REGIONAIS

- **OBJECTIVO: SELEÇÃO DE CLONES INDIVIDUAIS**
(preferencialmente, 7 clones)

- ❑ Os campos de comparação clonal são ensaios com 20-40 clones selecionados na POP.
- ❑ Deverá ser instalado pelo menos um destes ensaios em cada uma das principais regiões de cultura da casta. O objectivo é estudar a interacção genótipoXambiente (GxE).

O estudo da estabilidade ambiental (ou da interacção genótipoxambiente) deverá basear-se na plantação de vários ensaios em vários ambientes representativos, mas os ensaios com plantas perenes são de realização difícil e cara, pelo que na maioria dos casos são instalados 2-4 ensaios regionais. Esta fragilidade é compensada com a realização de avaliações repetidas, pelo menos, em 3-5 anos e com análises abrangendo também os dados dos mesmos 20-40 clones na grande população experimental do ciclo anterior.

FASE 3: CAMPOS DE COMPARAÇÃO CLONAL REGIONAIS

- **Delineamento experimental padrão:** 20-40 clones (selecção na POP) X 8-10 repetições X 7 plantas (em blocos completos casualizados, em bloco incompletos: delineamentos alfa, linha-coluna, etc.)
- **Nº de ensaios regionais:** o mais frequente 2-4 (teoricamente, quanto mais melhor)
- **Hierarquização das avaliações:**
 - iguais às da POP + avaliação da interacção GxE, **sobre todos clones do CCClo**
(A avaliação da estabilidade ambiental dos clones é um objectivo altamente sensível e ao qual dedicamos especial atenção)
 - **outras sobre clones pré-seleccionados:**
 - adaptação a p. enxertos,
 - vigor,
 - descrição morfológica (ou análise molecular),
 - vinhos experimentais (microvinificações),
 - diagnóstico de vírus constantes da legislação de certificação: vírus do urticado ou nó curto (GFLV), vírus do Mosaico do Arabis (ArMV), vírus do enrolamento foliar tipo 1 (GLRaV1), vírus do enrolamento foliar tipo 3 (GLRaV3),
 - diagnóstico de fungos do lenho.

FASE 3: CAMPOS DE COMPARAÇÃO CLONAL REGIONAIS

Exemplo: CCClo de Touriga Nacional, Nelas
RCBD, 40 CLONES X 8 BLOCOS X 6 PLANTAS

TOURIGA NACIONAL			Nelas (Quinta da Fata)										40 CLONES X 8 BLOCOS X --PLANTAS										enxertia: 2002																				
porta-exerto: 1103P			2.30mx1.10m										Bloco completo																														
Obs. de :	Data:	Nome:																																									
			UNIDADE EXPERIMENTAL, 6 PLANTAS																																								
11	04 25	09 06	09 06																																								
10			0906										0906																														
9			39324606240642311718090625204605										1026422046053829										41064124393251072520407120061610090652152401381138174605180741240425102639324602180717184606520338261625																				
8			39 46 24 42 17 09 25 46 24 10										42 46 38 24 41 41 39 51 25 40										20 16 09 52 24 38 38 46 18 41																				
7			32 06 06 31 18 06 20 05 21 26										20 05 29 21 06 24 32 07 20 71										06 10 06 15 01 11 17 05 07 24																				
6			51 41 17 32 41 46 24 41 40 38										32 31 52 34 45 42 41 38 17 04										25 17 40 24 38 24 52 16 17 32																				
5			07 04 12 32 24 02 01 06 71 11										32 13 15 22 02 17 04 17 18 25										20 18 58 21 29 06 03 25 12 32																				
4			38 52 34 42 16 11 52 46 42 20										18 10 24 40 16 34 46 38 52 46										10 04 46 34 45 51 42 42 46 38																				
3			17 03 12 17 25 01 15 04 20 06										08 26 01 58 25 12 06 11 03 04										26 25 02 12 02 07 31 17 06 26																				
2			31 34 18 04 38 38 45 16 40 18										16 38 09 17 46 24 18 11 42 20										46 41 34 42 18 40 31 11 41 39																				
1			13 22 07 25 26 29 02 10 58 08										10 26 06 12 02 06 07 01 31 06										04 06 22 20 08 71 13 01 04 32																				
			46 24 40 41 39 04 17 38 42 34										38 31 40 45 51 38 11 24 18 10										25 40 24 34 31 38 38 20 41 41																				
			04 01 71 04 32 25 18 29 31 12										11 13 71 02 07 17 01 01 08 26										20 58 06 22 13 26 17 06 06 04																				
			18 41 34 45 10 46 40 42 31 46										16 04 46 17 46 46 42 17 16 52										32 10 40 17 39 16 09 52 18 17																				
			08 24 22 02 26 06 58 20 13 05										25 25 06 12 02 05 31 18 10 15										32 26 71 12 32 10 06 03 08 18																				
			52 38 42 46 38 20 51 24 09 16										34 32 18 38 52 09 34 25 20 42										41 42 42 16 18 45 46 11 24 46																				
			15 11 17 02 17 06 07 06 06 25										22 32 07 29 03 06 12 20 06 20										24 17 31 25 07 02 04 01 21 02																				
			24 17 41 32 18 16 38 52 11 25										40 38 42 41 46 24 39 41 41 24										46 52 51 42 46 04 24 38 38 34																				
			21 12 06 32 07 10 26 03 01 20										58 26 17 04 04 06 32 06 24 21										05 15 07 20 06 25 01 11 29 12																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43

FASE 3: CAMPOS DE COMPARAÇÃO CLONAL REGIONAIS

A presença da interacção genótipo X ambiente (G×E) é um dos maiores problemas da selecção clonal

Os clones padecem da contrariedade de terem comportamentos diferentes e imprevisíveis nos diferentes ambientes onde são cultivados, independentemente do valor objectivo desses ambientes. Por isso, devem ser rigorosamente estudados quanto à maior ou menor estabilidade ambiental e essa estabilidade deve ser considerada como critério importante de selecção clonal.

INTERACÇÃO GENÓTIPO×AMBIENTE

$$P = \mu + G + E + G \times E + \xi$$

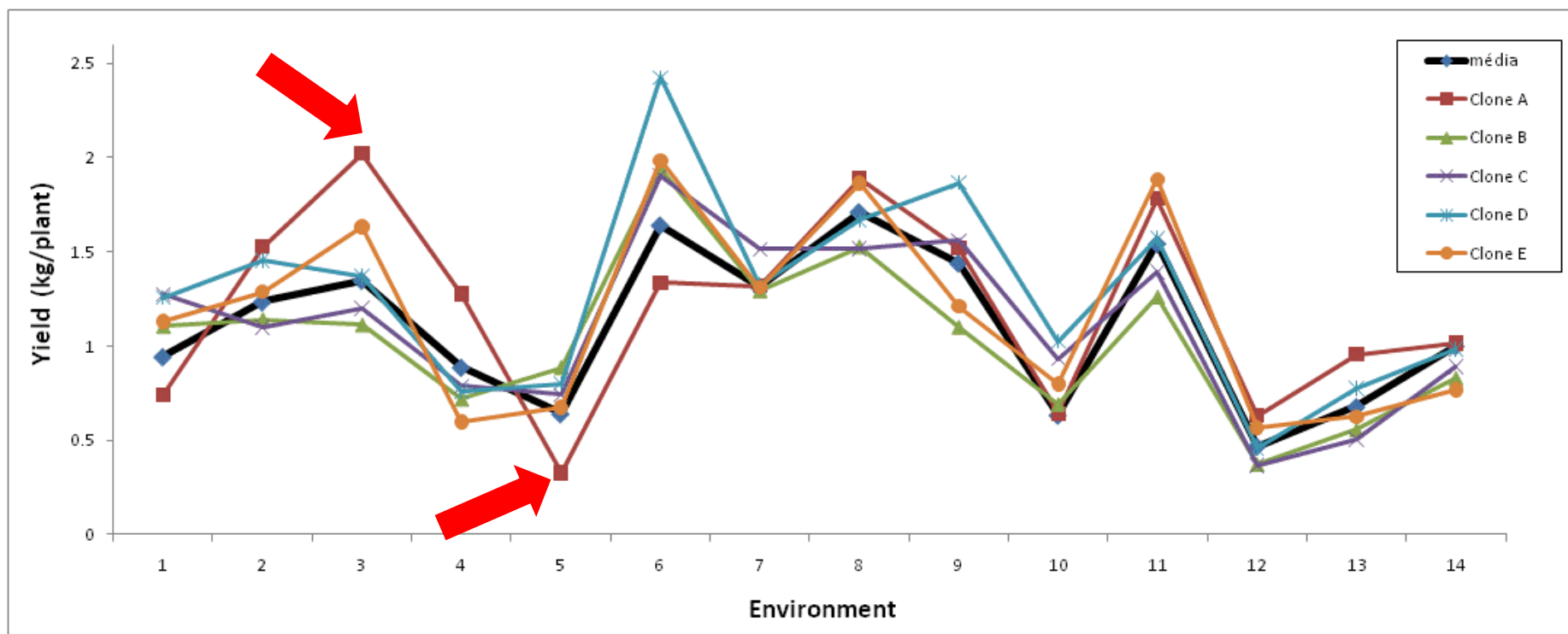
Diagram illustrating the components of the equation $P = \mu + G + E + G \times E + \xi$:

- P : Valor fenotípico
- μ : Efeito genotípico
- G : Efeito do ambiente
- E : Efeito da interacção G×E
- $G \times E$: Efeito da interacção G×E
- ξ : Erro aleatório

FASE 3: CAMPOS DE COMPARAÇÃO CLONAL REGIONAIS

Interação G×E

Alteração do comportamento do genótipo em consequência de mudanças de ambiente, mas alteração específica decorrente de cada combinação genótipo-ambiente, não paralela à alteração sofrida por outros genótipos sob análise face à mesma mudança ambiental.




FASE 3: CAMPOS DE COMPARAÇÃO CLONAL REGIONAIS

Métodos baseados na ordenação dos genótipos em diferentes ambientes

- Uma das abordagens mais intuitivas

Ordenação dos EBLUPs do rendimento de clones da casta Negra Mole



N. Mole		POP	CCClo	CCClo	POP	CCClo	CCClo	CCClo
Herit.(%)	52,4	72,8	80,2	62,1	71,3	58,8	56,5	
Méd.R.(Kg/pl)	1,07	1,13	1,7	1,99	2,69	3,15	3,69	
Ordem	Ensaio	Lg. 89	LI. 94	LI. 98	Lg. 90	LI. 97	LI. 95	LI. 96
1		1213	1211	1603	2013	1211	2013	2013
2		2013	2013	1211	0310	2013	1211	1603
3		1603	1603	2013	1707	1707	1603	2014
4		1006	1210	1709	1713	1603	1617	2017
5		1404	0305	1213	1211	2017	0305	0305
6		1707	1617	1621	1615	1704	1404	1211
7		0502	0307	2015	1617	1621	2015	0310
8		1617	1713	1713	0305	1213	1213	1404
9		0517	1404	1210	0307	0222	1709	2102
10		2001	1707	1404	1404	1210	1607	0517
11		1405	2001	1704	2014	2102	0506	0214
12		0223	1607	1707	0223	1617	0517	1621
13		0205	1213	1617	0205	2014	1210	0222
14		0310	0222	0214	2017	1709	0213	0213
15		0703	0310	1614	2001	1404	1621	1617
16		1709	2102	2102	1603	0307	0223	1704
17		0507	0710	0305	0710	1713	2017	0307
18		0714	0714	1607	1607	0310	0312	1614
19		0213	1405	1615	0506	0703	1713	0312
20		1615	0223	0213	0222	0214	0310	1607
21		0307	1704	0222	1006	0213	2014	1405
22		1211	1621	2017	0214	1615	0714	0710
23		1614	1709	0703	1203	0710	1704	0714
24		1621	0213	0714	0517	1607	1405	0223
25		1402	2017	0502	0312	0223	0307	2015
26		0710	2015	0310	1402	0517	0710	1213
27		1210	0214	0710	1210	2001	2102	1210
28		2102	1615	2001	1621	1614	0214	1713
29		2017	2014	2014	0714	0312	1707	1709
30		0312	0312	0517	2102	0305	1614	0703
31		0305	0517	0506	2015	0714	0703	1707
32		1704	0506	0205	1704	1006	0502	2001
33		1203	1006	0223	0507	0205	2001	1615
34		2015	1203	0307	1614	0502	0205	0502
35		0214	1614	1405	1709	1405	1615	0506
36		2014	0205	0507	0703	2015	0222	1402
37		1607	0507	1203	1405	1203	1006	1203
38		0222	0703	1006	0213	0506	0507	0507
39		0506	0502	1402	0502	0507	1203	63205
40		1713	1402	0312	1213	1402	1402	1006

Para estudar a interacção G×E, ajusta-se o modelo:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} + \beta(\gamma)_{jk} + e_{ijk}$$

\downarrow Valor fenotípico \downarrow Efeito do genótipo i \downarrow Efeito do ambiente j \downarrow Efeito da interacção do genótipo i com o ambiente j \downarrow Efeito do bloco k no ambiente j \downarrow Erro aleatório



- Normalmente o factor ambiente admite-se como de efeitos fixos e os factores genótipo, interacção, bloco em cada ambiente admitem-se de efeitos aleatórios.
- Após o ajustamento deste modelo é realizado o **testes aos efeitos efeitos da interacção**

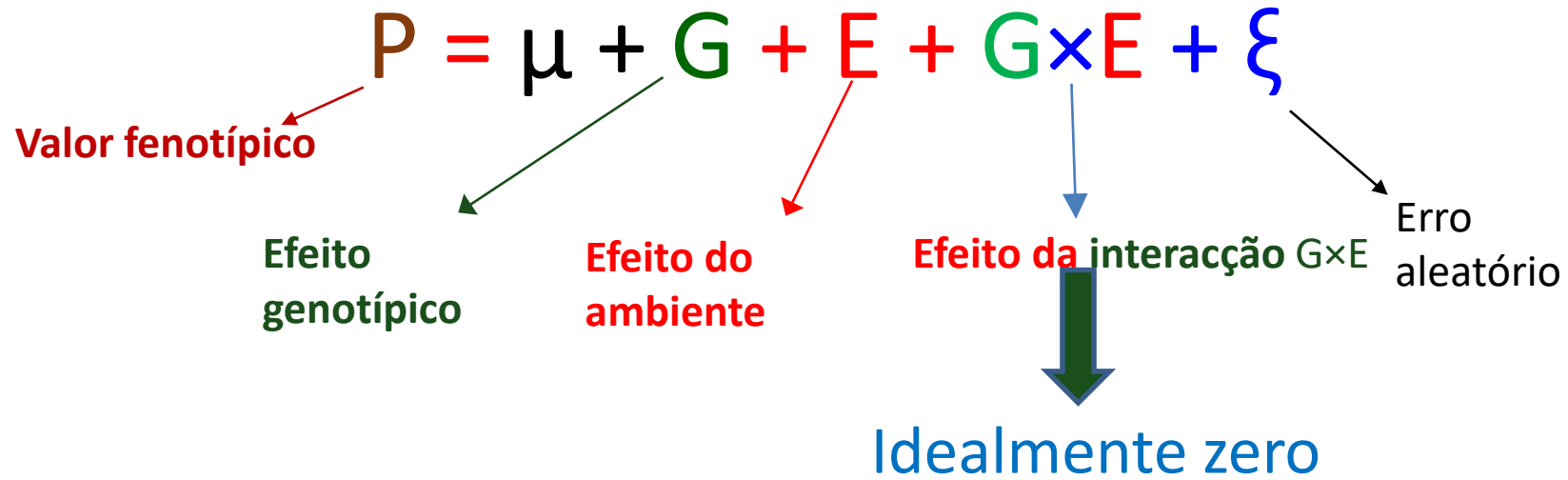
FASE 3: CAMPOS DE COMPARAÇÃO CLONAL REGIONAIS

Exemplo: quadro da análise de variância

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
ambiente	12	12812	1067.7	1378.290	< 2e-16 ***
clone	39	264	6.8	8.752	< 2e-16 ***
ambiente:clone	468	536	1.1	1.479	1.48e-09 ***
ambiente:bloco	91	714	7.8	10.129	< 2e-16 ***
Residuals	3549	2749	0.8		



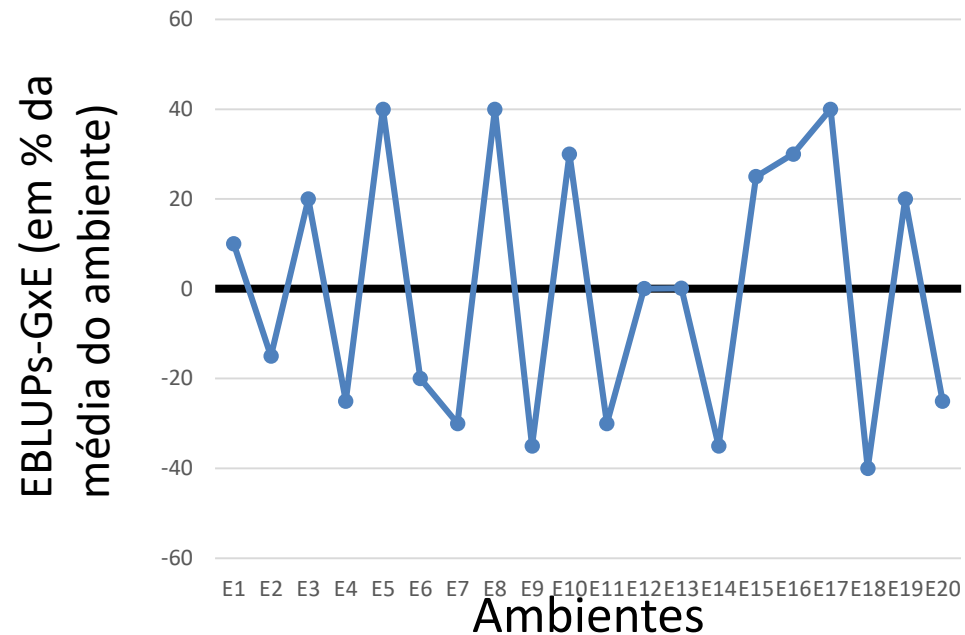
FASE 3: CAMPOS DE COMPARAÇÃO CLONAL REGIONAIS



FASE 3: CAMPOS DE COMPARAÇÃO CLONAL REGIONAIS

Um clone será tanto mais sensível à interação $G \times E$ quanto mais afastados de zero forem os preditores desses efeitos (os melhores preditores empíricos lineares não enviesados dos efeitos da interação $G \times E$, EBLUPs- $G \times E$).

- A linha azul representa um hipotético clone **altamente instável**.
- A linha preta representa um **clone idealmente estável**



Nesta análise dever-se-á ter em conta que a inferência para outros ambientes será tanto mais frágil quanto menor o número e diversidade de ambientes onde o clone foi estudado.

FASE 3: CAMPOS DE COMPARAÇÃO CLONAL REGIONAIS

EXEMPLO DA DESCRIÇÃO DOS CLONES DA CASTA ARAGONEZ

Ganho genético previsto	Clone 54	Clone 55	Clone 56	Clone 57	Clone 58	Clone 59	Clone 60	Grupo dos 7 clones
Rendimento (em % da média da POP, média= 2,1 kg/planta)	+16,6%	14,6%	+21,7%	+16%	+40,2%	+36,6%	+18%	+23,4%

OUTROS GANHOS GENÉTICOS PREVISTOS
(em relação aos 40 clones presentes nos CCclo; média de rendimento nos CCclo=3,3 kg/planta)

Ganho genético previsto	Clone 54	Clone 55	Clone 56	Clone 57	Clone 58	Clone 59	Clone 60	Grupo dos 7 clones
Grau álcool provável (em % da média nos CCclo, média=12,5)	+3,4%	+2,2%	+2,7%	+4,7%	+4,2%	+4,1%	+1,3%	+3,2%
Acidez total (em % da média nos CCclo, média= 4,0 g/dm ³ de ácido tartárico)	+1,5%	-3,1%	-1,7%	-2,3%	-1,0%	-2,8%	-3,5%	-1,8%
Peso do bago (em % da média nos CCclo, média= 1,8 g)	-2,1%	+1,6%	+2,0%	-3,7%	+0,2%	+1,0%	+0,8%	0%
Antocianas (em % da média nos CCclo, média=710,6 mg/l)	+17,9%	+14,1%	+10,5%	+13,5%	+10,8%	+9,9%	+7,4%	+12,0%
Índice de Folin (em % da média nos CCclo, média=34,9):	+10,4%	+11,6%	+5,2%	+6,9%	+5,8%	+8,4%	+3,0%	+7,3%

FASE 3: CAMPOS DE COMPARAÇÃO CLONAL REGIONAIS

EXEMPLO DA CASTA ARAGONEZ

INFORMAÇÃO SOBRE INTERACÇÃO GENÓTIPOXAMBIENTE

Avaliação da interação GxE em 13 ambientes

- E1, Estremoz1998 (1.182 kg/planta)
- E2, Tabuaço1998 (1.819 kg/planta)
- E3, Tabuaço1997 (2.027 kg/planta)
- E4, Estremoz1994 (2.056 kg/planta)
- E5, Tabuaço1993 (2.277 kg/planta)
- E6, Tabuaço1994 (2.378 kg/planta)
- E7, Estremoz1991 (2.679 kg/planta)
- E8, Estremoz1993 (4.088 kg/planta)
- E9, Estremoz1995 (4.720 kg/planta)
- E10, Tabuaço1996 (4.845 kg/planta)
- E11, Estremoz1999 (5.559 kg/planta)
- E12, Estremoz1997 (5.819 kg/planta)
- E13, Estremoz1996 (6.807 kg/planta)

Sensibilidade à interacção GxE

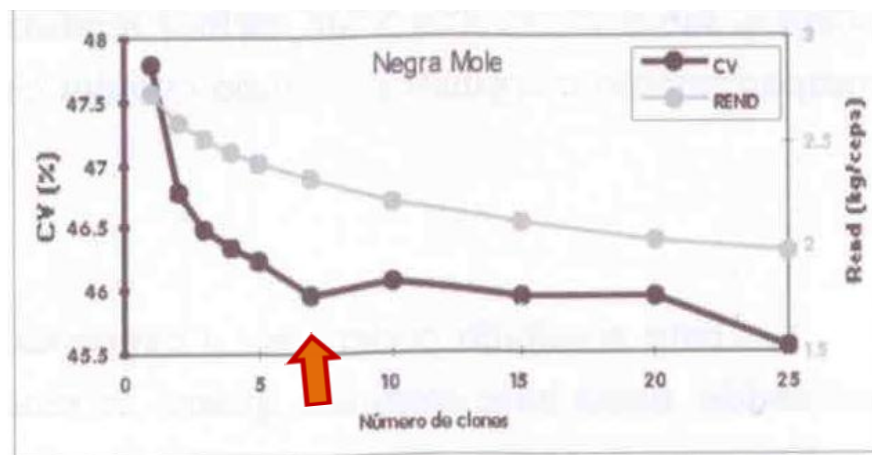


Como lidar com a interacção?

Da parte do selecionador

- **Selecionar clones menos sensíveis (o que implica a existência de ensaios em vários ambientes) e descrever convenientemente as características do material selecionado.** Porém, subsiste sempre um risco elevado de que o comportamento do clone noutras ambientes seja insatisfatório. Esse risco é atenuado mediante 2 estratégias complementares:

(1) **seleção de pelo menos 7 distintos clones** de cada casta, autorizando os viticultores a fugirem da cultura de um só clone



(2) **seleção de materiais policlonais (grupos de 7-20 clones)**, com um comportamento acentuadamente mais estável.

Como lidar com a interacção?

Da parte do técnico/viticultor

- **Ser exigente quando instala a sua vinha e ser o próprio a informar-se sobre as características do material selecionado que existe no mercado e solicitar esse mesmo material quando vai comprar as plantas a um viveirista, optando sempre por:**

(1) usar mistura de clones, 7

ou

(2) usar material policlonal

Em resumo, material clonal

Produto resultante de dois ciclos de seleção (fases 2 e 3 da metodologia de seleção)

- Clones individuais
- Obtenção após, aproximadamente, 15 anos da instalação do primeiro ensaio de seleção
- Material categoria *certificado*
- **É essencial ter informação sobre a sensibilidade do clone à interação genótipo X ambiente**

No final do processo de seleção clonal é submetido um dossier de homologação à DGAV, para análise por parte da Comissão Nacional para o Exame de Variedades de Videira (CNEVV)

**DOSSIER Antão Vaz,
PROPOSTA DE ADMISSÃO DE CLONES A CERTIFICAÇÃO:**

**CLONE: AN0123
CLONE: AN0134
CLONE: AN0166
CLONE: AN0185
CLONE: AN0245
CLONE: AN0250
CLONE: AN0512**

**REQUERENTE: ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA PARA A DIVERSIDADE DA VIDEIRA -
PORVID**

Trabalho realizado a nível nacional com a colaboração de numerosos organismos articulados nas Rede Nacional de Selecção da Videira e Associação Portuguesa para a Diversidade da Videira (PORVID)

LISBOA, 29/12/2015

A Comissão Nacional para o Exame de Variedades de Videira (CNEVV) representa os vários sectores da fileira vitivinícola nacional, nomeadamente as organizações representativas de viticultores, de vinicultores e de produtores de materiais vitícolas, e os serviços do Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas envolvidos, bem como os organismos competentes das Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira.

Decreto-Lei nº 194/2006 de 27-09-2006

FASE 3: CAMPOS DE COMPARAÇÃO CLONAL REGIONAIS

24 castas com clones selecionados, 150 clones (*material certificado*)



Alvarinho, 4
Aragonez, 7
Arinto, 5
Castelão, 5
Fernão Pires, 7
Jaen, 7
Loureiro, 5
Malvasia Fina, 7
Síria, 7
Touriga Nacional, 7
Trajadura, 5
Trincadeira, 6
Vinhão, 7

Alvarelhão, 7
Alfrocheiro, 7
Antão Vaz, 7
Baga, 7
Camarate, 7
Negra Mole, 7
Rabo de Ovelha, 7
Tinta Francisca, 2
Tinta Míuda, 7
Tinto Cão, 7
Touriga Franca, 7



CATÁLOGO DE CLONES SELECIONADOS
2018



O catálogo de
clones selecionados 2018
encontra-se disponível em

<https://tinyurl.com/y7498ppt>

**RELATIVAMENTE AOS CLONES DA PORVID,
A INFORMAÇÃO RELATIVA
AOS GANHOS GENÉTICOS DE SELEÇÃO
E À INTERAÇÃO G×E
CONSTAM DO CATÁLOGO**

(material certificado, 150 clones de 24 castas)

Informação disponível no catálogo dos clones referente ao **processo de seleção**

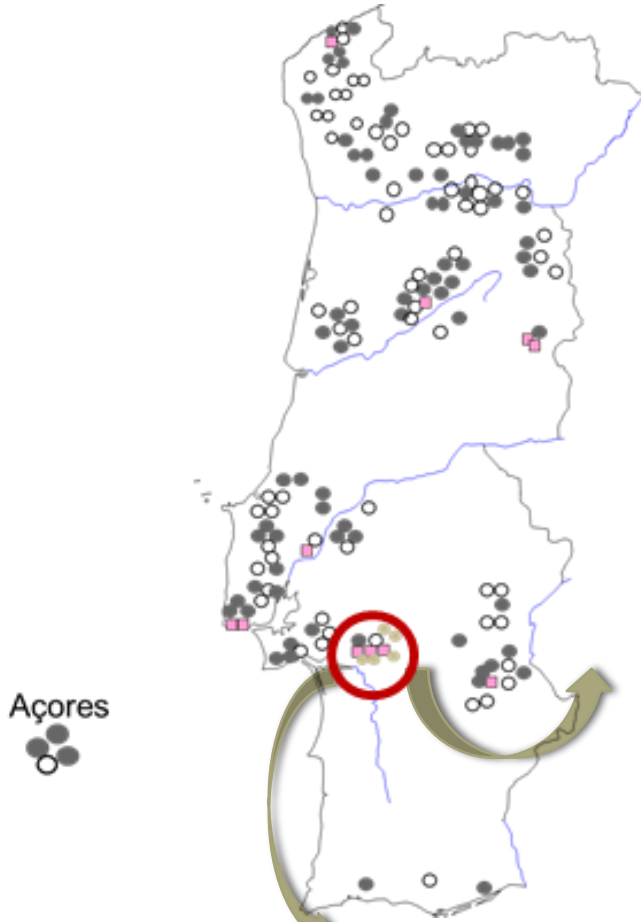
- **1. Esquema metodológico de seleção:** prospecção, ensaios instalados, avaliações realizadas e metodologia de análise de dados.
- **2. Ganhos genéticos previstos** para as várias características avaliadas, em relação à média da casta (são expressos em desvios genotípicos para a média da grande população experimental, ou dos ensaios de comparação clonal, dependendo de onde foi realizada a avaliação).
- **3. Avaliação da interacção genótipoXambiente.**

RESUMO

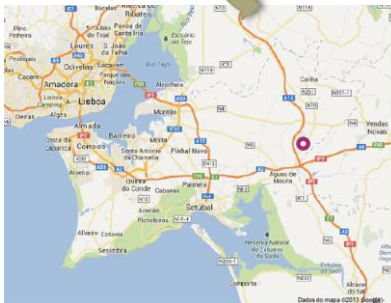
□ **Conservação** em mais de **180 ensaios de campo** instalados em todo o país que, além de conservarem a variabilidade genética, permitem a colheita de dados de avaliação de várias características, depois guardados num servidor dedicado, que vão ser a base das seleções actuais e as do futuro.



□ **Conservação** em vaso e em ensaios de campo, no Pólo Experimental de Conservação da Diversidade da Videira da PORVID, especialmente dedicado para o efeito.



Açores



São todas estas metodologias que permitem:

- selecionar com **ganhos genéticos de rendimento** da ordem dos 15 a 40%;
- selecionar com **ganhos genéticos de características de qualidade do mosto** da ordem dos 5% a 15%;
- ter a matéria prima para **selecionar para a tolerância ao stress biótico e abiótico.**

Selecionar para satisfazer os objetivos atuais e futuros da vitivinicultura

Bibliografia

Martins, A., Gonçalves, E. 2015. Grapevine breeding programmes in Portugal. In *Grapevine Breeding Programs for the Wine Industry: Traditional and Molecular Techniques*. A. G. Reynolds ed., Woodhead Publishing Elsevier, UK, 159-182. Available from: <http://www.amazon.com/Grapevine-Breeding-Programs-Wine-Industry/dp/1782420754>

Gonçalves, E., Martins, A. (2012). Genetic Variability Evaluation and Selection in Ancient Grapevine Varieties, cap. 15, 333-352. In *Plant Breeding*, Ibrokhim Y. Abdurakhmonov (Ed.), ISBN: 978-953-307-932-5, InTech, DOI: 10.5772/27903. Available from: <http://www.intechopen.com/books/plant-breeding/genetic-variability-evaluation-and-selection-in-ancient-grapevine-varieties>

Resolution OIV-VITI 564A-2019. OIV Process for the clonal selection of vines.
<http://www.oiv.int/public/medias/5382/oiv-viti-564a-2017-en.pdf>

Resolution OIV-VITI 564B-2019. **OIV Process for the recovery and conservation of the intravarietal diversity and the polyclonal selection of the vine in grape varieties with wide genetic variability.**
<http://www.oiv.int/public/medias/6939/oiv-viti-564b-2019-en.pdf>

Gonçalves, E., & Martins, A. (2022). Efficient Assessment and Large-Scale Conservation of Intra-Varietal Diversity of Ancient Grapevine Varieties: Case Study Portugal. *Plants*, 11(15), 1917. <https://doi.org/10.3390/plants11151917>