

UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS

**VARIAÇÃO FUNCIONAL INTRAESPECÍFICA DA ÁREA FOLIAR
ESPECÍFICA EM UMA ESPÉCIE DIOICA (*MYRSINE CORIACEA*):
EFEITOS DA ALTITUDE E DA FENOLOGIA**

MARCELA SECCHIN FAVARATO

VILA VELHA
JUNHO/2019

UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS

**VARIAÇÃO FUNCIONAL INTRAESPECÍFICA DA ÁREA FOLIAR
ESPECÍFICA EM UMA ESPÉCIE DIOICA (*MYRSINE CORIACEA*):
EFEITOS DA ALTITUDE E DA FENOLOGIA**

Dissertação apresentada à
Universidade Vila Velha, como pré-
requisito do Programa de Pós-
graduação em Ecologia de
Ecosistemas, para a obtenção do
grau de Mestra em Ecologia de
Ecosistemas.

MARCELA SECCHIN FAVARATO

VILA VELHA
JUNHO/2019

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

F272v Favarato, Marcela Secchin.
Variação funcional intraespecífica da área foliar específica
em uma espécie dioica (*Myrsine coriacea*) : efeitos da altitude e
da fenologia / Marcela Secchin Favarato. – 2019.
40 f. : il.

Orientador: Mário Luís Garbin.
Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecossistemas) -
Universidade Vila Velha, 2019.
Inclui bibliografias.

1. Ecologia. 2. Fenomenologia. I. Garbin, Mário Luís.
II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 577

MARCELA SECCHIN FAVARATO

**VARIAÇÃO FUNCIONAL INTRAESPECÍFICA DA ÁREA FOLIAR
ESPECÍFICA EM UMA ESPÉCIE DIOICA (*MYRSINE CORIACEA*):
EFEITOS DA ALTITUDE E DA FENOLOGIA**

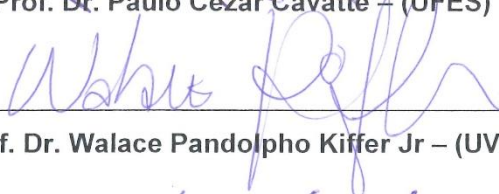
Dissertação apresentada à Universidade
Vila Velha, como pré-requisito do
Programa de Pós-graduação em Ecologia
de Ecossistemas, para a obtenção do grau
de Mestra em Ecologia de Ecossistemas.

Aprovada em 14 de junho de 2019,

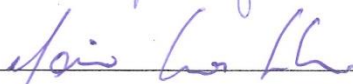
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Paulo Cezar Cavatte – (UFES)



Prof. Dr. Wallace Pandolpho Kiffer Jr – (UVV)



Prof. Dr. Mário Luís Garbin – (UFES)

Orientador

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Mário Luís Garbin, pela oportunidade e ensinamentos; à Profa. Dra. Tatiana Carrijo, coordenadora do projeto e professora da Universidade Federal do Espírito Santo; à Cecília Valente e ao Prof. Paulo Cezar Cavatte pela coleta prévia dos dados; à FAPES pelo apoio financeiro investido nesse projeto (“Respostas e efeitos das plantas num cenário de mudanças globais: *Myrsine coriacea* como uma espécie modelo”, edital Fapes/Vale/Faperj 01/2015, processo 75516187, termo de outorga 525/2016) e à bolsa recebida no âmbito deste projeto; à Universidade Vila Velha; aos meus amigos do Laboratório de Ecologia LEVEG, Karina, Patryck, Kamila, Gabriel, Lorryne e Erika. Também agradeço à minha família pelo investimento e incentivo durante minha vida acadêmica.

*“A garantia de nos tornarmos invencíveis está em nossas próprias mãos.
Tornar o inimigo vulnerável só depende dele próprio”*

(Sun Tzu)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
2.1. Área de estudo.....	14
2.2. Procedimentos de Amostragem.....	15
2.3. Análises Estatísticas.....	15
3. RESULTADOS.....	16
4. DISCUSSÃO.....	17
5. CONCLUSÃO.....	19
6. REFERÊNCIAS.....	20

FIGURAS

Figura 1 – Indivíduo de *Myrsine coriacea* fotografado em campo.

Figura 2 – Área de estudo marcada em cinza escuro, o mapa da esquerda com a localização do Espírito Santo (ES) no mapa do Brasil, e o mapa da direita indicando os municípios onde se encontram as populações de *Myrsine coriacea*: Muqui (a); Alegre (b); Venda Nova do Imigrante (c); Vargem Alta (d); Mimoso do Sul (e); Iúna (f); Castelo (g); Domingos Martins (h); Dores do Rio Preto (i).

Figura 3 – Regressão linear da CWM-SLA de todos os indivíduos analisados com aumentos da altitude ($r^2= 0.6385$, $p=0.05976$).

Figura 4 – Regressão linear da CWM-SLA dos indivíduos femininos ($r^2=0.71560$, $p = 0.002494$).

Figura 5 – Regressão linear da CWM-SLA dos indivíduos masculinos ($r^2=0.4218$, $p= 0.03468$).

Figura 6 – Regressão linear da CWM-SLA dos indivíduos femininos no período vegetativo ($r^2 = 0.412$, $p = 0.037$).

Figura 7 – Regressão linear da CWM-SLA dos indivíduos femininos no período de floração ($r^2 = 0.7012$, $p= 0.002984$).

Figura 8 – Regressão linear da CWM-SLA dos indivíduos femininos no período de frutificação ($r^2 = 0.554$, $p = 0.01299$).

Figura 9 – Regressão linear da CWM-SLA dos indivíduos masculinos no período vegetativo ($r^2 = 0.5019$, $p= 0.01965$).

Figura 10 – Regressão linear da CWM-SLA dos indivíduos masculinos no período de floração ($r^2 = 0.08793$, $p = 0.2249$).

Figura 11 – Regressão linear da CWM-SLA dos indivíduos masculinos no período de frutificação ($r^2 = -0.09649$, $p = 0.6033$).

Figura 12 – Regressão linear demonstrando a relação entre crescimento relativo do Caule (TCR) e Área foliar específica (SLA) ($r^2 = 0.01001$, $p = 0.0472$).

Figura 13 – *Bloxpplots* demonstrando a variação da distribuição dos dados nas nove populações de *Myrsine coriacea* no gradiente altitudinal. As populações estão dispostas em ordem crescente de altitude na seguinte forma: Muqui (a); Alegre (b); Venda Nova do Imigrante (c); Vargem Alta (d); Mimoso do Sul (e); Iúna (f); Castelo (g); Domingos Martins (h); Dores do Rio Preto (i).

RESUMO

FAVARATO, Marcela Secchin, M.Sc, Universidade Vila Velha – ES, junho de 2019. **Varição funcional intraespecífica da área foliar específica em uma espécie dioica (*Myrsine coriacea*): Efeitos da altitude e da fenologia.** Orientador: Mário Luís Garbin.

A ecologia funcional busca entender como os traços funcionais de indivíduos em populações, ou espécies em comunidades, variam em gradientes ecológicos. Os traços funcionais são características que podem afetar medidas de desempenho dos organismos. Neste estudo, foram estudadas nove populações de *Myrsine coriacea* distribuídas ao longo de um gradiente altitudinal no estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil. Indivíduos masculinos e femininos tiveram sua área foliar específica (SLA) quantificadas em três fases fenológicas: crescimento, floração e frutificação. Para as análises, foi utilizado o cálculo dos atributos médios *Community Weighted Means Correlation* (CWM) adaptado para populações com o crescimento relativo do caule (TCR) como medida de desempenho. Foram utilizados modelos de regressão entre CWM-SLA e altitude para os indivíduos nas três fases fenológicas. Houve reduções significativas de CWM-SLA ao longo do gradiente, com menores valores nas altitudes mais elevadas e com maior redução de CWM-SLA nos indivíduos femininos durante as fases fenológicas. Observou-se também um gradiente de amplitude de variação do traço conforme o aumento da altitude, tendo a região mais elevada uma amplitude maior quando comparada com regiões de altitudes intermediárias. Demonstrou-se que a estrutura funcional de populações de *M. coriacea* é negativamente relacionada com a altitude, com plantas femininas tendo seu desempenho mais reduzido que as plantas masculinas, sendo este padrão afetado pela fenologia.

Palavras-chave: *Área Foliar Específica (SLA), Community Weighted Means (CWM), ecologia funcional*

ABSTRACT

FAVARATO, Marcela Secchin, M.Sc, Vila Velha University – ES, June 2019.

Intraspecific functional variation of specific leaf area in a dioecious species (*Myrsine coriacea*): effects of altitude and phenology.

Advisor: Mário Luís Garbin.

Functional ecology seeks to understand how the functional traits of individuals, in populations, species or in communities, vary in ecological gradients. Functional traits are characteristics that can affect performance measures in organisms. In this study, nine populations of *Myrsine coriacea*, distributed along an altitudinal gradient in the state of Espírito Santo, Brazil, were studied. We used the Community Weighted Means Correlation (CWM), adapted for populations. The trait studied was the specific leaf area (SLA), with relative growth rate (RGR) as a measure of performance. Significant reductions of CWM-SLA were observed along the gradient, with greater reduction of CWM-SLA in females in the phenological phases. There was also a gradient of amplitude of variation of the trait as the elevation increased, with the highest region having a greater amplitude when compared to regions of intermediate altitudes. We showed that the functional structure of *M. coriacea* populations is negatively related with elevation, with female plants being more affected than male plants, and that this pattern is affected by phenology.

Key-words: *Community Weighted Means (CWM), functional ecology, Specific Leaf Area (SLA)*

1. INTRODUÇÃO

A ecologia funcional trata do agrupamento de indivíduos por características semelhantes, independente do que é estabelecido pelas relações taxonômicas e filogenéticas (Garnier et al., 2016). Nessa perspectiva, as características que afetam alguma medida de desempenho do organismo, as quais podem influenciar no estabelecimento, sobrevivência ou *fitness* das espécies, são chamadas de traços funcionais (Reich et al., 2003; Violle et al., 2007; Garnier et al., 2016). Tais características devem ser capazes de ser mensuradas nos indivíduos, e essas podem ser de natureza morfológica, fisiológica, fenológica ou comportamental (Violle et al., 2007; Tilman, 2001).

São exemplos de traços funcionais em plantas: altura total do indivíduo, área foliar específica, razão da taxa fotossintética e massa seca da folha, razão da taxa fotossintética e área foliar, condutância estomática e os modos de polinização e dispersão (Kattge et al., 2011). O valor ou modalidade obtido para um traço em alguma posição do tempo ou espaço é chamado de atributo (de Paula, 2013; Garnier et al., 2016). A área foliar específica (SLA) é a razão entre a área e a massa seca da folha (Ferreira et al., 2008). Muitos estudos demonstram a importância da SLA para verificar a ocorrência de adaptações resultantes da seleção natural em populações (Knight e Ackerly, 2003; Reich et al., 2003; Ramírez-valiente et al., 2017), sobretudo relacionados às mudanças ambientais como indicadora da intensidade de distúrbios em processos sucessionais (Prado-Júnior et al., 2014).

A maioria dos estudos ecológicos se concentra em obter dados de abundância e riqueza, sem considerar as particularidades de cada indivíduo (Tilman, 2001; Schleuter et al., 2010; Bolnick et al., 2011). A ecologia funcional tem focado em entender padrões entre espécies, ou seja, na variação funcional interespecífica (Violle et al., 2012). A variação interespecífica pode ser resultado da ação de filtros ambientais (de Bello et al., 2013; Zuo et al., 2016; Garnier et al., 2016). Ao passar por um filtro ambiental, os traços funcionais determinarão quais as espécies obterão mais sucesso no estabelecimento e permanência nas condições abióticas que estão submetidas, afetando assim suas abundâncias relativas (de Bello et al., 2013; Zuo et al., 2016). A variação intraespecífica, no entanto, pode ser superior à interespecífica em gradientes ambientais (Violle et

35 al., 2012). Medir a variação em diferentes populações de uma dada espécie
36 informará quais atributos são importantes em conferir sobrevivência local em
37 diferentes habitats ao longo de gradientes.

38 Historicamente, todavia, tem se assumido que a variação intraespecífica
39 é baixa em relação à interespecífica (Bolnick et al., 2011; Violle et al., 2012, Zuo
40 et al., 2016). No entanto, estudos recentes têm demonstrado a importância da
41 variação funcional intraespecífica em explicar padrões de organização de
42 comunidades vegetais (Albert et al., 2011). A variação intraespecífica é resultado
43 de diferenciações entre indivíduos dentro de uma população devido ao
44 polimorfismo de genes ou à plasticidade fenotípica (Garnier et al., 2016;
45 Ramírez-valiente et al., 2017). Assim, a variação intraespecífica é capaz de
46 alterar a dinâmica de uma população, pois características distintas podem
47 favorecer alguns indivíduos quanto à utilização de recursos, defesas contra
48 predadores, resistência a parasitas e a fatores abióticos (Bolnick et al., 2011).
49 Torna-se, portanto, importante entender padrões de variação funcional em
50 populações de espécies de forma a obter maior poder preditivo sobre as
51 respostas dos organismos às variações ambientais.

52 Um componente importante, porém, largamente negligenciado em
53 estudos funcionais em nível de comunidades, é que a variação intraespecífica
54 pode ter origem na dioecia. Plantas dioicas são aquelas que apresentam ao
55 menos alguns indivíduos em uma população com somente flores pistiladas ou
56 somente flores estaminadas (Gurevitch et al., 2012). A teoria ecológica
57 comumente foca em prever a dinâmica das abundâncias espécies sem levar em
58 conta a variação fenotípica (Bolnick et al., 2011). No entanto, há muito tempo os
59 ecólogos sabem que sexo é um importante componente da variação fenotípica
60 com potencial de alterar os parâmetros demográficos e, dessa forma, as
61 abundâncias das espécies (Bolnick et al., 2011). Florestas tropicais podem ter
62 uma proporção relativamente alta de espécies dioicas (Matallana et al., 2005),
63 especialmente nos estágios iniciais da sucessão (Réjou-Méchan e Cheptou,
64 2015). Entender a magnitude da variação funcional de espécies dioicas em
65 sistemas tropicais permitirá avançar no entendimento de como a variação
66 intraespecífica influencia o funcionamento e a organização de comunidades.

67 Gradientes topográficos permitem um grande poder experimental ao
68 pesquisador. Amostrar ao longo do espaço em gradientes que representam

69 processos de interesse é uma forma de conduzir experimentos mensurativos
70 (*sensu* Hurlbert, 1984) envolvendo populações naturais sem as restrições típicas
71 de experimentos controlados, como o baixo tamanho de amostra (Legendre e
72 De Cáceres, 2013). Ao estudar um gradiente de altitude, pode-se mais facilmente
73 mensurar os diferentes padrões ambientais que ocorrem na natureza (Harrison
74 et al., 1989; Diaz et al., 1998). Em regiões montanhosas, as variáveis físicas
75 como temperatura, umidade do ar, luminosidade, precipitação, velocidade do
76 vento e características do solo mudam ao longo do gradiente e, por
77 consequência, os seres vivos são influenciados por essas variações (Lacerda,
78 2001). Em regiões tropicais, se observa a tendência na diminuição do tamanho
79 das plantas em altitudes mais elevadas (Ackerly et al., 2001; Lacerda, 2001).
80 Dessa forma, pode-se considerar o crescimento relativo como uma medida de
81 desempenho de organismos em populações vegetais (Lambers et al., 2008).
82 Assim, é possível entender a variação intraespecífica em gradientes como a
83 variação no atributo de um dado traço em função da variação em algum
84 gradiente de interesse.

85 A variação nos atributos em função de gradientes ambientais pode ser
86 feita com base na média do atributo ou na variação dele. Dessa forma,
87 *Community Weighted Means correlation* (CWM) é um cálculo bastante utilizado
88 por conseguir mensurar as múltiplas facetas existentes na estrutura funcional de
89 uma comunidade (de Bello et. al., 2013). O cálculo pode ser facilmente adaptado
90 para o estudo de populações utilizando atributos de indivíduos em populações e
91 as taxas de crescimento desses indivíduos (Díaz e Cabido, 1997; Pillar et al.,
92 2009).

93 A espécie que utilizamos como modelo para este estudo é *Myrsine*
94 *coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. Ela é considerada uma espécie pioneira,
95 facilitadora e amplamente distribuída nas formações florestais brasileiras,
96 principalmente na Floresta Atlântica (Freitas e Carrijo, 2008; Begnini e Castellani,
97 2013; Freitas e Kinoshita, 2015). Essa espécie é encontrada em diversas
98 formações distintas, principalmente em áreas abertas e bordas florestais (Freitas
99 e Carrijo, 2008; Freitas e Kinoshita, 2015), com ocorrência nos estados do
100 Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do
101 Sul e Santa Catarina (Freitas e Kinoshita, 2015). Conhecida popularmente por
102 Copororoca, *M. coriacea* é dioica, arbórea, de pequeno a médio porte,

103 pertencente à família Primulaceae, gênero *Myrsine* (Flores et al., 2015). Vale
104 ressaltar que o gênero *Myrsine* é o principal da família *Primulaceae* nas florestas
105 brasileiras, mas é possível também encontrá-lo na literatura como gênero
106 *Rapanea* devido a divergências taxonômicas entre pesquisadores (Souza e
107 Lorenzi, 2012). Seu período de floração ocorre entre maio e junho, enquanto que
108 a frutificação se dá entre outubro e dezembro (Carvalho, 2003; Begnini e
109 Castellani, 2013). A dispersão dessa espécie é realizada principalmente por aves
110 e mamíferos, em especial pelas espécies de aves *Tangara cyanocephala*,
111 *Dacnis cayana* e *Elaenia* sp. (Begnini e Castellani, 2013).

112 O presente estudo visa entender padrões de variação funcional
113 intraespecíficas da espécie *Myrsine coriacea* (Figura 1) em diferentes fases
114 fenológicas ao longo de um gradiente altitudinal. Valores baixos de SLA indicam
115 presença de estresses relacionados à disponibilidade de recursos, enquanto
116 valores altos estão relacionados com maiores disponibilidades de recursos e
117 sombreamento (Martins et al., 2015). Espera-se, portanto, que o gradiente
118 altitudinal imponha restrições à estrutura funcional (CWM-SLA) nas populações
119 de *Myrsine coriacea*. Além disso, espera-se que esse efeito se dê de forma
120 diferencial a indivíduos masculinos e femininos, com indivíduos femininos sendo
121 os mais afetados pelo gradiente. Estudar os traços funcionais de uma espécie
122 nativa e pioneira, como a *Myrsine coriacea*, é de extrema importância para
123 entender sua plasticidade de se estabelecer em diferentes habitats.

124

125 **2. MATERIAL E MÉTODOS**

126

127 **2.1. Área de estudo**

128

129 O estudo foi realizado em fragmentos de Mata Atlântica em nove
130 municípios do Estado do Espírito Santo, Brasil, os quais estão dispostos em
131 gradiente de altitude, da seguinte forma: Dores do Rio Preto (20°28'S 41°49'W),
132 1774 m; Domingos Martins (20°24'S 41°01'W), 1302 m; Castelo (20°31'S
133 41°05'W), 1158 m; Iúna (20°22'S 41°28'W), 1093 m; Mimoso do Sul (20°55'S
134 41°32'W), 917 m; Vargem Alta (20°37'S 40°58'W), 863 m; Venda Nova do
135 Imigrante (20°23'S 41°11'W), 851 m; Alegre (20°37'S 41°23'W), 752 m; Muqui
136 (20°55'S 41°26'W), 639 m (figura 1). As coordenadas supracitadas foram obtidas

137 no centro de cada população, com a utilização do GPS (Garmin, GPSMAP 64S).
138 Os locais estudados estão representados na Figura 2.

139

140 2.2. Procedimentos de Amostragem

141

142 O trabalho foi realizado com os dados coletados por Valente (2016) nos
143 nove municípios do Estado do Espírito Santo, Brasil. Em cada um desses locais,
144 foi estudada uma população de *M. coriacea* com doze indivíduos marcados em
145 cada população, correspondentes a seis machos e seis fêmeas. As coletas dos
146 dados foram realizadas no intervalo de quatro meses de forma a abranger as
147 três fases do ciclo fenológico da espécie (vegetativo, floração e frutificação) entre
148 dezembro de 2015 e novembro de 2016. A marcação dos indivíduos foi realizada
149 durante no período de floração, quando se pode identificar estames, em
150 indivíduos machos, e pistilos, em fêmeas.

151 Os dados de crescimento relativo do caule e foliares foram obtidos durante
152 as três fases fenológicas. O crescimento relativo do caule foi obtido com a
153 observação de bandas dendrométricas dispostas na altura do peito de acordo
154 com (Keeland e Sharitz, 1993), dispostas na altura do peito. Posteriormente, a
155 Taxa de Crescimento Relativo do Caule (TCR) foi obtida pela razão entre o
156 crescimento absoluto pelo diâmetro do caule. A área foliar foi obtida pela coleta
157 das folhas de dois ramos de cada indivíduo, e, posteriormente, foram
158 fotografadas e analisadas pelo *software* Image J (Rasband, 2004). Os ramos
159 foram secos em estufa a 60°C, até obter massa constante. Para determinação
160 da massa seca, foi utilizada uma balança analítica. A área foliar específica (SLA)
161 foi calculada pela razão entre área foliar e massa seca das folhas.

162

163 2.3. Análises estatísticas

164

165 Foi realizado o cálculo Community Weighted Means correlation (CWM)
166 para os traços de área foliar específica (SLA) para as nove populações de
167 *Myrsine coriacea*. A CWM é o cálculo da média balanceada pela abundância das
168 espécies de uma dada área pela matriz de atributos das espécies componentes
169 dessa área, sendo a matriz resultante composta pelos atributos por unidade
170 amostral (Kleyer et al., 2012; Hulshof et al., 2013; Li et al., 2017).

171 O cálculo da CWM pode ser expresso por: $CWM_k = \sum_{aik} t_{ik}$, em que i
172 corresponde às espécies, a_{ik} corresponde à abundância relativa da espécie i na
173 parcela k , e t_{ik} é atributo médio da espécie i na parcela k (Hulshof et al., 2013).
174 Aqui, esse cálculo foi adaptado para as análises funcionais de populações da
175 seguinte forma: ao invés de abundância, foi utilizada a Taxa de Crescimento
176 Relativo do Caule (TCR) como medida de desempenho; ao invés de
177 comunidades, espécies; e, ao invés de espécies, indivíduos. Posteriormente,
178 foram realizadas regressões lineares entre altitude e CWM-SLA para todas as
179 populações (masculinos e femininos juntos) e para masculinos e femininos em
180 separado, considerando as três fases fenológicas: vegetativa, floração e
181 frutificação.

182 Foi realizada regressão linear entre TCR e SLA, para verificar a
183 dependência entre a medida de desempenho e o traço analisado, entre o valor
184 de CWM-SLA e elevação topográfica, para entender como a estrutura funcional
185 muda com altitude. Isso foi feito para indivíduos masculinos e femininos nas três
186 fases fenológicas. *Boxplots* foram utilizados para análise da distribuição dos
187 dados. O valor do p – *value* adotado foi de $p < 0,05$. As análises foram realizadas
188 no ambiente R (R Development Core Team, 2012).

189

190 3. RESULTADOS

191

192 Observou-se uma diminuição significativa da CWM-SLA com o aumento
193 da altitude CWM-SLA ($r^2=0.6385$, $p=0.05976$; fig. 3). Ao considerar
194 separadamente os indivíduos femininos e masculinos, também houve
195 diminuições significativas, com os seguintes resultados: femininos CWM-SLA
196 ($r^2=0.71560$, $p = 0.002494$; Fig. 4) e masculinos CWM-SLA ($r^2= 0.4218$,
197 $p=0.03468$; Fig. 5). Essa relação negativa significativa se manteve para os
198 indivíduos femininos independentemente da fase fenológica da seguinte forma:
199 vegetativa CWM-SLA ($r^2 = 0.412$, $p = 0.037$; fig. 6); floração CWM-SLA ($r^2 =$
200 0.7012 , $p = 0.002984$; Fig. 7); frutificação CWM-SLA ($r^2 = 0.554$, $p = 0.01299$;
201 Fig. 8). Para os indivíduos masculinos, no entanto, isso foi verdadeiro apenas na
202 fase vegetativa, com CWM-SLA ($r^2 = 0.5019$, $p= 0.01965$; Fig. 9), enquanto que
203 nas outras fases os valores não foram significativos: floração CWM-SLA ($r^2 =$
204 0.08793 , $p = 0.2249$; fig. 10) e frutificação CWM-SLA ($r^2= -0.09649$, $p = 0.6033$;

205 fig. 11). Ao comparar todos os indivíduos em todas as populações, pode-se
206 perceber que houve relação positiva significativa entre TCR e SLA ($r^2 = 0.01001$,
207 $p = 0.0472$; Fig. 12).

208 Os *Boxplots* (Figura 13) demonstraram maior amplitude de variação da SLA
209 na população de Dores do Rio Preto, a qual se encontra em maior altitude, e
210 menor amplitude de variação do traço na população de Muqui, a mais baixa
211 analisada. Pode-se perceber, portanto, o aumento dessa variação conforme o
212 aumento da altitude nas populações de *Myrsine coriacea*.

213

214 4. DISCUSSÃO

215

216 Demonstrou-se que a estrutura funcional (CWM-SLA) da espécie dioica
217 *Myrsine coriacea* é fortemente dependente da fenologia e do sexo. A ecologia
218 funcional tem como premissa fundamental a ideia de que traços afetarão o
219 desempenho dos organismos (McGill et al., 2006). Porém, isso vem sendo feito
220 sem consideração sobre as diferenças dentro de espécie, ou seja, dentro e entre
221 populações (Bolnick et al., 2011). Sexo é uma importante fonte de variação
222 dentro de espécie e comunidades tropicais podem ter uma grande proporção de
223 espécies deioicas (Matallana et al., 2005). Vários estudos têm discutido como a
224 variação intra-específica em populações pode afetar a estrutura funcional de
225 comunidades (Bolnick et al., 2011; Jung et al. 2010; Hulshof et al. 2013). A
226 premissa de que todos os indivíduos da mesma espécie são efetivamente
227 intercambiáveis, comumente utilizada em estudos de ecologia funcional (Bolnick
228 et al., 2011), não pode ser assumida. Nossos dados dão suporte empírico, para
229 sistemas tropicais, de que diferenças de sexo importam para estrutura funcional
230 de uma espécie de ampla distribuição.

231 No gráfico de regressão entre TCR e SLA (Fig. 12), é possível perceber
232 que há uma relação de dependência entre as duas variáveis, o TCR foi uma
233 variável eficaz para medir o desempenho em populações. O TCR, portanto, foi
234 uma medida de desempenho eficaz para as análises de CWM-SLA. Essa relação
235 entre TCR e SLA também foi relatada por Missio et al. (2017), os quais também
236 relacionaram a SLA com a capacidade fotossintética, absorção de carbono e
237 longevidade. A menor razão CWM-SLA encontrada em decorrência do gradiente
238 altitudinal (Fig. 3) pode ser explicada pelo aumento da exposição das plantas à

239 luz solar em ambientes mais elevados (Ackerly et al., 2001). Vários trabalhos
240 indicam essa relação de decréscimo da SLA com o aumento da incidência
241 luminosa devido ao aumento da taxa fotossintética (Veneklaas e Poorter, 1998;
242 Kenzo et al., 2015; Souza et al., 2017). Com o aumento da luminosidade, ocorre
243 maior assimilação de fotoassimilados, sobretudo carbono (Souza et al., 2017).
244 Assim, quanto maior é a concentração de fotoassimilados na estrutura foliar,
245 maior é a massa seca, e, conseqüentemente, menor a razão SLA.

246 Essa diminuição da CWM-SLA com o aumento da altitude sugere a
247 existência de pressões ambientais sobre as populações de *Myrsine coriacea*
248 estudadas. De acordo Veneklaas e Poorter (1998), Walters & Reich (1999),
249 Reich et al. (2003) e Martins et al. (2015), isso pode ser explicado pois espécies
250 mais propícias a ambientes de sombra costumam ter a razão SLA mais alta que
251 as plantas mais tolerantes a luz solar. Além disso, espécies pioneiras, assim
252 como *Myrsine coriacea*, tende a ser mais tolerantes à luz, devendo assim ter
253 valores de SLA mais baixos e crescimento rápido (Veneklaas e Poorter, 1998).
254 No entanto, elas também possuem crescimento rápido quando há baixa
255 disponibilidade de luz, devido à maior assimilação de nutrientes quando
256 comparadas com plantas sucessionalmente tardias (Tilman, 1985; Veneklaas e
257 Poorter, 1998). O padrão geral de SLA encontrado, portanto, corrobora com o
258 esperado de uma espécie pioneira em ambientes de maior incidência luminosa.

259 A redução da CWM-SLA observada entre os indivíduos de acordo com o
260 sexo (feminino, Fig. 4; masculino, Fig. 5), demonstrou que indivíduos femininos
261 possuem menor SLA quando comparadas com plantas masculinas ao longo do
262 gradiente, com evidentes reduções durante a floração e frutificação (fig. 6; fig. 7;
263 fig. 8; fig. 9; fig. 10; fig. 11). No período vegetativo, tanto os indivíduos masculinos
264 quanto femininos investiram, principalmente, no crescimento estrutural, além da
265 produção de reservas energéticas para reprodução (Matter et. al., 2004). Já as
266 plantas femininas, necessitam de mais investimentos em biomassa para
267 produzirem uma reserva energética suficiente para alocação de nutrientes
268 durante o período reprodutivo (Herms & Mattson; 1992; Matter, et. al., 2004;
269 Barrett & Hough, 2013). Desse modo, pode-se dizer que os indivíduos femininos
270 produzem mais biomassa para produção de sementes e frutos, o que explica os
271 menores valores de CWM-SLA das plantas femininas no período de floração e
272 de frutificação ao longo do gradiente, enquanto que nos indivíduos masculinos

273 não foram obtidos resultados significativos durante essas duas fases
274 fenológicas.

275 Esse padrão está de acordo com os resultados obtidos de Valente (2016)
276 ao comparar as diferenças no dimorfismo sexual em traços funcionais nas
277 mesmas populações de *Myrsine coriacea*. Valente (2016) também encontrou
278 diferenças significativas apenas nas fases de floração e frutificação, e constatou
279 a ocorrência de maior investimento dos indivíduos masculinos em crescimento
280 na fase vegetativa, enquanto que nos femininos foi verificado maior investimento
281 em compostos fenólicos, clorofila e maior eficiência fotossintética. Ao acumular
282 mais carbono, Herms e Mattson (1992) relatam a tendência das plantas
283 femininas na obtenção de maior capacidade de defesa contra predadores
284 quando comparadas com plantas masculinas, isso devido à maior produção de
285 metabólitos foliares de defesa, os quais dificultam a herbivoria. As plantas
286 femininas, portanto, tendem a ser mais capazes de resistir às adversidades
287 ambientais do que as plantas masculinas.

288 A maior amplitude de variação do traço observada na população de Dores
289 do Rio Preto, região mais elevada, e menor amplitude de variação em Muqui,
290 região de menor elevação estudada (Fig. 13), confirmam maior heterogeneidade
291 do traço em altitudes mais elevadas, quando comparadas com regiões de
292 altitudes intermediárias. Observa-se na Figura 13 que há um padrão de aumento
293 dessa heterogeneidade com o aumento da altitude. Além do aumento da
294 luminosidade em gradientes altitudinais, as regiões de topo costumam também
295 concentrar menos nutrientes devido a processos de lixiviação (Werner e
296 Homeier, 2014; Nettesheim et al., 2018), o que torna esses locais mais aptos a
297 estresses ao comparados com regiões de altitudes intermediárias.

298

299 **5. CONCLUSÃO**

300

301 Demonstrou-se que fenologia e o sexo afetam a estrutura funcional de
302 populações de *M. coriacea* em um gradiente altudinal, com plantas femininas
303 tendo seu desempenho mais afetado que as plantas masculinas. Sugere-se que
304 comunidades com maior proporção de plantas dioicas considerem o sexo e a
305 fenologia como fatores importantes em determinar a estrutura funcional. Regiões
306 mais elevadas obtiveram menores SLA, e também maior amplitude de variação

307 do traço funcional, o que pode estar relacionado com o aumento de luminosidade
308 e redução da fertilidade em regiões de topo. Sugere-se que essa variação indica
309 que *M. coriacea* possui plasticidade de sobreviver em regiões diversas, e assim
310 pode ser uma ótima candidata a restaurar ambientes impactados em trabalhos
311 futuros. Além disso, os indivíduos femininos se mostraram com mais plasticidade
312 ao comparados aos masculinos, ao considerar todas as fases fenológicas.

313

314 **6. REFERÊNCIAS**

315 Ackerly, D.D., Knight, C.A., Weiss, S.B., Barton, K., Starmer, K.P., 2002. Leaf
316 size, specific leaf area and microhabitat distribution of chaparral woody
317 plants: Contrasting patterns in species level and community level
318 analyses. *Oecologia* 130, 449–457. [https://doi.org/10.1111/j.1479-](https://doi.org/10.1111/j.1479-828X.2006.00594.x)
319 [828X.2006.00594.x](https://doi.org/10.1111/j.1479-828X.2006.00594.x)

320 Albert, C.H., Grassein, F., Schurr, F.M., Vieilledent, G., Violle, C., 2011. When
321 and how should intraspecific variability be considered in trait-based
322 plant ecology? *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 13, 217–225.
323 <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2011.04.003>

324 Barrett, S.C.H., Hought, J., 2013. In *Posidonia oceanica* cadmium induces
325 changes. *J. Exp. Bot.* 64, 67–82. <https://doi.org/10.1093/jxb/err313>

326 Begnini, R.M., Castellani, T.T., 2013. Seed rain under the canopies of female
327 and male *Myrsine coriacea*, a pioneer tree from the Brazilian Atlantic
328 forest. *J. Trop. Ecol.* 29, 391–399.
329 <https://doi.org/10.1017/S0266467413000400>

330 Bolnick, D.I., Amarasekare, P., Araújo, M.S., Bürger, R., Levine, J.M., Novak,
331 M., Volker, H.W.R., Schreiber, S.J., Urban, M.C., Vasseur, D., 2011.
332 Why intraspecific trait variation matters in community ecology Daniel.
333 *Trends Ecol Evol.* 26, 183–192.
334 <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.01.009>

335

- 336 Carvalho, P. E. R. 2003. Espécies Arbóreas Brasileiras. First ed. Brasília, BR.
- 337 De Bello, F., Lavorel, S., Lavergne, C.H.A., Boulangeat, I., Mazel, F., W., T.,
338 2013. Hierarchical effects of environmental filters on the functional
339 structure of plant communities: a case study in the French Alps. Adv.
340 Mater. Res. 629, 768–772. [https://doi.org/10.1111/j.1600-](https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.07438.x)
341 [0587.2012.07438.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.07438.x)
- 342 De Paula, G.A.R., 2013. Perspectiva histórica e estudo de conceitos em
343 ecologia funcional. Oecologia Aust. 17, 331–346.
344 <https://doi.org/10.4257/oeco.2013.1703.02>
- 345 Díaz, S., Cabido, M., Casanoves, F., 1998. Plant functional traits and
346 environmental filters at a regional scale. J. Veg. Sci. 9, 113–122.
347 <https://doi.org/10.2307/3237229>
- 348 Ferreira, E.A., Concenco, G., Silva, A.A., Reis, M.R., Vargas, L., Viana, R.G.,
349 Guimaraes, A.A., Galon, L., 2008. Competitive potential of ryegrass
350 (*Lolium multiflorum*) biotypes. Planta Daninha 26, 261–269.
- 351 Freitas, M.; Carrijo, T.T., 2008. A família Myrsinaceae nos contrafortes do
352 maciço da Tijuca e entorno do jardim botânico do Rio de Janeiro,
353 Brasil. Rodriguésia 54, 813–828.
- 354 Freitas, M. de F., Kinoshita, L.S., 2015. Myrsine (Myrsinoideae- Primulaceae)
355 no sudeste e sul do Brasil. Rodriguesia 66, 167–189.
356 <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566109>
- 357 Flores, T. B., Colletta, G. D., Souza, V. C., Ivanauskas, N. M., Rodrigues, R.
358 R. 2015. Guia ilustrado para identificação das plantas da Mata
359 Atlântica: legado das águas – Reserva Votorantim. First ed., São
360 Paulo, BR.
- 361 Garnier, E., Navas, M. L.; Grigulis, K. 2016. Plant Functional Diversity. First
362 ed. Oxford, UK.

- 363 Harrison, E.A., Blodwyn, B.M., Dueser, R.D., 1989. Community Dynamics and
364 Topographic Controls on Forest Pattern in Community dynamics and
365 topographic controls on forest pattern in Shenandoah National Park,
366 Virginia. *Bull. Torrey Bot. Club* 116, 1–14.
367 <https://doi.org/10.2307/2997104>
- 368 Herms, D.A., Mattson, W.J., 1992. The dilemma of plants: to grow or defend.
369 *Q. Rev. Biol.* 67, 283–335.
- 370 Hulshof, C.M., Violle, C., Spasojevic, M.J., McGill, B., Damschen, E., Harrison,
371 S., Enquist, B.J., 2013. Intra-specific and inter-specific variation in
372 specific leaf area reveal the importance of abiotic and biotic drivers of
373 species diversity across elevation and latitude. *J. Veg. Sci.* 24, 921–
374 931. <https://doi.org/10.1111/jvs.12041>
- 375 Hulbert, H., 1984. Pseudoreplication and the Design of Ecological Field
376 Experiments. *Ecol. Soc. Am.* 52, 187–211.
- 377 Jung, V., Violle, C., Mondy, C., Hoffmann, L., Muller, S., 2010. Intraspecific
378 variability and trait-based community assembly. *J. Ecol.* 98, 1134–
379 1140. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2010.01687.x>
- 380 Kattge, J., Díaz, S., Lavorel, S., Prentice, I.C., Leadley, P., Bönisch, G.,
381 Garnier, E., ..., Wirth, C., 2011. TRY - a global database of plant traits.
382 *Glob. Chang. Biol.* 17, 2905–2935. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02451.x>
- 384 Keeland, B.D., Sharitz, R.R., 1993. Accuracy of tree growth measurements
385 using dendrometer bands. *Can. J. For. Res.* 23, 2454–2457.
386 <https://doi.org/10.1139/x93-304>
- 387 Kenzo, T., Inoue, Y., Yoshimura, M., Yamashita, M., Tanaka-Oda, A., Ichie,
388 T., 2015. Height-related changes in leaf photosynthetic traits in diverse
389 Bornean tropical rain forest trees. *Oecologia* 177, 191–202.
390 <https://doi.org/10.1007/s00442-014-3126-0>

- 391 Kleyer, M., Dray, S., Bello, F., Leps, J., Pakeman, R.J., Strauss, B., Thuiller,
392 W., Lavorel, S., 2012. Assessing species and community functional
393 responses to environmental gradients: Which multivariate methods? *J.*
394 *Veg. Sci.* 23, 805–821. [https://doi.org/10.1111/j.1654-](https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2012.01402.x)
395 [1103.2012.01402.x](https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2012.01402.x)
- 396 Lacerda, M. S. 2001. *Composição Florística e Estrutura da Comunidade*
397 *Arbórea Num Gradiente Altitudinal da Mata Atlântica*. Thesis, Unicamp,
398 Campinas, São Paulo, BR.
- 399 Lambers, H.; Chapin, F. S; Pons, T. L. 2008. *Plant Physiological Ecology*.
400 Second ed. New York, USA.
- 401 Legendre, P., De Cáceres, M., 2013. Beta diversity as the variance of
402 community data: Dissimilarity coefficients and partitioning. *Ecol. Lett.*
403 16, 951–963. <https://doi.org/10.1111/ele.12141>
- 404 Li, W., Epstein, H.E., Wen, Z., Zhao, J., Jin, J., Jing, G., Cheng, J., Du, G.,
405 2017. Community-weighted mean traits but not functional diversity
406 determine the changes in soil properties during wetland drying on the
407 Tibetan Plateau. *Solid Earth* 8, 137–147. [https://doi.org/10.5194/se-8-](https://doi.org/10.5194/se-8-137-2017)
408 [137-2017](https://doi.org/10.5194/se-8-137-2017)
- 409 Martins, A.C.F., Schiavini, I., Araújo, G.M. de, Lopes, S. de F., 2015.
410 *Capacidade Adaptativa De Espécies Do Cerrado Utilizadas Em Áreas*
411 *De Recuperação Ambiental*1. *Rev. Árvore* 39, 543–550.
412 <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000300015>
- 413 Matallana, G., Wendt, T., Araujo, D.S.D., Scarano, F.R., 2005. High
414 abundance of dioecious plants in a tropical coastal vegetation. *Am. J.*
415 *Bot.* 92, 1513–1519. <https://doi.org/10.3732/ajb.92.9.1513>
- 416 Matter, U.F., Silva, C.J., Cazetta, J.O., 2004. Alocação de fotoassimilados em
417 milho submetido a diferentes proporções de folhas e grãos. *Ceres* 51,
418 741–753.

- 419 McGill, B.J., Enquist, B.J., Weiher, E., Westoby, M., 2006. Rebuilding
420 community ecology from functional traits. *Trends Ecol. Evol.* 21, 178–
421 185. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.02.002>
- 422 Missio, F. de F., Da Silva, A.C., Higuchi, P., Longhi, S.J., Brand, M.A., Rios,
423 P.D., Rosa, A.D., Buzzi Junior, F., Bento, M.A., Gonçalves, D.A.,
424 Loebens, R., Pscheidt, F., 2017. Atributos funcionais de espécies
425 arbóreas em um fragmento de floresta Ombrófila mista em Lages-SC.
426 *Cienc. Florest.* 27, 215–224. <https://doi.org/10.5902/1980509826460>
- 427 Nettesheim, F.C., Garbin, M.L., Rajão, P.H.M., Araujo, D.S.D., Grelle, C.E.V.,
428 2018. Environment is more relevant than spatial structure as a driver
429 of regional variation in tropical tree community richness and
430 composition. *Plant Ecol. Divers.* 00, 1–15.
431 <https://doi.org/10.1080/17550874.2018.1473520>
- 432 Pillar, V.D., Duarte, L.D.S., Sosinski, E.E., Joner, F., 2009. Discriminating
433 trait-convergence and trait-divergence assembly patterns in ecological
434 community gradients. *J. Veg. Sci.* 20, 334–348.
435 <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.05666.x>
- 436 Prado-Junior, J., Schiavini, I., Vale, V., Lopes, S., Arantes, C., Oliveira, A.P.,
437 2015. Functional leaf traits of understory species: strategies to different
438 disturbance severities. *Brazilian J. Biol.* 75, 339–346.
439 <https://doi.org/10.1590/1519-6984.12413>
- 440 Poorter, H., Veneklaas, E.J., 1998. Growth and carbon partitioning of tropical
441 tree seedlings in contrasting light environments. in: *Inherent Variation
442 in Plant Growth: Physiological Mechanisms and Ecological
443 Consequences.* pp. 41–60.
- 444 Ramírez-Valiente, J.A., Center, A., Sparks, J.P., Sparks, K.L., Etterson, J.R.,
445 Longwell, T., Pütz, G., Cavender-Bares, J., 2017. Population-Level
446 Differentiation in Growth Rates and Leaf Traits in Seedlings of the
447 Neotropical Live Oak *Quercus oleoides* Grown under Natural and

448 Manipulated Precipitation Regimes. *Front. Plant Sci.* 8, 1–14.
449 <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00585>

450 Rasband W. 2004. ImageJ: Image Process and Analysis in Java. Natl. Inst.
451 of Health, Bethesda (MD).

452 Reich, P.B., Wright, I.J., Craine, J.M., Oleksyn, J., Westoby, M., Walters,
453 M.B., 2003. The Evolution of Plant Functional Variation: Traits,
454 Spectra, and Strategies Source: *International Journal of Plant*
455 *Sciences*, Vol. 164, No. S3, Evolution of Functional Traits in Plants
456 (May 2003), pp . S143-S164 Published by: The University of. *Int. J.*
457 *Plant Sci.* 164, S143–S164. <https://doi.org/10.1016/j.cyto.2006.01.009>

458 Réjou-Méchain, M., Cheptou, P.O., 2015. High incidence of dioecy in young
459 successional tropical forests. *J. Ecol.* 103, 725–732.
460 <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12393>

461 Shleuter, D., Daufresne, M., Massol, F., Argillier, C., 2010. A user’s guide to
462 functional diversity indices *D. Ecol. Monogr.* 80, 469–484.
463 <https://doi.org/10.1890/08-2225.1>

464 Souza, V.C., Lorenzi, H. 2012. *Botânica Sistemática: Guia ilustrado para*
465 *identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no*
466 *Brasil, baseado em APG III. Third ed. São Paulo, Br.*

467 Souza, C.S. do C., dos Santos, V.A.H., Ferreira, M.J., Gonçalves, J.F. de C.,
468 2017. Biomassa, Crescimento E Resposta Ecofisiológicas De Plantas
469 Jovens De. *Ciência Florest.* 27, 557–569.

470 Tilman, D., 1985. The University of Chicago The Resource-Ratio Hypothesis
471 of Plant Succession. *Am. Nat.* 125, 827–852.
472 <https://doi.org/10.1086/521238>

473 Tilman, D., 2001. Functional Diversity. *Encycl. Biodivers.* 3, 109–120.

474

- 475 Valente, C. S. 2016. Diversidade funcional de uma espécie arbórea dioica
476 (*Myrsine coriacea*) em fragmentos de Floresta Atlântica: Efeito do
477 dimorfismo sexual e da fenologia Diversidade funcional de uma
478 espécie arbórea dioica (*Myrsine coriacea*) em fragmentos de Floresta
479 Atlântica. 2017. Thesis, Universidade Federal do Espírito Santo,
480 Alegre, Espírito Santo, BR.
- 481 Violle, C., Navas, M., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I., Garnier,
482 E., 2007. Let the concept of trait be functional! *Cyrille. Oikos* 116, 882–
483 892. <https://doi.org/10.1111/j.2007.0030-1299.15559.x>
- 484 Violle, C., Enquist, B.J., McGill, B.J., Jiang, L., Albert, C.H., Hulshof, C., Jung,
485 V., Messier, J., 2012. The return of the variance: Intraspecific variability
486 in community ecology. *Trends Ecol. Evol.* 27, 244–252.
487 <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.11.014>
- 488 Walters Michael, B., Reich Peter, B., 1999. Low-light carbon balance and
489 shade tolerance in the seedlings of woody plants: Do winter deciduous
490 and broad-leaved evergreen species differ? *New Phytol.* 143, 143–
491 154.
- 492 Werner, F.A., Homeier, J., 2014. Is tropical montane forest heterogeneity
493 promoted by a resource-driven feedback cycle? Evidence from nutrient
494 relations, herbivory and litter decomposition along a topographical
495 gradient. *Funct. Ecol.* 29, 430–440. [https://doi.org/10.1111/1365-
496 2435.12351](https://doi.org/10.1111/1365-2435.12351)
- 497 Zuo, X., Yue, X., Lv, P., Yu, Q., Chen, M., Zhang, J., Luo, Y., Wang, S., Zhang,
498 J., 2017. Contrasting effects of plant inter- and intraspecific variation
499 on community trait responses to restoration of a sandy grassland
500 ecosystem. *Ecol. Evol.* 7, 1125–1134.
501 <https://doi.org/10.1002/ece3.2711>



Figura 1 – Indivíduo de *Mysine coriacea* fotografado em campo no Parque Nacional do Caparaó.

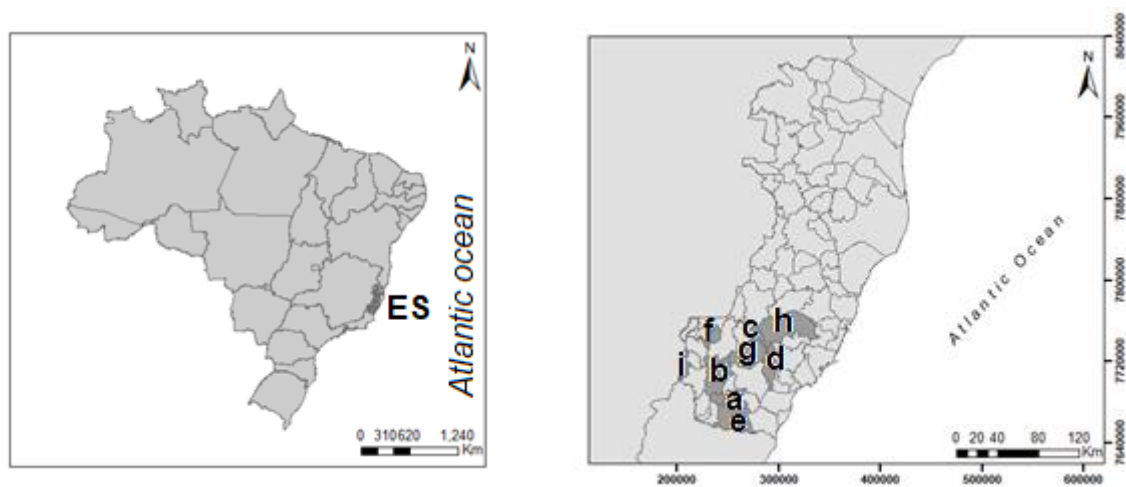


Figura 2 – Área de estudo marcada em cinza escuro, o mapa da esquerda com a localização do Espírito Santo (ES) no mapa do Brasil, e o mapa da direita indicando os municípios onde se encontram as populações de *Myrsine coriacea*: Muqui (a); Alegre (b); Venda Nova do Imigrante (c); Vargem Alta (d); Mimoso do Sul (e); Iúna (f); Castelo (g); Domingos Martins (h); Dores do Rio Preto (i).

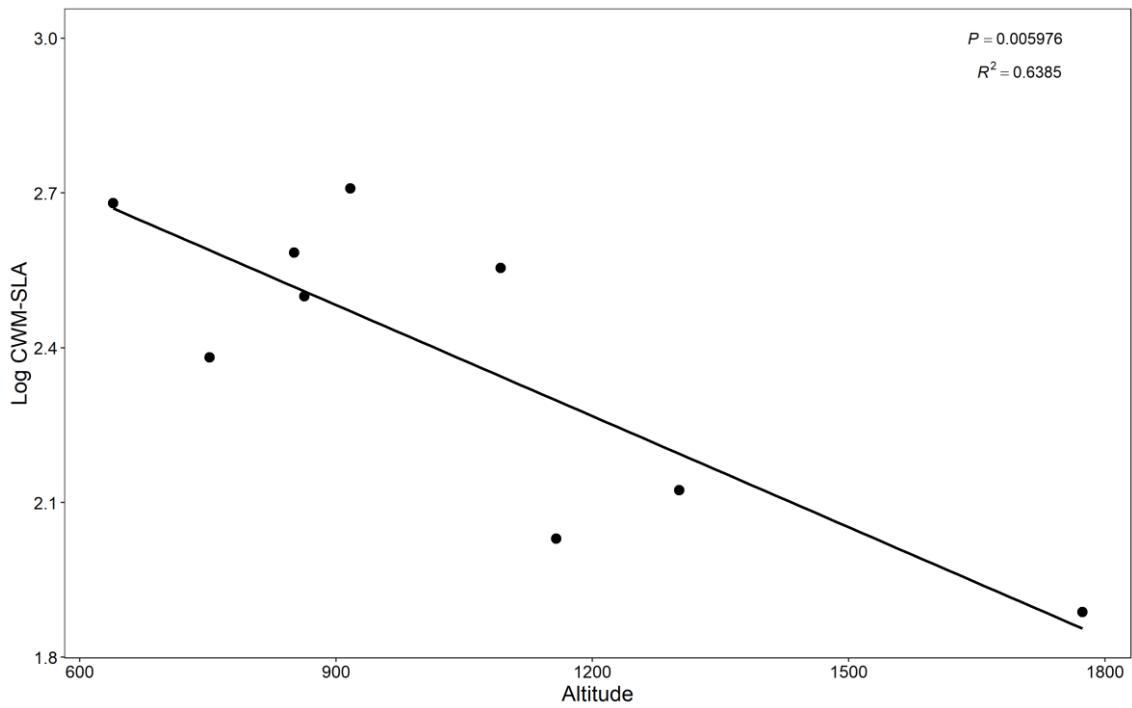


Figura 3 – Regressão linear da CWM-SLA de todos os indivíduos analisados com aumentos da altitude ($r^2= 0.6385$, $p=0.05976$).

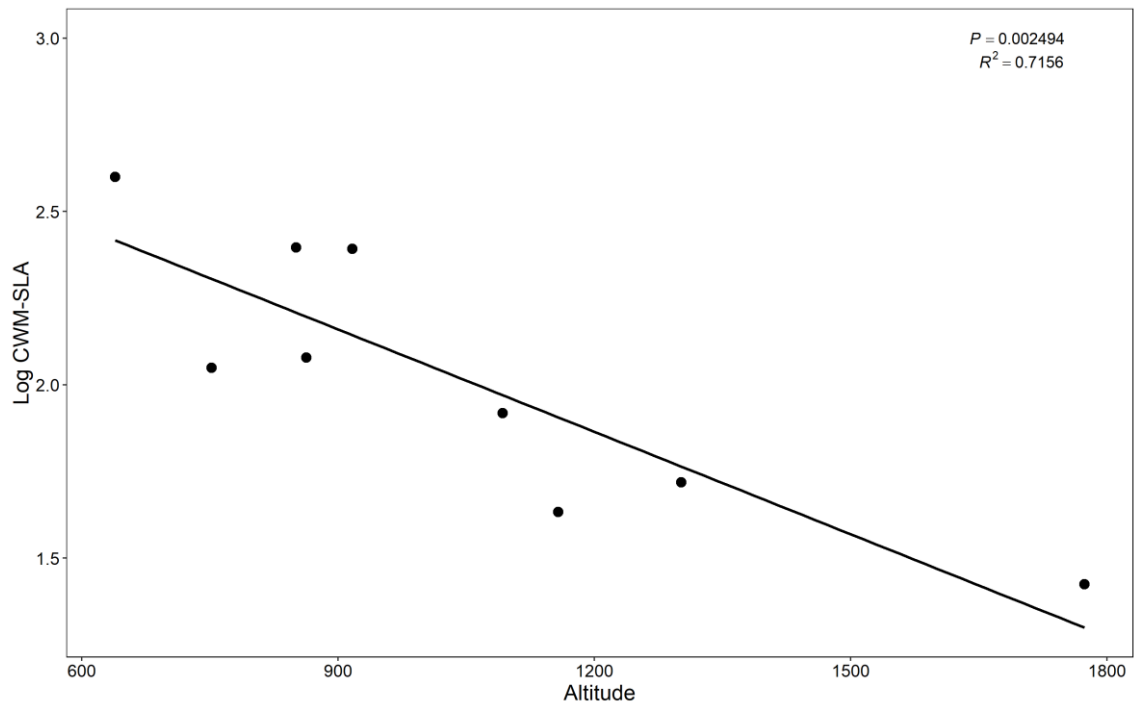


Figura 4 – Regressão linear da CWM-SLA dos indivíduos femininos ($r^2=0.71560$, $p = 0.002494$).

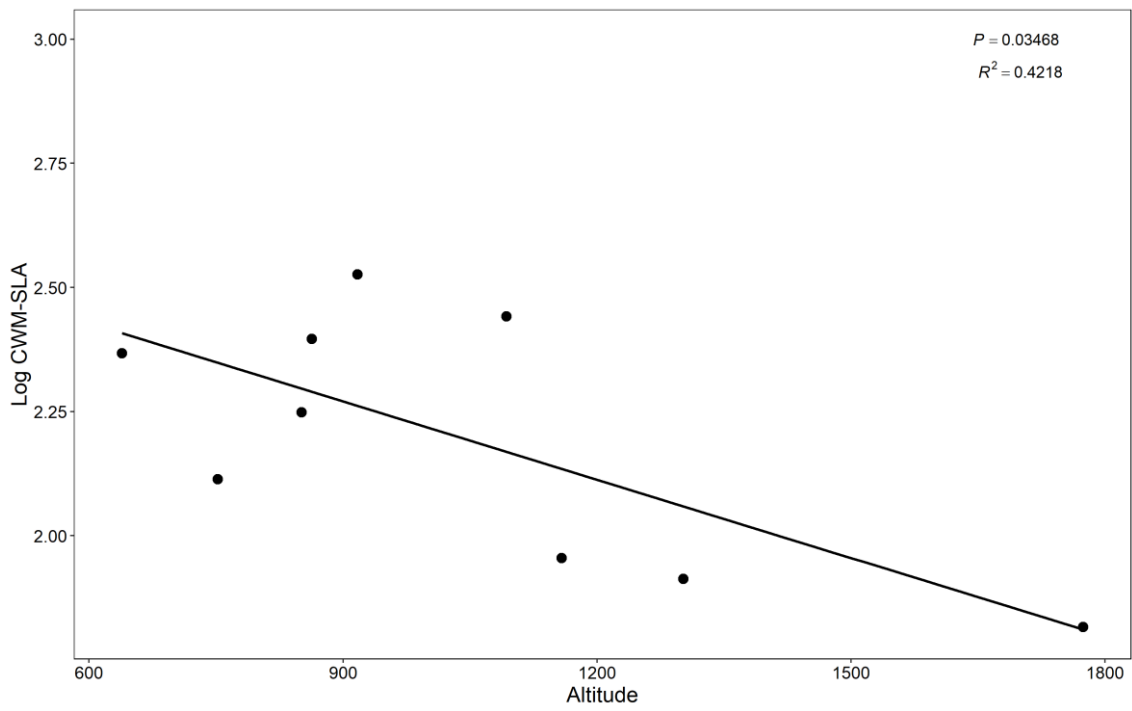


Figura 5 – Regressão linear da CWM-SLA dos indivíduos masculinos ($r^2=0.4218$, $p= 0.03468$).

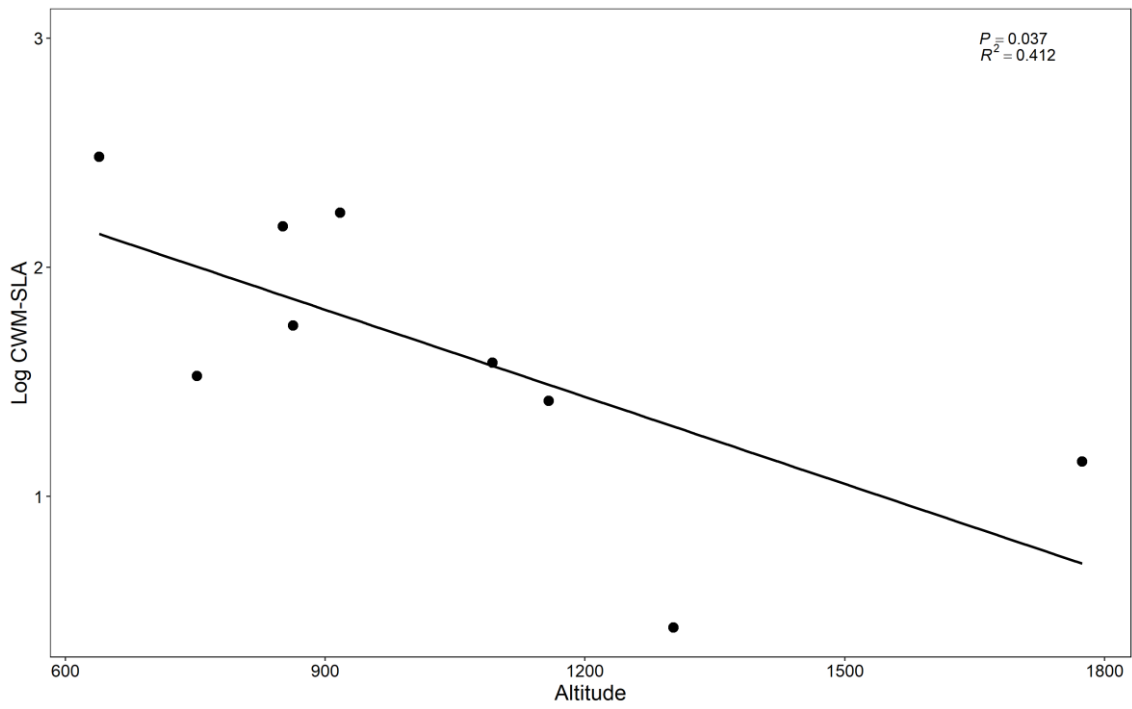


Figura 6 – Regressão linear da CWM-SLA dos indivíduos femininos no período vegetativo ($r^2 = 0.412$, $p = 0.037$).

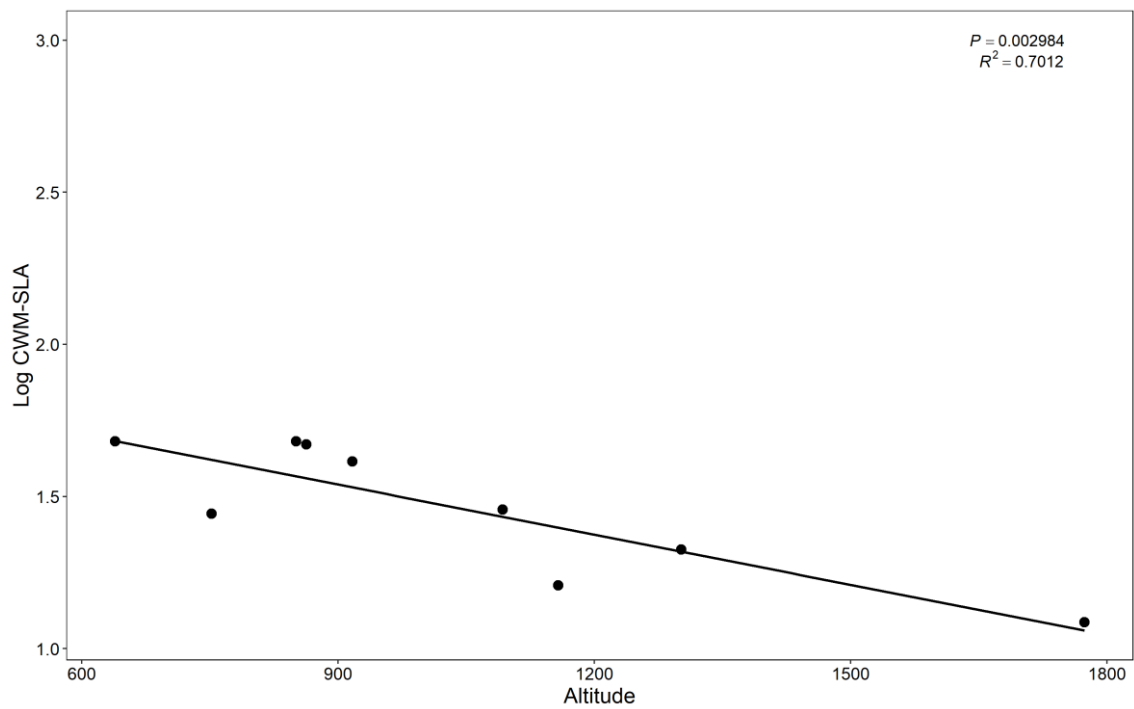


Figura 7 – Regressão linear da CWM-SLA dos indivíduos femininos no período de floração ($r^2 = 0.7012$, $p = 0.002984$).

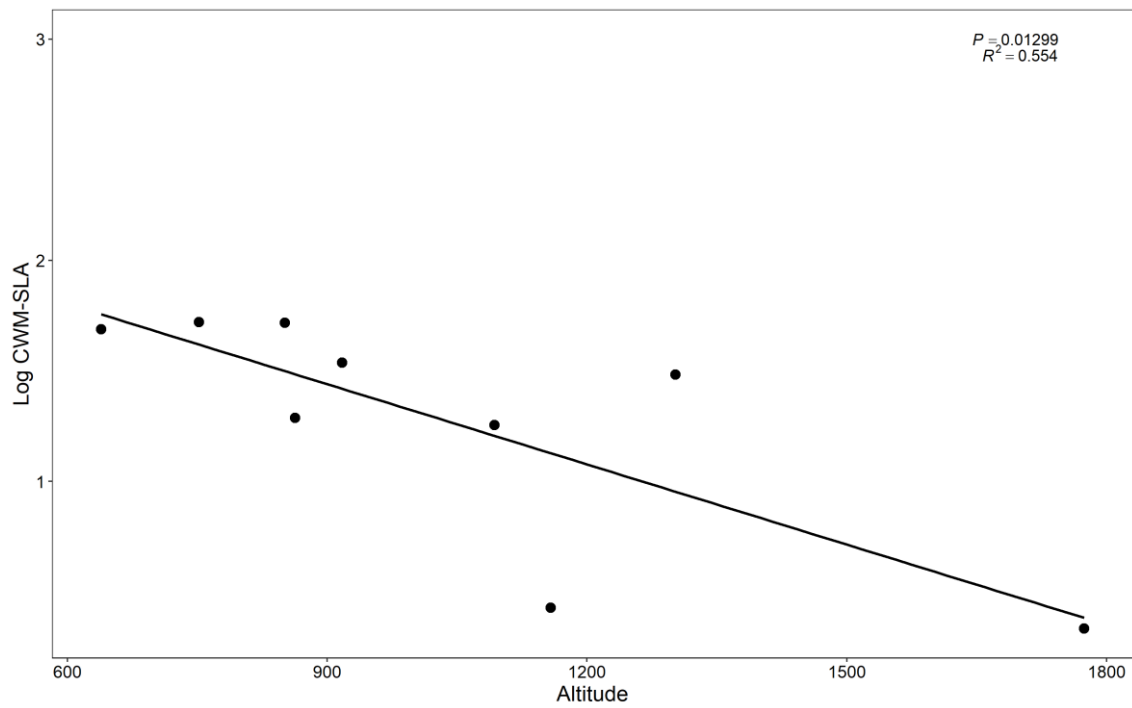


Figura 8 – Regressão linear da CWM-SLA dos indivíduos femininos no período de frutificação ($r^2 = 0.554$, $p = 0.01299$).

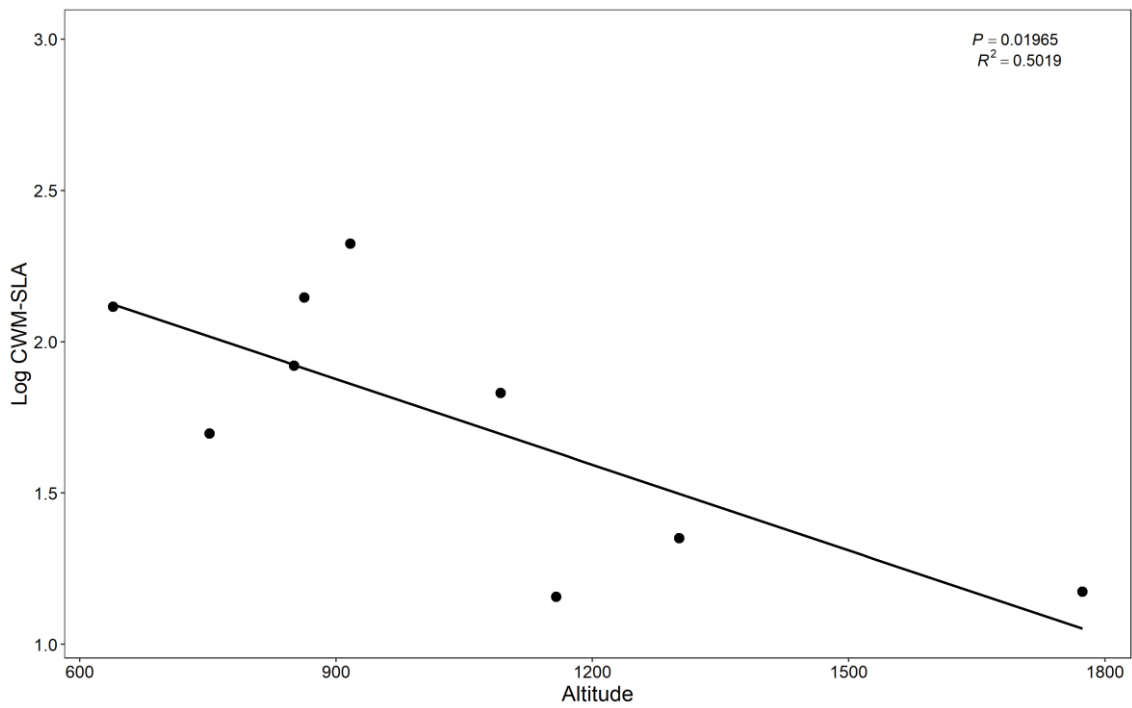


Figura 9 – Regressão linear da CWM-SLA dos indivíduos masculinos no período vegetativo ($r^2 = 0.5019$, $p = 0.01965$).

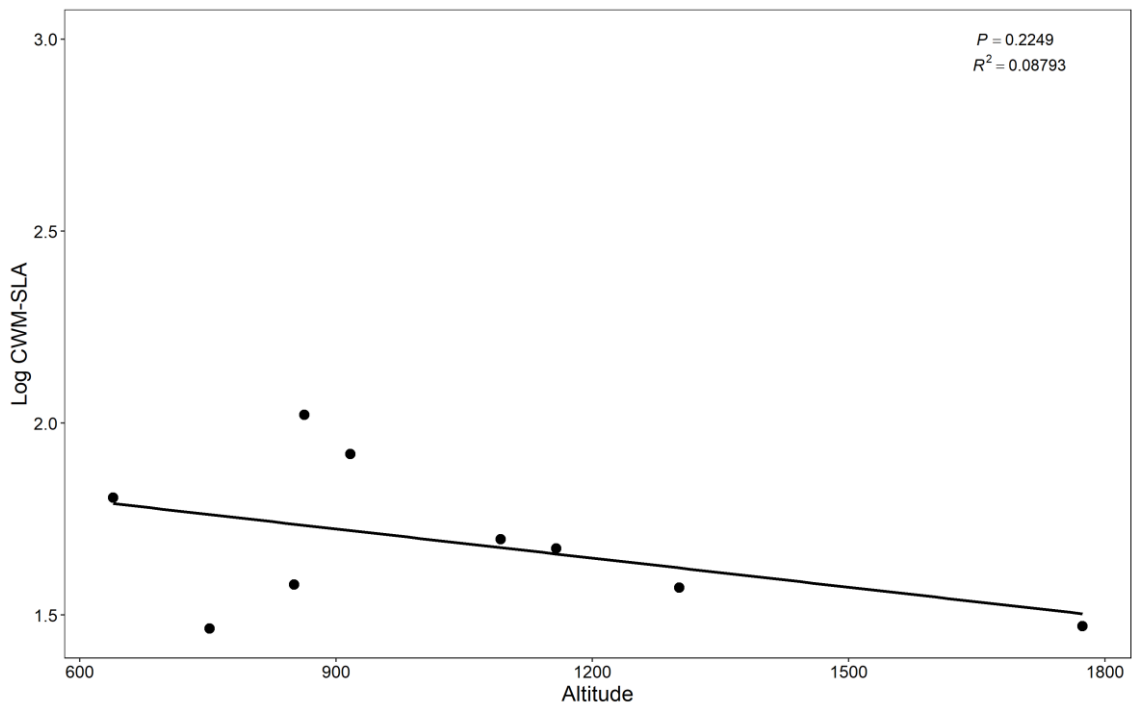


Figura 10 – Regressão linear da CWM-SLA dos indivíduos masculinos no período de floração ($r^2 = 0.08793$, $p = 0.2249$).

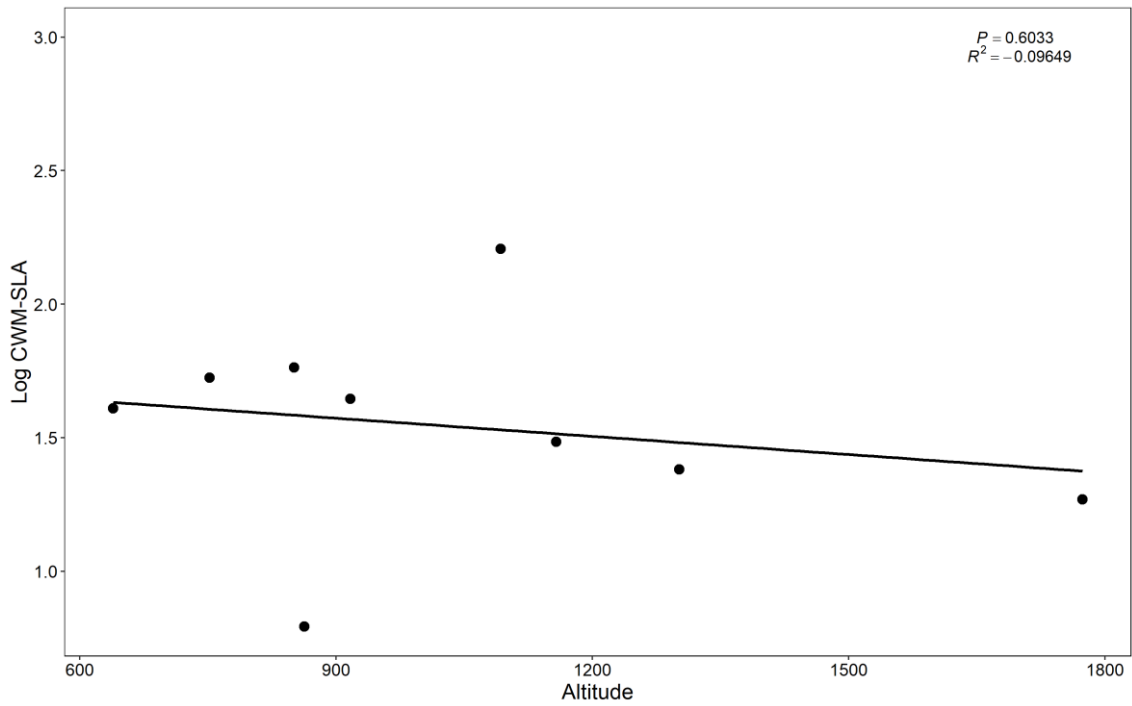


Figura 11 – Regressão linear da CWM-SLA dos indivíduos masculinos no período de frutificação ($r^2 = -0.09649$, $p = 0.6033$).

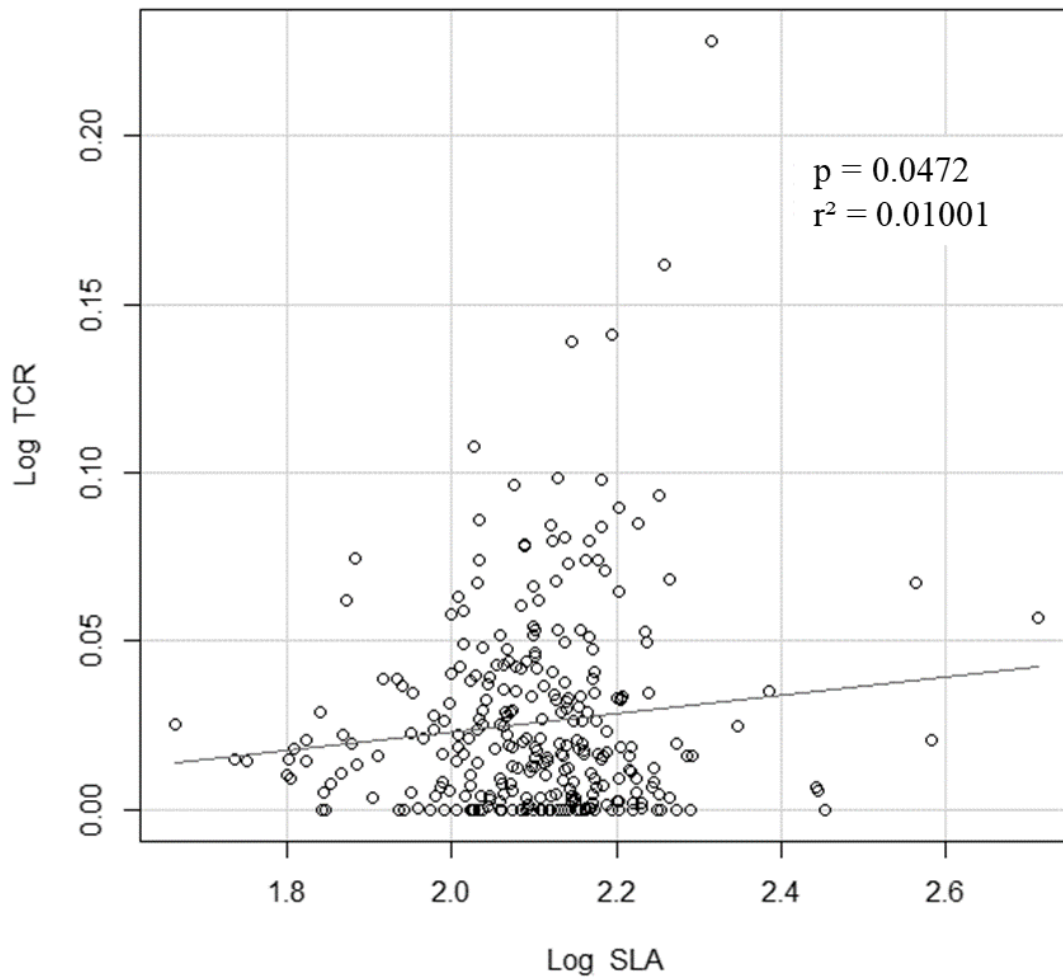


Figura 12 – Regressão linear demonstrando a relação entre crescimento relativo do Caule (TCR) e Área foliar específica (SLA) ($r^2 = 0.01001$, $p = 0.0472$).

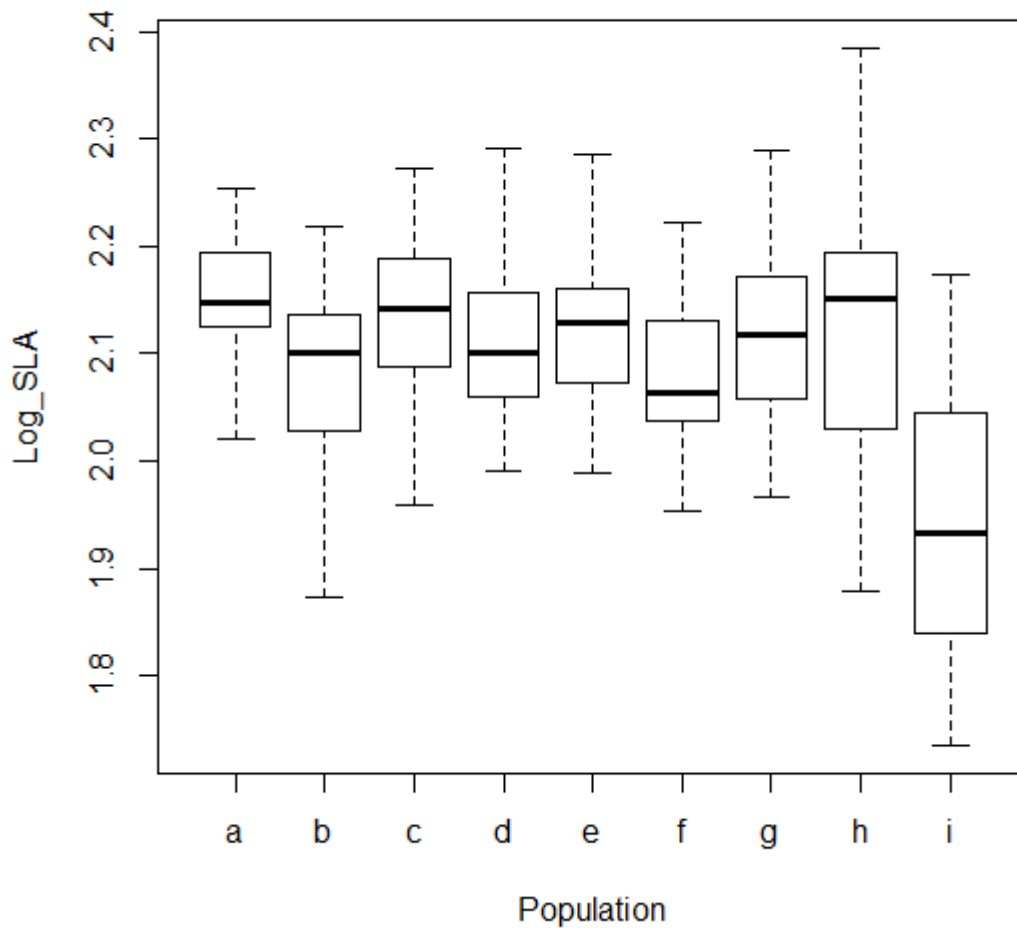


Figura 13 – *Bloxplots* demonstrando a variação da distribuição dos dados nas nove populações de *Myrsine coriacea* no gradiente altitudinal. As populações estão dispostas em ordem crescente de altitude na seguinte forma: Muqui (a); Alegre (b); Venda Nova do Imigrante (c); Vargem Alta (d); Mimoso do Sul (e); Lúna (f); Castelo (g); Domingos Martins (h); Dores do Rio Preto (i).