



# O medronheiro: a relação entre o teor de açúcar nos frutos e as características edafoclimáticas

Maria Vidal, Luciano Chá Chá, Sandrine Ressurreição, Libânia Oliveira, Sandra Santos, Manuel Nunes, Jorge Varejão, Filomena Gomes

Instituto Politécnico de Coimbra, Escola Superior Agrária, Bencanta 3045-601 Coimbra

Centro de Estudos em Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade (CERNAS), Instituto Politécnico de Coimbra, Bencanta, 3045-601 Coimbra, Portugal



PDR2020-784-042742 RG-PCMG-Medronheiro  
TRANSFORM-WP1-P1.1 Melhoramento genético e MFR



## 2018-22 PDR2020: Conservação e Melhoramento Genético medronheiro

### Espécies florestais nativas

- Biodiversidade
- Regulação do clima
- Resistência ativa aos incêndios florestais
- Regeneração de zonas degradadas

### *Arbutus unedo*

(valor económico,  
ecológico e cultural)

- Plasticidade edafo-climática
- Promotor associações com diferentes fungos micorrízicos e de ligações interespecíficas (e.g., *Q. ilex*)
- Fruto fresco, compota, aguardente e bebidas espirituosas

### Medronho

(nutracêutico)

Anti-inflamatório, Antifúngico, Bactericida, Antioxidante, Anti-helmíntico

## 2017-21 PDR2020: FitoMicorrizas, Produção de plantas micorrizadas

### Fungos micorrízicos

*T. Borchii*

*L. deliciosus*

- tolerância das plantas à seca, salinidade e agentes patogénicos
- medronheiro estabelece associação com diferentes fungos micorrízicos
- medronheiro estabelece ligações interespecíficas
- fungos micorrízicos produtores de trufas comestíveis de valor acrescentado



# Objetivos

1º cadastro da relação entre parâmetros de produção do medronheiro e condições edafoclimáticas

## Prospecção de acessos de medronheiros

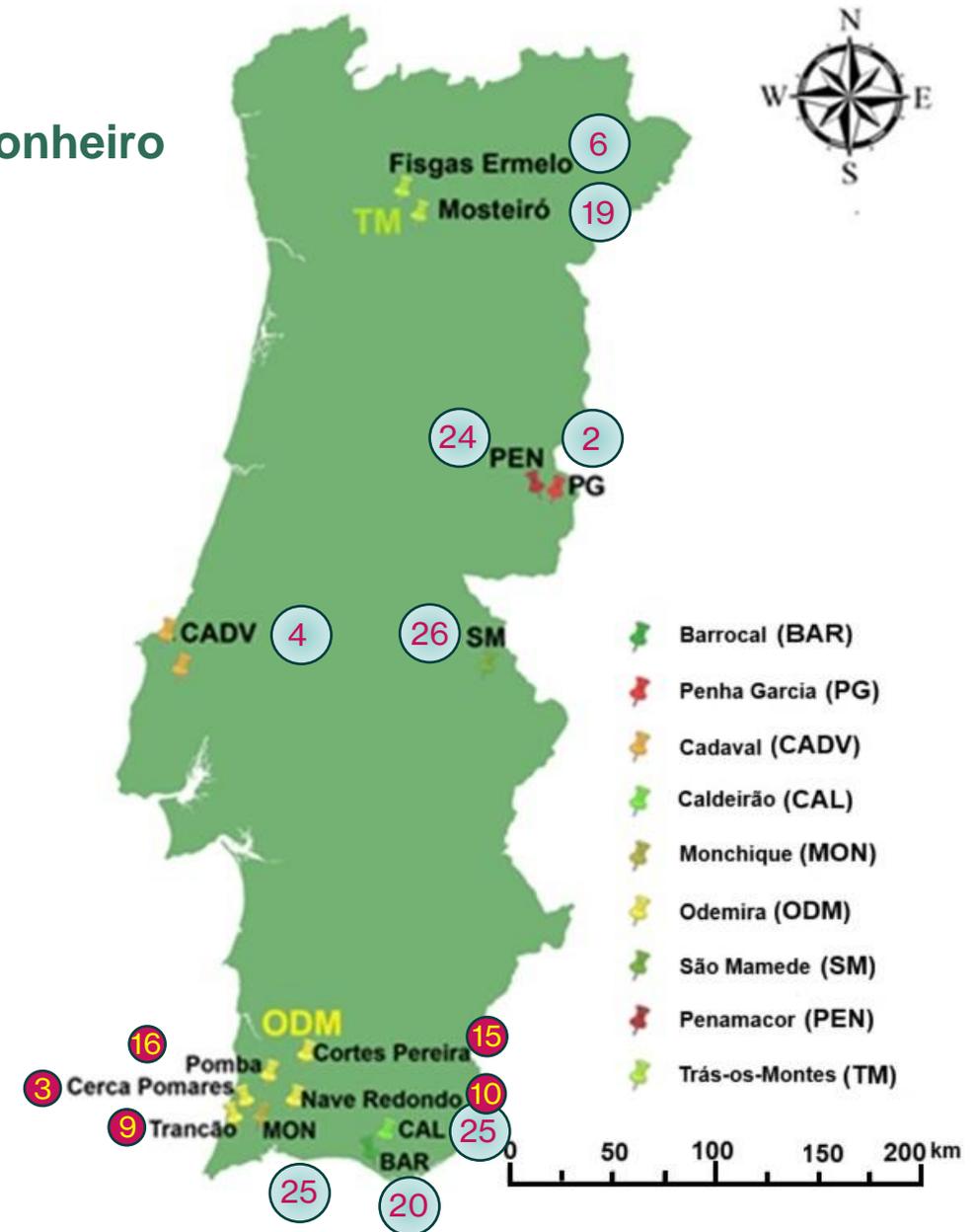
- Identificação de **204 acessos** em 14 províncias em Portugal
- Recolha de **frutos maduros** (Outono)

## Determinação do teor de açúcar

- **Glicose, Frutose e Maltose** (Açúcares Redutores – AR)
- **Sacarose** (Açúcares Não Redutores – ANR)

## Correlação teor de açúcares e características edafoclimáticas

- Classificação climática – **Thornthwaite**
- Classificação climática – **Índice Xerotérmico**
- Características edáficas (pH, litologia, textura de solo)



Distribuição geográfica das proveniências dos acessos de *A. unedo* em Portugal Continental

# Critérios para seleção e conservação dos acessos

## 1. Tradição Económica

Locais com história na colheita de frutos para a produção de aguardente

## 2. Diversidade da Espécie

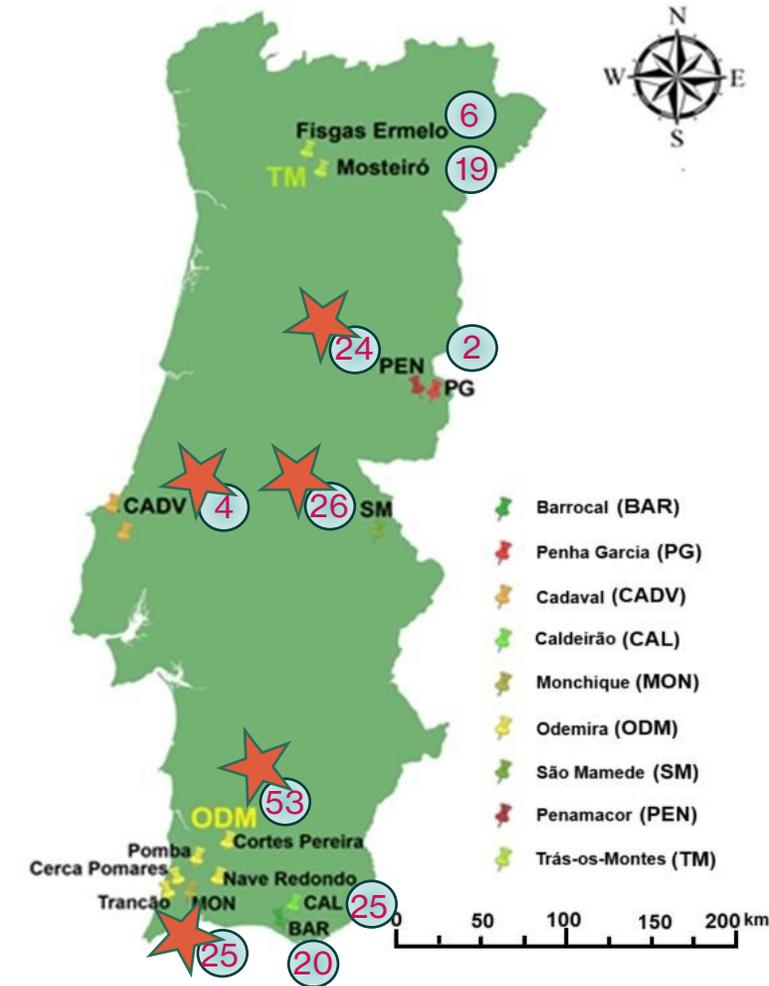
Locais representativos da diversidade, exceto áreas estudadas em trabalhos anteriores

## Tipologia das Plantas Seleccionadas

- **Cultivadas** (Plantas de pomares não irrigados)
- **Silvestres** (Áreas naturais sem tradição económica, mas com potencial para pequenos agricultores)

## Registo e depósito no Banco Português de Germoplasma Vegetal

- Criado em 1977 (INIAV)
- Conservação de sementes vivas e plantas de culturas portuguesas e suas plantas ancestrais silvestres
- Integra a base de dados de genes de plantas à escala mundial - GrinGlobal (<https://www.grin-global.org/>)



# Análise estatística

1. Realizada com o **programa STATISTICA 12.0**
2. Como os teores de açúcares não apresentaram uma distribuição normal, estes foram **transformados em logaritmos da base 10 ( $\text{Log}_{10}$ )**
3. **Confirmada a distribuição normal** dos valores  $\text{Log}_{10}(\text{Aç.Totais})$  ( $p > 0,05$ , **Teste de Shapiro-Wilks**)
4. Análise de variância (ANOVA) para avaliar o efeito das diferentes variáveis edafoclimáticas sobre o teor de açúcares dos frutos. Quando foram observadas diferenças significativas, as **médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )**.

**Tabela 1.** Identificação do número de acessos por proveniência e sua caracterização pelo teor de açúcar

★ Plantas cultivadas e silvestres identificadas com apoio dos produtores

Local/Provenance	N	Maltose	Sacarose	Glicose	Frutose	Açúc. Redutores	Açúcares Totais
		Média ± DP g/100 g, Polpa Fresca					
TM-Fisgas Ermelo	6	0.87 ± 0.30 d	0.00 ± 0.00 c	4.33 ± 0.10 bcd	8.66 ± 0.43 def	13.86 ± 0.71 cde	13.86 ± 0.71 de
TM-Mosteiró	19	1.24 ± 0.23 cd	0.12 ± 0.07 b	3.98 ± 0.11 cd	8.54 ± 0.32 ef	13.77 ± 0.55 de	13.89 ± 0.58 e
São Mamede	26	0.63 ± 0.13 d	0.85 ± 0.11 b	5.13 ± 0.55 bcd	10.42 ± 1.14 cdef	16.18 ± 1.76 de	17.04 ± 1.81 de
Penamacor	24	0.61 ± 0.14 d	0.74 ± 0.12 b	5.14 ± 0.22 bc	11.70 ± 0.39 bcd	17.45 ± 0.58 cd	18.19 ± 0.63 cd
Penha Garcia *	2	0.00 ± 0.00 e	0.00 ± 0.00 c	4.13 ± 0.04 bcd	<b>12.26 ± 0.20 abcd</b>	16.39 ± 0.16 bcd	<b>16.39 ± 0.16 abcd</b>
Cadaval *	4	0.81 ± 0.27 d	<b>0.45 ± 0.45 ab</b>	4.72 ± 0.29 bcd	<b>12.16 ± 0.61 abcd</b>	<b>17.70 ± 1.03 abcd</b>	<b>18.15 ± 0.73 abcd</b>
Monchique *	25	0.67 ± 0.13 d	<b>1.58 ± 0.15 a</b>	<b>6.80 ± 0.26 a</b>	<b>12.29 ± 0.61 abcd</b>	<b>19.77 ± 0.88 abc</b>	<b>21.34 ± 0.97 ac</b>
ODM-Pomba *	16	2.08 ± 0.16 bc	0.16 ± 0.09 b	4.91 ± 0.28 bcd	<b>12.66 ± 0.60 abc</b>	<b>19.65 ± 0.86 abc</b>	<b>19.81 ± 0.89 abcd</b>
ODM-Cerca Pomares *	3	0.96 ± 0.50 cd	0.32 ± 0.32 b	3.77 ± 0.11 bcd	10.82 ± 0.06 bcd	15.54 ± 0.43 bcd	15.86 ± 0.61 bcd
ODM-Trancão *	9	2.06 ± 0.30 bc	0.32 ± 0.16 b	4.16 ± 0.30 bcd	11.31 ± 0.61 bcd	17.54 ± 0.85 bcd	17.85 ± 0.88 bcd
ODM-Nave Redondo *	10	<b>3.30 ± 0.96 ab</b>	<b>0.66 ± 0.36 ab</b>	<b>6.03 ± 0.40 ab</b>	<b>15.33 ± 1.28 ab</b>	<b>24.66 ± 1.63 ab</b>	<b>25.31 ± 1.57 ab</b>
ODM-Cortes Pereira *	15	<b>3.73 ± 0.53 a</b>	0.51 ± 0.17 b	<b>5.82 ± 0.39 ab</b>	<b>17.01 ± 1.46 a</b>	<b>26.56 ± 2.31 a</b>	<b>27.07 ± 2.30 a</b>
Caldeirão	25	0.41 ± 0.12 d	<b>0.97 ± 0.14 ab</b>	4.93 ± 0.11 b-d	11.78 ± 0.33 b-d	17.12 ± 0.43 cd	18.08 ± 0.45 cd
Barrocal	20	1.02 ± 0.15 d	0.39 ± 0.14 b	4.03 ± 0.25 cd	7.89 ± 0.55 f	12.95 ± 0.79 e	13.34 ± 0.84 e
Total/Média global	204	1.25 ± 0.10	0.67 ± 0.05	5.07 ± 0.11	<b>11.49 ± 0.28</b>	<b>17.81 ± 0.43</b>	<b>18.47 ± 0.44</b>

Letras diferentes nas colunas indicam diferenças significativas ( $p < 0.05$ : teste estatístico Tukey)

Valores destacados: **a rosa - valores mais elevados; a verde – valores que não estatisticamente diferentes**

**Tabela 2.** Parâmetros edafoclimáticos das proveniências**CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA**

Local / Proveniência	Litologia	pH	T <sub>anual</sub> (°C)	P <sub>anual</sub> (mm)	Índice Humidade	Índice Xerotérmico	XEROTÉRMICO	THORNTHWAITE
TM-Fisgas Ermelo/FE	Xisto, quartzito	2	13.4	1390.5	111.51	42.40	Sub-Mediterrâneo	B <sub>4</sub> B' <sub>2</sub> s a'
TM -Mosteiró	Xisto	3	13.4	1128.1	84.69	60.96	Mesomedit. Atenuado	B <sub>3</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
São Mamede	Xisto, arenito	2	15.2	852.4	45.41	71.38	Mesomedit. Atenuado	B <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
Penamacor	Xisto, quartzito	2	14.4	838.2	47.80	98.64	Mesomedit. Acentuado	B <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
Penha Garcia*	Xisto	3	14.4	838.2	47.80	98.64	Mesomedit. Acentuado	B <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
Cadaval*	Conglomerado, arenito	3	15.0	777.6	40.20	86.64	Mesomedit. Acentuado	C <sub>2</sub> B' <sub>2</sub> s a'
Monchique*	Sienito, xisto	2	15.1	949.0	60.22	87.36	Mesomedit. Acentuado	B <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
ODM -Pomba*	Xisto, grauvaque	3	15.8	715.7	34.27	87.52	Mesomedit. Acentuado	C <sub>2</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
ODM -Cerca Pomares*	Xisto, grauvaque	3	15.0	760.5	35.69	88.96	Mesomedit. Acentuado	C <sub>2</sub> B' <sub>2</sub> s a'
ODM -Trancão*	Xisto, grauvaque	3	15.0	571.9	15.73	85.04	Mesomedit. Acentuado	C <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s a'
ODM -Nave Redondo*	Xisto, grauvaque	3	15.1	748.9	40.03	90.56	Mesomedit. Acentuado	C <sub>2</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
ODM -Cortes Pereira*	Xisto, grauvaque	3	15.8	623.1	22.08	83.52	Mesomedit. Acentuado	C <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
Caldeirão	Xisto, grauvaque	3	15.9	866.7	51.40	95.90	Mesomedit. Acentuado	B <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
Barrocal	Calcário	4	15.9	697.0	33.96	118.18	Termomedit. Atenuado	C <sub>2</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'

pH do solo é indicado por uma **escala de 1 a 5**, desde os solos muito ácidos, com um pH < 4, até solos alcalinos, com um pH > 9

**pH 2** → pH do solo entre **4.0 e 5.4**; **pH 4** → pH do solo entre **7.5 e 9.0**

**Tabela 2.** Parâmetros edafoclimáticos das proveniências

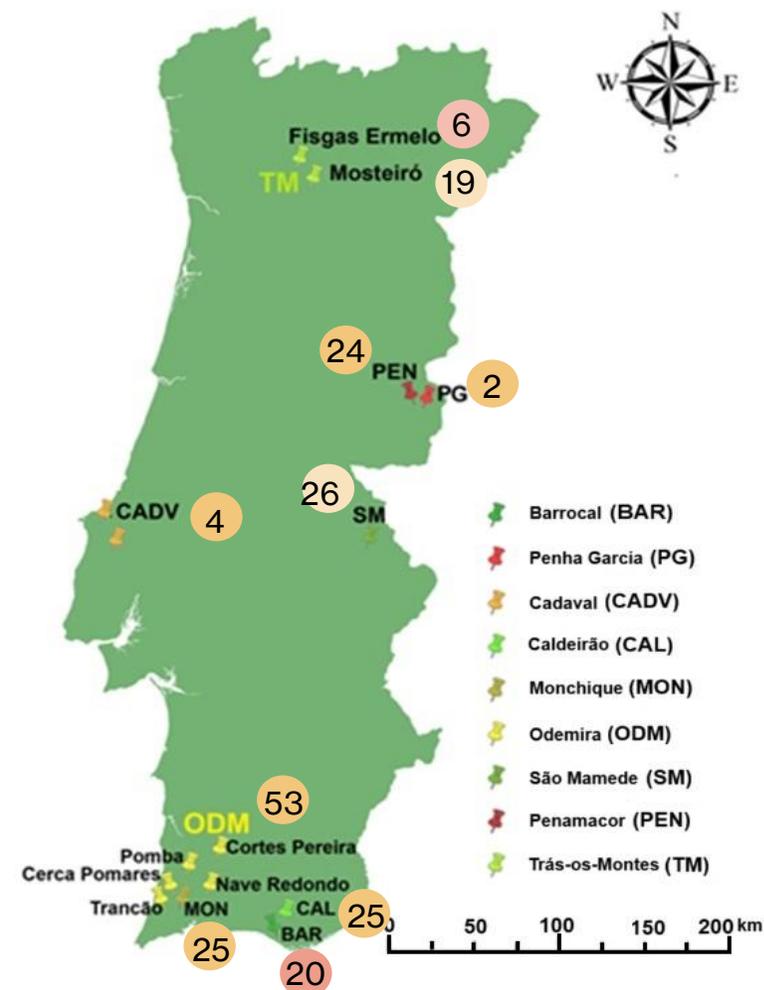
Local / Proveniência	Litologia	pH	T <sub>anual</sub> (°C)	P <sub>anual</sub> (mm)	Índice Humidade	Índice Xerotérmico	CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA	
							XEROTÉRMICO	THORNTHWAITE
TM-Fisgas Ermelo/FE	Xisto, quartzito	2	13.4	1390.5	111.51	42.40	Sub-Mediterrâneo	B <sub>4</sub> B' <sub>2</sub> s a'
TM -Mosteiró	Xisto	3	13.4	1128.1	84.69	60.96	Mesomedit. Atenuado	B <sub>3</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
São Mamede	Xisto, arenito	2	15.2	852.4	45.41	71.38	Mesomedit. Atenuado	B <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
Penamacor	Xisto, quartzito	2	14.4	838.2	47.80	98.64	Mesomedit. Acentuado	B <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
Penha Garcia*	Xisto	3	14.4	838.2	47.80	98.64	Mesomedit. Acentuado	B <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
Cadaval*	Conglomerado, arenito	3	15.0	777.6	40.20	86.64	Mesomedit. Acentuado	C <sub>2</sub> B' <sub>2</sub> s a'
Monchique*	Sienito, xisto	2	15.1	949.0	60.22	87.36	Mesomedit. Acentuado	B <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
ODM -Pomba*	Xisto, grauvaque	3	15.8	715.7	34.27	87.52	Mesomedit. Acentuado	C <sub>2</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
ODM -Cerca Pomares*	Xisto, grauvaque	3	15.0	760.5	35.69	88.96	Mesomedit. Acentuado	C <sub>2</sub> B' <sub>2</sub> s a'
ODM -Trancão*	Xisto, grauvaque	3	15.0	571.9	15.73	85.04	Mesomedit. Acentuado	C <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s a'
ODM -Nave Redondo*	Xisto, grauvaque	3	15.1	748.9	40.03	90.56	Mesomedit. Acentuado	C <sub>2</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
ODM -Cortes Pereira*	Xisto, grauvaque	3	15.8	623.1	22.08	83.52	Mesomedit. Acentuado	C <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
Caldeirão	Xisto, grauvaque	3	15.9	866.7	51.40	95.90	Mesomedit. Acentuado	B <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
Barrocal	Calcário	4	15.9	697.0	33.96	118.18	Termomedit. Atenuado	C <sub>2</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'

O número de dias secos é calculado através da soma dos índices xerotérmicos mensais, que representam o número de dias em que, do ponto de vista biológico, a planta está sob stress hídrico

# Classificação Climática Índice Xerotérmico

**Índice xerotérmico** - medida estatística que quantifica **nº dias/mês** em que a precipitação é inferior ao dobro da temperatura média

Local / Proveniência	N	Índice Xerotérmico	XEROTÉRMICO
TM-Fisgas Ermelo/FE	6	42.40	Sub-Mediterrâneo
TM -Mosteiró	45	60.96	Mesomediterrâneo Atenuado
São Mamede		71.38	Mesomediterrâneo Atenuado
ODM -Cortes Pereira*	133	83.52	Mesomediterrâneo Acentuado
ODM -Trancão*		85.04	Mesomediterrâneo Acentuado
Cadaval*		86.64	Mesomediterrâneo Acentuado
Monchique*		87.36	Mesomediterrâneo Acentuado
ODM -Pomba*		87.52	Mesomediterrâneo Acentuado
ODM -Cerca Pomares*		88.96	Mesomediterrâneo Acentuado
ODM -Nave Redondo*		90.56	Mesomediterrâneo Acentuado
Caldeirão		95.90	Mesomediterrâneo Acentuado
Penha Garcia*		98.64	Mesomediterrâneo Acentuado
Penamacor		98.64	Mesomediterrâneo Acentuado
Barrocal	20	118.18	Termomediterrâneo Atenuado



**Tabela 3.** Identificação do número de acessos por grupos da classificação climática índice xerotérmico e relação com os teores de açúcar

Classificação Climática	N	Maltose	Sacarose	Glicose	Frutose	Açúcares Redutores	Açúcares Totais
		Média ± DP g/100 g, Polpa Fresca do Fruto					
Mesomediterrâneo Acentuado	133	1.42 ± 0.15 a	0.78 ± 0.07 a	5.40 ± 0.12 a	12.79 ± 0.29 a	19.61 ± 0.46 a	20.39 ± 0.47 a
Mesomediterrâneo Atenuado	45	0.89 ± 0.13 b	0.55 ± 0.09 a	4.64 ± 0.33 ab	9.63 ± 0.68 b	15.16 ± 1.05 b	15.71 ± 1.09 b
Termomediterrâneo Atenuado	20	1.02 ± 0.15 ab	0.39 ± 0.14 a	4.03 ± 0.25 c	7.89 ± 0.55 c	12.95 ± 0.79 b	13.34 ± 0.84 b
Sub-Mediterrâneo	6	0.87 ± 0.30 b	0.00 ± 0.00 a	4.33 ± 0.10 bc	8.66 ± 0.43 bc	13.86 ± 0.71 b	13.86 ± 0.71 b
<b>Total / Média Global</b>	204	1.25 ± 0.10	0.67 ± 0.05	5.07 ± 0.11	<b>11.49 ± 0.28</b>	<b>17.81 ± 0.43</b>	<b>18.47 ± 0.44</b>

Índice Xerotérmico é uma ferramenta estatística simples e útil na identificação períodos de seca e avaliação da disponibilidade de água durante esse período

A classificação Thornthwaite oferece uma perspectiva mais complexa do clima, que determina a evolução da humidade do solo numa dada região ao longo do ano

**Tabela 2.** Parâmetros edafoclimáticos das proveniências

Local / Proveniência	Litologia	pH	T <sub>anual</sub> (°C)	P <sub>anual</sub> (mm)	Índice Humidade	Índice Xerotérmico	CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA	
							XEROTÉRMICO	THORNTHWAITE
TM-Fisgas Ermelo/FE	Xisto, quartzito	2	13.4	1390.5	111.51	42.40	Sub-Mediterrâneo	B <sub>4</sub> B' <sub>2</sub> s a'
TM -Mosteiró	Xisto	3	13.4	1128.1	84.69	60.96	Mesomedit. Atenuado	B <sub>3</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
São Mamede	Xisto, arenito	2	15.2	852.4	45.41	71.38	Mesomedit. Atenuado	B <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
Penamacor	Xisto, quartzito	2	14.4	838.2	47.80	98.64	Mesomedit. Acentuado	B <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
Penha Garcia*	Xisto	3	14.4	838.2	47.80	98.64	Mesomedit. Acentuado	B <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
Cadaval*	Conglomerado, arenito	3	15.0	777.6	40.20	86.64	Mesomedit. Acentuado	C <sub>2</sub> B' <sub>2</sub> s a'
Monchique*	Sienito, xisto	2	15.1	949.0	60.22	87.36	Mesomedit. Acentuado	B <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
ODM -Pomba*	Xisto, grauvaque	3	15.8	715.7	34.27	87.52	Mesomedit. Acentuado	C <sub>2</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
ODM -Cerca Pomares*	Xisto, grauvaque	3	15.0	760.5	35.69	88.96	Mesomedit. Acentuado	C <sub>2</sub> B' <sub>2</sub> s a'
ODM -Trancão*	Xisto, grauvaque	3	15.0	571.9	15.73	85.04	Mesomedit. Acentuado	C <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s a'
ODM -Nave Redondo*	Xisto, grauvaque	3	15.1	748.9	40.03	90.56	Mesomedit. Acentuado	C <sub>2</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
ODM -Cortes Pereira*	Xisto, grauvaque	3	15.8	623.1	22.08	83.52	Mesomedit. Acentuado	C <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
Caldeirão	Xisto, grauvaque	3	15.9	866.7	51.40	95.90	Mesomedit. Acentuado	B <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
Barrocal	Calcário	4	15.9	697.0	33.96	118.18	Termomedit. Atenuado	C <sub>2</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'

**índice de humidade (Ihu)** Carateriza a estação chuvosa, particularmente importante em climas secos, para fazer face aos períodos de seca

# Classificação Climática Thornthwaite

Balanço hídrico do solo, traduz o comportamento global do clima em termos hidrológicos, calculado a partir dos valores de Precipitação, Evapotranspiração e Excesso de água no solo (S)

Potencial EvapoTranspiração (PET) **1ª letra** (de A/Perhúmido a E/Árido)

- Temperatura mensal
- Fator de ajustamento dado pela latitude

Norte e Centro

Climas Húmidos e Sub-Húmidos Chuvosos (B e C2)  
**3ª letra** deficiência hídrica moderada (s) e severa (s2) no verão

Sul

Climas Sub-Húmidos Secos (C1)  
**3ª letra** excedentes hídricos moderados (s) a elevados (s2) no inverno

Eficiência Térmica **2ª letra** (de A'/Megatérmico a E'/Gelo)

- Soma dos Potenciais EvapoTranspiração

Concentração estival da eficiência térmica **4ª letra**

- Soma dos PET dos 3 meses mais quentes

Todas Proveniências

B'2 (Mesotérmico)  
 $712 \leq \Sigma PET < 855 \text{ mm}$

Todas Proveniências

a'  
baixa 25-48%

A evolução do armazenamento de água no solo permite calcular, entre outros, o Índice de humidade

índice de humidade (Ihu)  $Ihu = (\Sigma S / \Sigma PET) \times 100$

Carateriza a estação chuvosa, particularmente importante em climas secos para fazer face nos períodos de seca

**Tabela 2.** Parâmetros edafoclimáticos das proveniências

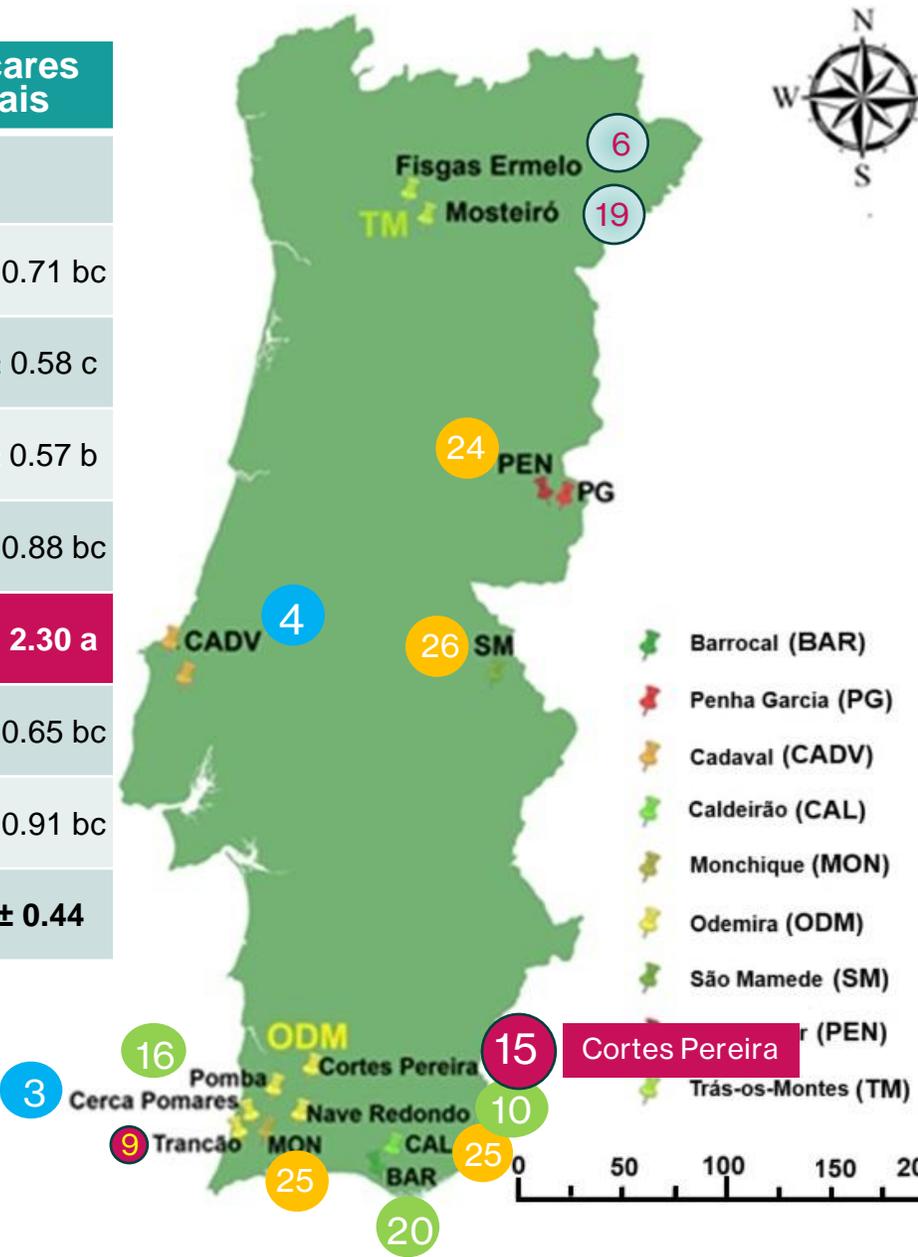
							CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA	
Local / Proveniência	Litologia	pH	T <sub>anual</sub> (°C)	P <sub>anual</sub> (mm)	Índice Humidade	Índice Xerotérmico	XEROTÉRMICO	THORNTHWAITE
TM-Fisgas Ermelo/FE	Xisto, quartzito	2	13.4	1390.5	111.51	42.40	Sub-Mediterrâneo	B <sub>4</sub> B' <sub>2</sub> s a'
TM -Mosteiró	Xisto	3	13.4	1128.1	84.69	60.96	Mesomedit. Atenuado	B <sub>3</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
São Mamede	Xisto, arenito	2	15.2	852.4	45.41	71.38	Mesomedit. Atenuado	B <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
Penamacor	Xisto, quartzito	2	14.4	838.2	47.80	98.64	Mesomedit. Acentuado	B <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
Penha Garcia*	Xisto	3	14.4	838.2	47.80	98.64	Mesomedit. Acentuado	B <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
Cadaval*	Conglomerado, arenito	3	15.0	777.6	40.20	86.64	Mesomedit. Acentuado	C <sub>2</sub> B' <sub>2</sub> s a'
Monchique*	Sienito, xisto	2	15.1	949.0	60.22	87.36	Mesomedit. Acentuado	B <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
ODM -Pomba*	Xisto, grauvaque	3	15.8	715.7	34.27	87.52	Mesomedit. Acentuado	C <sub>2</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
ODM -Cerca Pomares*	Xisto, grauvaque	3	15.0	760.5	35.69	88.96	Mesomedit. Acentuado	C <sub>2</sub> B' <sub>2</sub> s a'
ODM -Trancão*	Xisto, grauvaque	3	15.0	571.9	15.73	85.04	Mesomedit. Acentuado	C <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s a'
ODM -Nave Redondo*	Xisto, grauvaque	3	15.1	748.9	40.03	90.56	Mesomedit. Acentuado	C <sub>2</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
ODM -Cortes Pereira*	Xisto, grauvaque	3	15.8	623.1	22.08	83.52	Mesomedit. Acentuado	C <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
Caldeirão	Xisto, grauvaque	3	15.9	866.7	51.40	95.90	Mesomedit. Acentuado	B <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'
Barrocal	Calcário	4	15.9	697.0	33.96	118.18	Termomedit. Atenuado	C <sub>2</sub> B' <sub>2</sub> s <sub>2</sub> a'

**Tabela 4.** Identificação do número de acessos por grupos da classificação climática Thornthwaite e relação aos teores de açúcar

Classificação Climática	N	Maltose	Sacarose	Glicose	Frutose	Açúcares Redutores	Açúcares Totais
		Média ± DP (g/100 g, Polpa Fresca)					
B4 B'2 s a'	6	0.87 ± 0.30 cde	0.00 ± 0.00 ab	4.33 ± 0.10 ab	8.66 ± 0.43 bc	13.86 ± 0.71 bc	13.86 ± 0.71 bc
B3 B'2 s2 a'	19	1.24 ± 0.23 cd	0.12 ± 0.07 b	3.98 ± 0.11 b	8.54 ± 0.32 c	13.77 ± 0.55 c	13.89 ± 0.58 c
B1 B'2 s2 a'	102	0.57 ± 0.06 e	1.02 ± 0.07 a	5.47 ± 0.18 a	11.55 ± 0.35 b	17.59 ± 0.54 b	18.61 ± 0.57 b
C1 B'2 s a'	9	2.06 ± 0.30 b	0.32 ± 0.16 ab	4.16 ± 0.30 ab	11.31 ± 0.61 bc	17.54 ± 0.85 bc	17.85 ± 0.88 bc
C1 B'2 s2 a'	15	3.73 ± 0.53 a	0.51 ± 0.17 ab	5.82 ± 0.39 a	17.01 ± 1.46 a	26.56 ± 2.31 a	27.07 ± 2.30 a
C2 B'2 s a'	7	0.87 ± 0.24 de	0.39 ± 0.27 ab	4.31 ± 0.25 ab	11.59 ± 0.43 abc	16.77 ± 0.72 bc	17.17 ± 0.65 bc
C2 B'2 s2 a'	46	1.89 ± 0.25 bc	0.37 ± 0.10 ab	4.77 ± 0.20 ab	11.17 ± 0.61 bc	17.83 ± 0.89 bc	18.19 ± 0.91 bc
Total / Global mean	204	1.25 ± 0.10	0.67 ± 0.05	5.07 ± 0.11	11.49 ± 0.28	17.81 ± 0.43	18.47 ± 0.44

na classificação de Thornthwaite, a proveniência **ODM-Cortes Pereira** distingue-se das outras proveniências meridionais.

Pelo contrário, o **Barrocal** foi incluído juntamente com a **ODM-Pomba** e a **ODM-Nave Redondo**, na mesma região climática **C2 B'2 s2 a'** (46 acessos no total)



# Análise estatística

Outras abordagens foram testadas:

1. **Análise de regressão linear múltipla**, tendo sido avaliado o efeito das diferentes variáveis sobre o teor de açúcares totais (Log10), considerando as características edafoclimáticas como variáveis independentes (Xi).

## **Variáveis independentes:**

1. Local/proveniência, 2. médias anuais de precipitação e de 3. temperatura, 4. altitude, 5. índice xerotérmico, 6. exposição solar, 7. condições de luminosidade, 8. textura do solo, 9. pH solo, 10. longitude e 11. latitude, 12. afetação (interior vs. litoral), 13. Índice de humidade, 14. classificação climática (segundo o índice xerotérmico).

2. **Análise de componentes principais (PCA)** para identificar a relação entre o teor de açúcar total e as características do local. Para a PCA, foram analisadas 14 variáveis para compreender melhor as interações entre elas e o seu nível de significância para a variância total.

As características utilizadas na Análise de Componentes Principais foram todas as anteriores com exceção da característica **12. Afetação (interior vs. Litoral)** que foi substituída pela **Classificação Climática Thornthwaite**

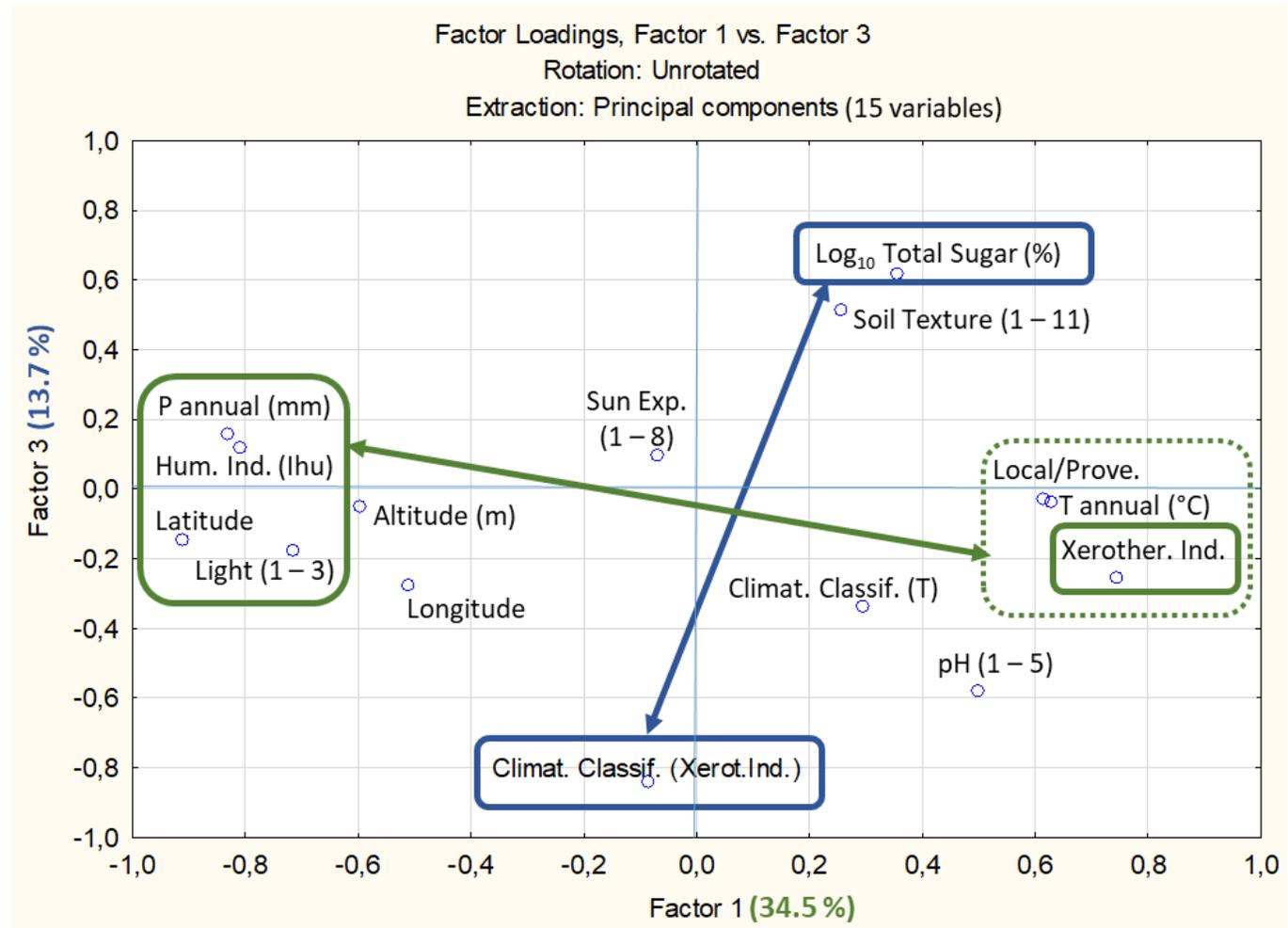
**Tabela 4. Regressão linear múltipla** para o teor de açúcares totais, avaliado pela variável dependente Açúcar Total % (f.w.; Log10) em função das diferentes variáveis independentes

N = 204	b*	DP b*	p-Valor
Intercept			<b>0.281356</b>
Local/Prov. *	<b>0.36478</b>	<b>0.178853</b>	<b>0.042788</b>
P anual (mm) *	<b>-4.17974</b>	<b>1.371076</b>	<b>0.002629</b>
T anual (°C)	0.20738	0.116945	0.077782
Altitude (m)	-0.23436	0.149311	0.118171
Índice Xerotermico*	<b>-0.40376</b>	<b>0.196952</b>	<b>0.041732</b>
Exposição Solar (1-8)	-0.03605	0.066087	0.586106
Luz (1-3)	0.00809	0.092425	0.930354
Textura do Solo (1-11)	0.18024	0.094916	0.059088
pH (1-5) *	<b>-0.46739</b>	<b>0.195788</b>	<b>0.017962</b>
Longitude	-0.05647	0.287082	0.844268
Latitude	0.33393	0.212757	0.118191
Índice de humidade (Ihu) *	<b>3.63697</b>	<b>1.304984</b>	<b>0.005863</b>
Class. Cimática Índice Xerotérmico *	<b>-0.22129</b>	<b>0.096013</b>	<b>0.022265</b>
Inland vs. Coast	-0.17945	0.273031	0.511823

**A negrito** - variáveis independentes\* que contribuem significativamente ( $p < 0,05$ ) para o teor de açúcar total (variável dependente)

# Análise de componentes principais (PCA)

Variável	Factor Loadings (Unrotated) (24_Global_		
	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Local/Prov.	0.614692	0.490660	-0.026914
P anual (mm)	-0.832354	0.060053	0.158645
T anual (°C)	0.628236	0.522145	-0.035457
Altitude (m)	-0.596829	0.656177	-0.047584
Índice Xerotérmico	0.743934	0.374815	-0.255370
Exp. Solar (1-8)	-0.069227	-0.484181	0.098281
Luz (1-3)	-0.715873	-0.357106	-0.173457
Textura do Solo (1-11)	0.254968	0.164456	0.515962
pH (1-5)	0.497578	-0.362925	-0.579938
Longitude	-0.510926	0.666026	-0.275802
Latitude	-0.911656	0.060145	-0.145433
Índice Humidade (Ihu)	-0.810852	0.032880	0.118509
Classif. Climat. (T)	0.293029	-0.524129	-0.334273
Classif. Climat. (Índ.Xero.)	-0.087831	0.107576	-0.840870
Log <sub>10</sub> Açúcar Total	0.354251	-0.091897	0.617586
Expl. Var	5.173558	2.351777	2.048394
Prp. Totl	0.344904	0.156785	0.136560

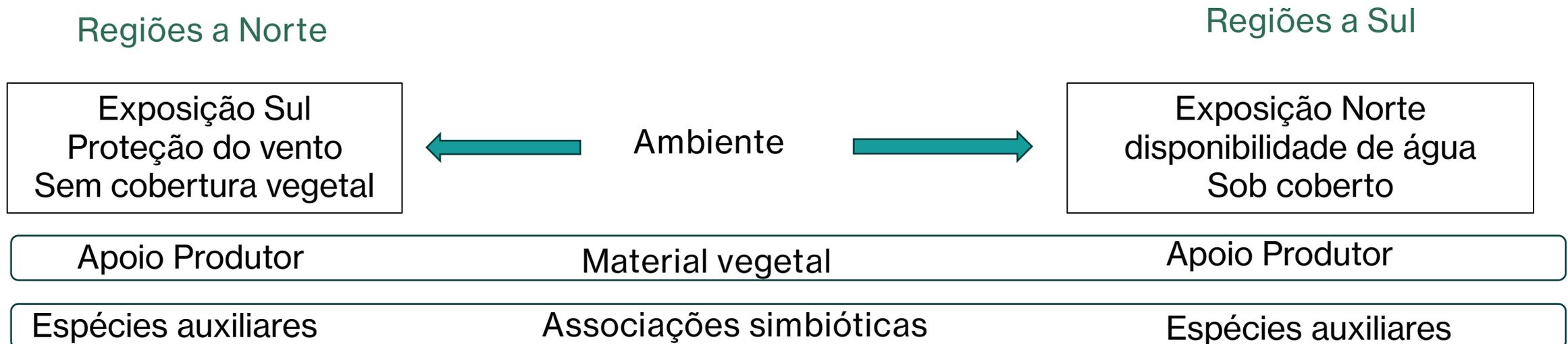


**Figura 1.** Interação entre o teor de açúcares totais (Log<sub>10</sub>%; f.w.), as características do local (latitude, longitude, altitude), características edafoclimáticas e as classificações climáticas (índice de Thornthwaite e xerotérmico) através da análise PCA.

**Nota:** As variáveis estão associadas a cada fator, de acordo com os valores absolutos dos coeficientes. Coeficientes mais elevadas (>0,70) assinalados a vermelho e próximos de 0,70 circundados a verde, amarelo e azul para os fatores 1, 2 e 3, respetivamente)

# Conclusões

- Da caracterização do teor de açúcar nos 204 acessos colhidos em 14 proveniências, conclui-se que o açúcar predominante é a frutose, sendo a sacarose residual
- Os valores mais baixos de açúcar registaram-se nos dois locais mais a norte (TM-FE e TM-Mosteiró) e no Barrocal (mais a sul e numa zona calcária).
- Foi encontrada uma relação forte entre o teor de açúcar, características edafoclimáticas e classificação climática pelo índice xerotérmico
- Este facto permite identificar as melhores condições na implantação de novos pomares, ultrapassando as restrições de cada uma das regiões



# Desafios

## O medronheiro é uma espécie simbiótica

**com outras espécies florestais:** sobreiro, carvalho, castanheiro; Nas regiões mais a sul, arbustos e árvores de diferentes espécies criam patamares de condensação que ajudam a manter o ciclo hidrológico, para quê produzir apenas medronho quando, no mesmo espaço, e.g., se pode colher cortiça de 9 em 9 anos ou colher bolotas das azinheiras, depois transformada em farinha utilizada na culinária?

**com fungos micorrízicos** que favoreçam o armazenamento da água no solo, fazendo face a períodos de seca mais prolongados. Em particular, na zona do Barrocal (calcário) é de ponderar experimentar a plantação de clones micorrizados com as espécies *de Tuber*, espécie de alto valor económico que requer zonas calcárias e estudar a sua influência na resposta dos medronheiros

## Aumento da oferta da polpa do medronho e do fruto seco

Generalizar o consumo como adoçante natural e espessante (à semelhança da tâmara, alperce e outros)

## Introdução do medronho e subprodutos (resíduos das destilarias)

Em rações para fortalecimento da microbiótica intestinal (melhorando as características da carne e como antihelmíntico natural); Aplicações foliares e de fertirrega (antifúngico e bactericida)

# O medronheiro: a relação entre o teor de açúcar nos frutos e as características edafoclimáticas



Gratos pela  
Vossa atenção!



PDR2020-784-042742 RG-PCMG-Medronheiro  
TRANSFORM-WP1-P1.1 Melhoramento genético e MFR

