

IMPACTO DE INFLUÊNCIAS MATERNAS E DISPONIBILIDADE DE ALIMENTOS NA SOBREVIVÊNCIA DE LAGARTOS VIVÍPAROS: UMA ANÁLISE DE CORRELAÇÃO CANÔNICA

Ilias De Musis¹

Kuang Hongyu²

RESUMO: As influências maternas são modificações no fenótipo da prole determinadas pelo fenótipo materno, desempenhando papel vital na adaptação das espécies a mudanças ambientais. A nutrição da mãe durante a gestação, em particular, tem um impacto significativo nas características de seus filhotes. Este estudo utilizou a Análise de Correlação Canônica (ACC), uma técnica estatística multivariada que busca identificar padrões ao maximizar a correlação entre dois conjuntos de variáveis, para investigar os efeitos da disponibilidade de alimento no desenvolvimento da prole na espécie de lagarto vivíparo *Eremias multiocellata*. Para isso, as fêmeas e seus filhotes foram divididos em grupos com dietas ricas e pobres em alimentos. Os resultados mostraram que uma dieta rica para a mãe pode resultar em pior desenvolvimento para os filhotes, enquanto a dieta da prole teve impacto mínimo em seu desenvolvimento. Essas observações, embora contraintuitivas, alinham-se com estudos anteriores e sugerem um possível efeito compensatório na espécie.

Palavras-chave: Adaptação ambiental, *Eremias multiocellata*, estatística multivariada, nutrição gestacional, plasticidade fenotípica, prole.

IMPACT OF MATERNAL INFLUENCES AND FOOD AVAILABILITY ON THE SURVIVAL OF VIVIPAROUS LIZARDS: A CANONICAL CORRELATION ANALYSIS

ABSTRACT: Maternal influences refer to changes in the offspring's phenotype determined by the mother's phenotype, playing a crucial role in the species adaptation to environmental changes. Notably, a mother's nutrition during gestation significantly impacts the traits of her offspring. This study employed a Canonical Correlation Analysis (CCA), a multivariate statistical technique aiming to identify patterns by maximizing the correlation between two sets of variables, in order to explore the effects of food availability on the development of offspring in the viviparous lizard species *Eremias multiocellata*. For this purpose, females and their offspring were categorized into groups based on rich and poor diets. The findings revealed that a nutrient-rich diet for the mother might lead to poorer development in the offspring, while the offspring's diet had minimal impact on their growth. These observations, though counterintuitive, align with previous studies and suggest a potential compensatory effect within the species.

Keywords: Developmental plasticity, environmental adaptation, *Eremias multiocellata*, gestational nutrition, multivariate statistics, offspring.

¹Graduandos em Estatística da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Cuiabá – ilias.musis@sou.ufmt.br

²Prof. Dr. Adjunto do Departamento de Estatística. Universidade Federal de Mato Grosso, Av. Fernando Corrêa da Costa, nº 2367, Bairro Boa Esperança. CEP: 78060-900, Cuiabá, MT, Brasil - prof.kuang@gmail.com

INTRODUÇÃO

As influências maternas, ou efeitos maternos, são entendidos como modificações no fenótipo da prole pelo fenótipo materno. Anteriormente negligenciados como fatores de confusão em estudos genéticos, esses efeitos são agora considerados mecanismos importantes da seleção natural, desempenhando um papel crucial na maneira como as espécies respondem às mudanças ambientais (CHOE, 2019; MOUSSEAU, 1998). Essa capacidade de transmitir características adaptativas sem a necessidade de modificações genéticas diretas é uma ferramenta evolutiva importante que ajuda as espécies a navegarem em ambientes em constante mudança (MOORE; WHITEMAN; MARTIN, 2019; ULLER, 2019).

Entre outros aspectos de influência materna, a disponibilidade de recursos alimentares para a mãe durante a gestação foi identificada como fator significativo em relação a uma série de características da prole, como tamanho e sexo (RUTKOWSKA; CICHÓN, 2002; WARNER; LOVERN, 2014). O período de desenvolvimento embrionário é particularmente sensível à nutrição adequada, com a desnutrição podendo levar a consequências adversas para o resto da vida do filhote. Notavelmente, observam-se diferenças morfológicas, como alterações no peso e comprimento dos filhotes e seus órgãos (FORGIE *et al.*, 2020). Também foram observadas associações entre a desnutrição no período embrionário e alterações no sistema imunológico, levando a maior suscetibilidade a doenças na fase adulta (GURMINI *et al.*, 2005). Todas essas características podem impactar a sobrevivência da prole.

O estudo de Wang *et al.* (2017) apresenta lagartos vivíparos como um modelo vantajoso para a análise de efeitos adaptativos maternos causados pela disponibilidade de alimento. Os pesquisadores destacam o maior período de retenção do embrião no útero e uma maior quantidade de nutrientes providos pela placenta como dois aspectos peculiares à viviparidade desses animais que dariam maiores oportunidades para a influência da fêmea sobre a aptidão física da prole. No desenvolvimento dessa pesquisa, foram empregadas diversas análises estatísticas de forma a testar diversas hipóteses sobre os efeitos das condições alimentares das mães e dos filhos sobre o desenvolvimento destes.

A análise multivariada desempenha um papel importante na ecologia, um campo que frequentemente lida com conjuntos de dados complexos e interrelacionados (BORCARD; GILLET; LEGENDRE, 2011; LEGENDRE; LEGENDRE, 1998). Esses métodos são fundamentais para a compreensão de padrões subjacentes em conjuntos de dados multidimensionais, permitindo uma compreensão mais ampla dos diversos fatores em dinâmica no estudo.

A análise de correlação canônica (ACC) é uma técnica estatística multivariada que permite examinar relações entre dois conjuntos de variáveis. Isso é feito com a elaboração de combinações lineares de forma a maximizar a correlação entre os grupos. Esta técnica é particularmente útil em análises exploratórias, consistindo na redução de massa de dados (ANDERSON, 2003). Com a identificação das combinações lineares mais fortemente correlacionadas, a ACC pode fornecer uma visão abrangente das relações entre a disponibilidade de alimentos maternos e a sobrevivência e desempenho da prole.

O objetivo principal deste estudo reside na aplicação e avaliação da eficácia da ACC como instrumento de análise e redução da massa de dados na exploração dos impactos das influências maternas e disponibilidade de alimentos sobre o desenvolvimento e sobrevivência de lagartos vivíparos. Esse trabalho é baseado nos dados de Wang *et al.* (2017), referentes a experimentos alimentares realizados com lagartos vivíparos da espécie *Eremias multiocellata*. Com a aplicação da ACC, o presente estudo busca também auxiliar na compreensão do tema.

MATERIAL E MÉTODOS

Dados

Os dados utilizados para as análises deste estudo estão disponibilizados no repositório digital Dryad (2018), e foram originalmente descritos por Wang *et al.* (2017). Este conjunto de dados é resultado de um estudo sobre efeitos da disponibilidade de alimentos sobre o desenvolvimento e sobrevivência da prole de *Eremias multiocellata*, uma espécie de lagarto vivíparo.

A coleta de dados foi realizada por meio de uma série de experimentos realizados no Instituto de Pesquisa de Pastagens da Academia Chinesa de Ciências Agrícolas (ACCA), localizado em Jungar Banner, Mongólia Interior, China. No estudo original, foram realizados experimentos de manipulação de alimentos, de forma a testar diversas hipóteses sobre os efeitos maternos na sobrevivência e desempenho dos filhotes.

As fêmeas de *Eremias multiocellata* foram divididas em dois grupos: um grupo recebeu uma dieta rica em alimentos (*Maternal High Food* - MHF) e o outro grupo recebeu uma dieta pobre em alimentos (*Maternal Low Food* - MLF). Após o processo inicial de reprodução e nascimento da prole, os neonatos de cada fêmea também foram aleatoriamente designados duas condições alimentares: tratamento de alta alimentação (*Offspring High Food* - OHF) e tratamento de baixa alimentação (*Offspring Low Food* - OLF). Os pesquisadores investigaram o efeito dessas dietas na sobrevivência e no crescimento da prole.

Adicionalmente, foram feitas diversas medições de forma a quantificar o desenvolvimento dos lagartos, como medições do comprimento do focinho à cloaca (*Snout-vent length* - SVL). Informações adicionais sobre as variáveis analisadas neste artigo estão detalhadas no Quadro 1.

Quadro 1: Descrição das variáveis utilizadas no estudo.

Variável	Descrição	Grupo
Survival days	Número de dias que o filhote sobreviveu	Desenvolvimento dos lagartos (X)
MSVLstart	Comprimento do focinho à cloaca (SVL) da mãe no início do estudo	
MSVLpost	Comprimento do focinho à cloaca (SVL) da mãe no final do estudo	
MBMstart	Massa corporal da mãe no início do estudo	
MBMpost	Massa corporal da mãe no final do estudo	
Sprint	Performance locomotora dos filhotes	
SVL(neo)	Comprimento do focinho à cloaca (SVL) do filhote ao nascimento.	
BM(neo)	Massa corporal do filhote ao nascimento.	
SVLgrowth	Taxa de crescimento do comprimento do focinho à cloaca (SVL) do filhote.	

BMgrowth	Taxa de crescimento da massa corporal do filhote.	
Treat(M)	Tratamento alimentar materno (MHF ou MLF)	Tratamentos aplicados (Y)
Treat(O)	Tratamento alimentar da prole (OHF ou OLF)	

Antes da aplicação das análises estatísticas, foi feito um pré-processamento dos dados de forma a lidar com valores faltantes, substituindo-os pela média de sua respectiva coluna. Essa é uma técnica comum de imputação de dados, na qual os valores faltantes são estimados com base nos valores existentes na mesma variável (KWAK; KIM, 2017).

Análise de Correlação Canônica (ACC)

A análise de correlação canônica é uma técnica estatística que busca identificar as relações existentes entre dois grupos de variáveis. Para isso, são encontradas combinações lineares das variáveis originais, de forma a maximizar a correlação entre os grupos (HOTELLING, 1936).

No contexto deste artigo, a ACC foi empregada para investigar o relacionamento entre dois conjuntos de variáveis: o primeiro (**X**) representando aspectos do desempenho e sobrevivência dos indivíduos, com o segundo (**Y**) representando os tratamentos aplicados (disponibilidade de comida da mãe e do filho). Ao maximizar essa correlação, busca-se alcançar melhor entendimento sobre como a disponibilidade de alimentos para a mãe e a prole afeta a sobrevivência da espécie.

O primeiro passo da ACC é a determinação das funções canônicas. Cada função canônica se refere a um par de combinações lineares, denominadas variáveis canônicas, dos conjuntos de variáveis originais. Estas combinações são construídas de forma que a correlação entre elas (dentro de cada par) seja a mais alta o possível. Considerando os conjuntos de variáveis $\mathbf{X} = [X_1, X_2, \dots, X_p]$ e $\mathbf{Y} = [Y_1, Y_2, \dots, Y_q]$, a primeira função canônica é definida como (JOHNSON; WICHERN, 2007):

$$\begin{aligned} U_1 &= \boldsymbol{\alpha}'\mathbf{X} \\ V_1 &= \mathbf{b}'\mathbf{Y} \end{aligned}$$

em que $\boldsymbol{\alpha}' = [\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p]$ e $\mathbf{b}' = [b_1, b_2, \dots, b_q]$ são vetores de coeficientes ou pesos canônicos, a serem determinados de forma a maximizar a correlação entre as variáveis canônicas.

Cada função canônica subsequente é ortogonal às funções canônicas anteriores (DATTALO, 2014). Dessa forma, são estatisticamente independentes. É possível obter $\min(p, q)$ funções canônicas não correlacionadas, reduzindo a correlação a cada iteração (FERREIRA, 2008). Como o menor grupo analisado foi de 2 variáveis, foi possível obter 2 funções canônicas. Hair *et al.* (2006) fazem menção de diversas formas de analisar a qualidade das funções canônicas obtidas: a magnitude da correlação canônica, o nível de significância estatística da função, e o índice de redundância.

Primeiro, foi analisada a magnitude da correlação canônica, definida como a correlação entre as duas variáveis canônicas de um par. Esta é um indicador da força da relação entre os conjuntos de variáveis e sua maximização é o objetivo principal da ACC. Uma correlação canônica mais alta sugere que a função canônica é mais relevante para a análise.

A avaliação da significância estatística das funções canônicas obtidas foi avaliada por meio do teste Lambda de Wilks. Esse teste é amplamente utilizado devido à sua facilidade de conversão e flexibilidade em diferentes contextos de pesquisa (SHERRY; HENSON, 2005). É importante a escolha de funções canônicas estatisticamente significantes.

Adicionalmente, foi calculado o índice de redundância, originalmente proposto por Stewart e Love (1968). Esse índice desempenha um papel complementar à ACC, visando a quantificação da variação de um conjunto de variáveis originais explicada pelas variáveis canônicas obtidas do outro conjunto (VAN DEN WOLLENBERG, 1977). Dessa forma, avalia a importância relativa de um grupo sobre o outro. Não existem critérios universais para determinação do índice de redundância mínimo necessário para a interpretação da função canônica, cabendo ao pesquisador realizar essa avaliação (HAIR *et al.*, 2006).

Com a escolha da função canônica a ser interpretada, foram estimadas tanto as cargas canônicas e cargas canônicas cruzadas. As cargas canônicas, representando as correlações entre as variáveis originais e suas respectivas variáveis canônicas, fornecem uma indicação da influência de cada variável na formação da função canônica. Por sua vez, as cargas canônicas cruzadas representam a correlação entre as variáveis originais de um conjunto à variável canônica do conjunto oposto, relevando de forma mais direta os relacionamentos entre os conjuntos (HAIR *et al.*, 2006).

Todas as análises realizadas foram conduzidas utilizando o *software* R (R CORE TEAM, 2023), versão 4.3.0. Foram utilizados os pacotes estatísticos candisc (FRIENDLY; FOX, 2021) e CCP (MENZEL, 2022).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme observado na Tabela 2, os resultados da primeira função canônica indicam uma correlação significativa (0,7145) entre os conjuntos de variáveis, com valores bem mais baixos (0,3914) encontrados na segunda função. Além disso, temos que a primeira função canônica explica parte significativa (85,22%) da variação total.

Tabela 2: Correlações canônicas, porcentagens de variância explicada e teste de significância Lambda de Wilks para as funções canônicas obtidas.

Função Canônica	Correlação Canônica	Porcentagem	Porcentagem acumulada	Estatística do teste	p-valor
1	0,7145	85,22	85,22	0,4145	<0,0001
2	0,3914	14,78	100	0,8468	0,2021

Foram utilizados os critérios de Hair *et al.* (2006) para determinação das funções a serem analisadas: nível de significância estatística, magnitude da correlação canônica e índice de redundância. O primeiro critério leva ao descarte da segunda função canônica, ao nível de significância de 5%. Enquanto isso, o p-valor associado à primeira função indica que a correlação é estatisticamente significativa, fortalecendo a confiabilidade dos resultados.

A função canônica 1 foi representada pelo par de variáveis canônicas descritos em (1) e (2). Na análise de coeficientes canônicos, destacaram-se as variáveis MBMpost e Treat(M), de maior magnitude e mesmo sinal. Isso indica uma correlação positiva entre o tratamento alimentar materno e o peso da mãe após o estudo, uma dinâmica previsível.

$$U_1 = -0,28 * Survival\ days - 0,05 * MSVLstart - 0,072 * MBMstart - 0,3 * MSVLpost + 0,74 * MBMpost + 0,37 * Sprint - 0,35 * SVL(neo) + 0,032 * BM(neo) - 0,34 * SVLgrowth - 0,016 * BMgrowth \quad (1)$$

$$V_1 = 0,999 * Treat(M) - 0,14 * Treat(O) \quad (2)$$

As variáveis de MBMstart, BM(neo) e BM(growth) apresentaram menor influência na variável canônica apresentada em (1). Na equação (2), pode ser observado que as variáveis possuem sinais opostos. Isso indica que, além de Treat(M) ter um impacto maior nessa relação, os dois tratamentos possuem efeitos contrastantes.

As informações detalhadas na Tabela 3 corroboram com esse entendimento, confirmando a importância das variáveis *Treat(M)* e *MBMpost* na função canônica. Adicionalmente, as variáveis *BMgrowth*, *Survival days*, *SVLgrowth* e *Sprint* se destacaram na composição dessa função. Pode ser observado que as cargas canônicas cruzadas apresentaram valores mais baixos, mas de interpretação semelhante às cargas canônicas.

Tabela 3: Cargas canônicas, cargas canônicas cruzadas e índices de redundância da primeira função canônica.

Variáveis	Cargas canônicas	Cargas canônicas cruzadas	Índice de Redundância
Desenvolvimento			
Survival days	-0,4464	-0,3189	
MSVLstart	-0,0180	-0,0129	
MBMstart	0,1632	0,1166	
MSVLpost	-0,2871	-0,2051	
MBMpost	0,5294	0,3783	7,91%
Sprint	-0,3748	0,2677	
SVL(neo)	-0,4017	-0,2870	
BM(neo)	-0,0710	-0,0507	
SVLgrowth	-0,3471	-0,2480	
BMgrowth	-0,4582	-0,3274	
Tratamentos			
Treat(M)	0,9902	0,7075	32,93%
Treat(O)	-0,0757	-0,0541	

Os dados apontam que, das variáveis mencionadas, *Survival days*, *BMgrowth*, *SVLgrowth* e *Sprint* apresentam comportamentos contrastantes com *Treat(M)*. Os índices de

redundância, por sua vez, representam a proporção da variância de cada conjunto de variáveis explicada pela variável canônica do outro grupo. Analisando-os, constata-se que 32,93% da variância dos tratamentos é explicada pelo outro grupo, enquanto apenas 7,91% da variância das características de desenvolvimento podem ser explicadas pelo grupo de tratamentos.

Os resultados da função canônica indicam que o tratamento alimentar materno só possui correlações positivas com as variáveis MBMstart e MBMpost, associadas à massa corporal materna. É indicada, ainda, um relacionamento de contraste com as variáveis associadas ao desenvolvimento dos filhotes. Dessa forma, os achados indicam que a dieta rica em alimentos para a mãe leva a um pior desenvolvimento e condições de sobrevivência pros filhotes, e que a dieta dos filhotes tem pouco impacto sobre esses fatores.

Embora esses resultados contradigam achados de pesquisas com outras espécies, nas quais a desnutrição materna resulta em pior desenvolvimento da prole (FORGIE *et al.*, 2020), eles se alinham com as observações relatadas no estudo originador dos dados (WANG *et al.*, 2017). Neste, os pesquisadores observaram que filhotes de lagarto, cujas mães receberam uma dieta pobre em alimento, tiveram melhor desempenho independentemente da própria dieta.

Em muitas espécies, são observadas maiores taxas de crescimento quando o indivíduo vivenciou um período de crescimento limitado durante o desenvolvimento. Essas respostas são comumente conhecidas como crescimento compensatório (HECTOR; NAKAGAWA, 2012). Dessa forma, tanto a relação de contraste observada entre o tratamento materno e o desenvolvimento da prole quanto a baixa contribuição da dieta da prole sobre seu próprio desenvolvimento na análise realizada corroboram com a hipótese do efeito compensatório em resposta à baixa disponibilidade de alimento na espécie em estudo.

CONCLUSÃO

A implementação da análise de correlação canônica se mostrou eficaz na redução da dimensionalidade dados, facilitando a interpretação, e no detalhamento de dinâmicas entre os conjuntos de variáveis. Os resultados se mostraram consistentes com o estudo originador dos dados, destacando a utilidade da ACC para a análise exploratória.

Foi possível verificar que, quando alimentadas com uma dieta rica, as mães da espécie *Eremias multiocellata* tendem a ganhar mais peso. No entanto, essa dieta tende a trazer condições de sobrevivência menos favoráveis para a prole. A dieta da prole teve pouco impacto em seu desenvolvimento.

Esses resultados são consistentes com a hipótese de crescimento compensatório, sugerindo que, em circunstâncias de menor disponibilidade de alimento para a mãe, os filhotes podem apresentar melhor desenvolvimento. Esta descoberta contradiz pesquisas realizadas com outras espécies, realçando a complexidade das estratégias de desenvolvimento animal e a ampla variabilidade existente entre diferentes espécies.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, T. W. **An introduction to multivariate statistical analysis**. 3. ed. Hoboken, N.J: Wiley-Interscience, 2003.

BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical ecology with R**. New York: Springer, 2011.

CHOE, J. C. **Encyclopedia of Animal Behavior**. 2. ed. San Diego: Elsevier Science & Technology, 2019.

DATTALO, P. **A Demonstration of Canonical Correlation Analysis with Orthogonal Rotation to Facilitate Interpretation**. Richmond, Virginia, 2014. Manuscrito.

FERREIRA, D. F. **Estatística multivariada**. Lavras: Editora UFLA, 2008.

FORGIE, A. J. *et al.* The impact of maternal and early life malnutrition on health: a diet-microbe perspective. **BMC Medicine**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 135, 2020. Disponível em: <https://bmcmmedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12916-020-01584-z>. Acesso em: 15 jun. 2023.

FRIENDLY, M.; FOX, J. **Candisc**: Visualizing Generalized Canonical Discriminant and Canonical Correlation Analysis. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=candisc>. Acesso em: 18 abr. 2023.

GURMINI, J. *et al.* Desnutrição intra-uterina e suas alterações no intestino delgado de ratos Wistar ao nascimento e após a lactação. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, [s. l.], v. 41, n. 4, p. 271–278, 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-24442005000400009&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 15 jun. 2023.

HAIR, J. F. *et al.* **Multivariate data analysis**. 6. ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2006.

HECTOR, K. L.; NAKAGAWA, S. Quantitative analysis of compensatory and catch-up growth in diverse taxa: Compensatory and catch-up growth. **Journal of Animal Ecology**, [s. l.], v. 81, n. 3, p. 583–593, 2012. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2656.2011.01942.x>. Acesso em: 16 jun. 2023.

HOTELLING, H. Relations Between Two Sets of Variates. **Biometrika**, London, v. 28, 1936.
JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 6. ed. Upper Saddle River, N.J: Pearson Prentice Hall, 2007.

KWAK, S. K.; KIM, J. H. Statistical data preparation: management of missing values and outliers. **Korean Journal of Anesthesiology**, [s. l.], v. 70, n. 4, p. 407, 2017. Disponível em: <http://ekja.org/journal/view.php?doi=10.4097/kjae.2017.70.4.407>. Acesso em: 15 jun. 2023.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier, 1998.

MENZEL, U. **CCP: Significance Tests for Canonical Correlation Analysis (CCA)**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=CCP>.

MOORE, M. P.; WHITEMAN, H. H.; MARTIN, R. A. A mother's legacy: the strength of maternal effects in animal populations. **Ecology Letters**, [s. l.], v. 22, n. 10, p. 1620–1628, 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ele.13351>. Acesso em: 15 jun. 2023.

MOUSSEAU, T. The adaptive significance of maternal effects. **Trends in Ecology & Evolution**, [s. l.], v. 13, n. 10, p. 403–407, 1998. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169534798014724>. Acesso em: 15 jun. 2023.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2023. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 18 abr. 2023.

RUTKOWSKA, J.; CICHÓN, M. Maternal investment during egg laying and offspring sex: an experimental study of zebra finches. **Animal Behaviour**, [s. l.], v. 64, n. 5, p. 817–822, 2002. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003347202919731>. Acesso em: 15 jun. 2023.

SHERRY, A.; HENSON, R. K. Conducting and Interpreting Canonical Correlation Analysis in Personality Research: A User-Friendly Primer. **Journal of Personality Assessment**, [s. l.], v. 84, n. 1, p. 37–48, 2005. Disponível em: http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15327752jpa8401_09. Acesso em: 16 maio 2023.

STEWART, D.; LOVE, W. A general canonical correlation index. **Psychological Bulletin**, Florida, v. 70, n. 3, Pt.1, p. 160–163, 1968. Disponível em: <http://doi.apa.org/getdoi.cfm?doi=10.1037/h0026143>. Acesso em: 19 maio 2023.

ULLER, T. Maternal Effects. *Em*: ULLER, T. **Evolutionary Biology**. [S. l.]: Oxford University Press, 2019. *E-book*. Disponível em: <https://oxfordbibliographies.com/view/document/obo-9780199941728/obo-9780199941728-0121.xml>. Acesso em: 15 jun. 2023.

VAN DEN WOLLENBERG, A. L. Redundancy analysis an alternative for canonical correlation analysis. **Psychometrika**, Nijmegen, v. 42, n. 2, p. 207–219, 1977. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/BF02294050>. Acesso em: 19 maio 2023.

WANG, Y. *et al.* **Data from:** Maternal food availability affects offspring performance and survival in a viviparous lizard. *Dryad*, 2018. Disponível em: <https://datadryad.org/stash/dataset/doi:10.5061/dryad.s9b8d>. Acesso em: 14 jun. 2023.

WANG, Y. *et al.* Maternal food availability affects offspring performance and survival in a viviparous lizard. **Functional Ecology**, [s. l.], v. 31, n. 10, p. 1950–1956, 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2435.12903>. Acesso em: 15 jun. 2023.

WARNER, D. A.; LOVERN, M. B. The Maternal Environment Affects Offspring Viability via an Indirect Effect of Yolk Investment on Offspring Size. **Physiological and Biochemical Zoology**, [s. l.], v. 87, n. 2, p. 276–287, 2014. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/674454>. Acesso em: 15 jun. 2023.