









Abanico Veterinario. Janeiro-Dezembro 2026; 17:1-14. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2026.1>

Nota de Pesquisa. Recebido:05/03/2025. Aceito:02/02/2026. Publicado:17/05/2026. Chave: e2025-106.

<https://www.youtube.com/watch?v=bNxGYigfpy4>

## Otimização da relação temperatura-umidade em frangos de corte por meio de análise de superfície de resposta em condições comerciais

Application of response surface analysis to optimize the temperature-humidity relationship in broilers reared under commercial conditions

Juárez-Caratachea Aureliano<sup>1</sup> , Luna-Espinosa Carlos<sup>1</sup> , Gutiérrez-Vázquez Ernestina<sup>1</sup> , Pérez-Sánchez Rosa<sup>2</sup> , Val-Arreola Daniel<sup>\*1</sup> , Ortiz-Rodríguez Ruy<sup>3</sup> 



<sup>1</sup>Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. México. <sup>2</sup>Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, Facultad de Químico-Farmacobiología. México. <sup>3</sup>Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México. \*Autor de correspondência: Daniel Val-Arreola. Email: aureliano.juarez@umich.mx, carlos\_010788@hotmail.com, ernestina.gutierrez@umich.mx, rosa.perez@umich.mx, dval@umich.mx, ruy.ortiz@umich.mx

### RESUMO

Foram avaliados os efeitos das alterações de temperatura e umidade relativa dentro do galpão (UR) e seu efeito sobre os indicadores produtivos em frangos de corte criados em sistema comercial com controle manual de temperatura e umidade. Foram analisados quatro ciclos produtivos (26.000 aves/ciclo; 10 frangos/m<sup>2</sup>). Cada ciclo compreendeu quatro fases produtivas (pré-inicial, inicial, desenvolvimento e finalização); ração e água foram fornecidas *ad libitum*. Foram coletadas seis amostras de 120 aves por ciclo em cada fase, e determinaram-se o peso corporal e o ganho de peso diário; estimaram-se o consumo de ração e o índice de conversão alimentar ciclo-1 fase-1. As informações foram analisadas sob modelos de efeitos fixos, componentes principais (CP) e análise de superfície de resposta (ASR). As temperaturas e umidades foram diferentes ( $P < 0.05$ ) entre os ciclos e fases. A temperatura e a umidade afetaram ( $P < 0.001$ ) os indicadores produtivos por ciclo em cada fase, aspecto corroborado pela análise de CP ( $P < 0.001$ ). Enquanto isso, a ASR determinou que, em sistemas com controle manual de temperatura e umidade, o processo de otimização das equações de regressão para o desenvolvimento das aves com a melhor combinação de temperatura e umidade relativa foi: 29 °C/31 %, 26 °C/35 %, 25 °C/35 %, 30 °C/44 %, 14 °C/64 % e 18 °C/50 % para as semanas 1, 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente.

**Palavras-chave:** frango de corte, análise de superfície de resposta, índice temperatura-umidade.

### ABSTRACT

The effects of changes in house temperature and relative humidity (RH) and their relationship on broiler production indicators in a commercial system with manual control of temperature and humidity were evaluated. Four production cycles were analyzed (26,000 birds/cycle; 10 broilers/m<sup>2</sup>). Each cycle consisted of four production phases (pre-starter, starter, grower and finisher). Feed and water were provided *ad libitum*. Six samples were taken from 120 birds per cycle in each phase, and body weight and daily weight gain were determined, as well as feed consumption and feed conversion ratio 1, phase 1 were estimated. The information was analyzed under fixed effects, principal components (PC) and response surface analysis



(RSA) models. Temperatures and humidity were different ( $P < 0.05$ ) between cycles within each phase. Temperature and humidity affected ( $P < 0.001$ ) the productive indicators per cycle across phases. This was corroborated by the PC analysis ( $P < 0.001$ ). Meanwhile, the optimization process of the regression equations showed that the best combination of temperature and relative humidity was 29 °C/31 %, 26 °C/35 %, 25 °C/35 %, 30 °C/44 %, 14 °C/64 % y 18 °C/50 % and for weeks 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectively.

**Keywords:** broiler, response surface analysis, temperature-humidity index.

## INTRODUÇÃO

Atualmente, os avanços nas áreas de genética, nutrição, sanidade e infraestrutura têm permitido um crescimento acelerado e maior produtividade da avicultura ([Hassan et al., 2022](#); [Nilipour, 2012](#)), aspectos que estão ligados à geração de novas linhagens genéticas que, em condições experimentais, podem alcançar 3.5 kg de peso vivo em 42 dias pós-eclosão. Esse crescimento acelerado dos frangos de corte, em um ciclo tão curto, implica um consumo total de ração de 4.6 kg/ave e uma conversão alimentar de 1.58 kg/kg de ração consumida ([Cobb-Vantress, 2022](#); [Aviagen, 2022](#)). No entanto, em condições de granjas comerciais, as novas linhagens genéticas de frangos de corte enfrentam diversos fatores que limitam esse potencial genético, entre os quais se destacam os ambientais, como a temperatura e a umidade interna do galpão ([Arantes de Sousa et al., 2016](#)). Devido à elevada atividade metabólica dos frangos de corte durante seu desenvolvimento, eles se tornam mais sensíveis às mudanças ambientais presentes nas granjas comerciais ([Quintana, 2020](#)).

As principais alterações fisiológicas observadas em aves sob estresse térmico são, principalmente, a modificação do apetite ([Hai et al., 2000](#); [Song et al., 2012](#)), alterações na morfologia intestinal e na absorção dos nutrientes da ração ([Arantes de Sousa et al., 2016](#)), que, como consequência, limitam o desenvolvimento corporal do frango de corte. O Índice de Temperatura e Umidade (THI) tem sido estabelecido como uma forma de avaliar os efeitos das condições térmicas sobre o estado fisiológico e o desempenho produtivo dos animais de criação. Esse indicador foi desenvolvido como uma combinação linear da temperatura de bulbo seco ( $T_{db}$ ) e da temperatura de bulbo úmido ( $T_{wb}$ ), para diferentes espécies ([Tao & Xin, 2003](#)). O THI é um dos índices de conforto térmico mais utilizados, incorporando tanto a temperatura quanto a umidade relativa com diferentes pesos específicos para quantificar o grau de estresse calórico em animais de produção ([DeShazer et al., 2009](#)). As equações do THI descrevem a importância relativa da  $T_{db}$  e da  $T_{wb}$  nas diferentes espécies, com base em parâmetros fisiológicos, geração de calor ou desempenho produtivo. Para isso, diferentes pesos específicos têm sido propostos para diversas espécies e ambientes climáticos ([Omomowo & Falayi, 2021](#)). No entanto, existem poucas pesquisas que avaliam as condições ótimas em ambientes comerciais e, adicionalmente, esses índices não indicam como as medidas que os compõem contribuem para a variável resposta. A metodologia de superfície de resposta (RSM) é um método cujo objetivo é otimizar essa resposta e compreender a topografia da



resposta, que inclui o máximo local, o mínimo local e as linhas limítrofes; esses elementos, em conjunto, permitem encontrar a região onde a melhor resposta pode ocorrer (Pishgar-Komleh *et al.*, 2012; Aydar, 2017). A ASR examina se o grau de congruência de duas variáveis independentes está relacionado a uma variável resposta por meio de uma equação polinomial (Taheri *et al.*, 2011; Khuri, 2017; Williams *et al.*, 2019). O objetivo do presente estudo foi registrar as alterações de temperatura e umidade no ambiente interno dos galpões de frangos de corte e conhecer seu efeito sobre os indicadores produtivos, com o propósito de aplicar a análise de superfície de resposta e identificar os valores ótimos de temperatura e umidade que permitam otimizar o desempenho produtivo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em um sistema de produção comercial de frangos de corte, no estado de Michoacán, México, localizado a 19°45' de latitude norte e 101°03' de longitude oeste, a uma altitude de 1.900 m, com clima quente subúmido, cuja temperatura varia entre 4.5 e 36.4 °C ao longo do ano. Foram avaliados quatro ciclos de produção, durante os meses de janeiro a outubro. A granja tem capacidade instalada para abrigar um total de 26 000 aves por ciclo (50 % machos e 50 % fêmeas), com densidade de 10 aves/m<sup>2</sup>, em ambiente semicontrolado. Como fonte de calor, foram utilizadas campânulas radiantes (aquecedores) a gás, programadas manualmente. Tanto a temperatura (TIC) quanto a umidade (HIC) internas dos galpões foram controladas manualmente, de modo a ajustar a TIC e a HIC de acordo com a idade das aves (Cobb-Vantress, 2022; Aviagen, 2022). Foram consideradas quatro fases de produção: pré-inicial (1 a 7 dias de idade), inicial (8 a 21 dias), desenvolvimento (22 a 35 dias) e finalização (36 a 42 dias).

A ração comercial e a água foram fornecidas *ad libitum*, de acordo com os requisitos específicos para o genótipo das aves adquiridas pelo sistema (Cobb 500®). Em cada galpão e ciclo produtivo, foram registradas diariamente a temperatura interna do galpão (TIC) em °C e a umidade interna do galpão (HIC) em percentual. O registro da TIC foi realizado tanto com um termômetro a laser (marca GB, modelo TN-438L0, precisão ± 0,1 °C) quanto com um termo-higrômetro digital (marca Thermo-hygro GB, modelo TM-977H). Foram monitoradas 120 aves (40 aves por ciclo) selecionadas aleatoriamente. Assim, ao final de cada ciclo de produção, foram utilizadas 720 aves por galpão. Cada ave foi pesada com uma balança digital (Bch-5.000/Metrology), com capacidade para 5.0 ± 0.001 kg, para obtenção do peso corporal (PC) semanal (kg) e do ganho de peso diário (GPD) (kg). Também foram registrados o consumo de ração por fase e a mortalidade diária.

As informações foram analisadas por meio de correlações de Pearson, coeficientes de regressão linear e não linear, e ANOVA, sob a metodologia de modelos de efeitos fixos (Littell *et al.*, 2006), por meio do seguinte modelo:  $Y_{ijkl} = \mu + C_i + FS_j + SM_k + SX_l +$



$(CFSSX)_{ijl} + (CSMSX)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$ . Onde:  $Y_{ijklm}$  = variável resposta: temperatura (TIC) e umidade (HIC) interna do galpão, peso corporal (PC), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração (CA), conversão alimentar (ICA) e mortalidade diária (Md);  $\mu$  = constante que caracteriza a população;  $C_i$  = efeito fixo do  $i$ -ésimo ciclo ( $i = 1^o, 2^o, 3^o$  e  $4^o$ );  $FS_j$  = efeito fixo da  $j$ -ésima fase ( $j =$  pré-inicial, inicial, desenvolvimento e finalização);  $SM_k$  = efeito fixo da  $k$ -ésima semana ( $k = 1, 2, 3, 4, 5$  e  $6$ );  $SX_l$  = efeito fixo do  $l$ -ésimo sexo das aves ( $l =$  macho e fêmea);  $(CFSSX)_{ijl}$  = efeito da interação do  $i$ -ésimo ciclo com a  $j$ -ésima fase e o  $l$ -ésimo sexo;  $(CSMSX)_{ijk}$  = efeito da interação do  $i$ -ésimo ciclo com a  $k$ -ésima semana e o  $l$ -ésimo sexo;  $\varepsilon_{ijkl}$  = erro aleatório associado a cada observação ( $\sim NID = 0, \sigma^2_e$ ).

As diferenças entre sexos ou ciclos foram avaliadas por meio de médias de quadrados mínimos, com  $\alpha = 0,05$  (Littell *et al.*, 2002). As informações coletadas foram analisadas com análise de componentes principais (ACP), a partir da matriz de correlação entre os indicadores, segundo o critério de seleção de componentes com autovalor maior ou igual à unidade ( $\lambda \geq 1$ ) (Montanero, 2008; Torres *et al.*, 2008), utilizando o SPSS®. Para a análise de superfície de resposta (Montgomery, 2002), foi utilizado um modelo Box-Behnken com 2 fatores, selecionando-se como variáveis do processo: TIC e HIC sobre a variável resposta PC, com o MINITAB-14®. A otimização dos valores de TIC e HIC que permitem obter os maiores pesos corporais foi realizada por meio do complemento SOLVER do Excel®, em que a função objetivo foi a equação obtida pela análise de superfície, e as variáveis de decisão foram TIC e HIC. Dada a natureza das variáveis analisadas, utilizou-se o algoritmo GRG Nonlinear para encontrar uma solução ótima local (Muzzammil *et al.*, 2015).

## RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentadas as médias de quadrados mínimos para PC, GPD, CA, ICA, HIC e TIC, de acordo com sexo, fase e ciclo de produção. De maneira geral, podem ser observadas diferenças entre os ciclos de produção, em que o ciclo 4 apresentou maiores valores de PC e GPD em comparação com os demais ciclos produtivos; da mesma forma, observam-se diferenças de desempenho entre fêmeas e machos.

Em relação ao PC, pode-se observar que, com exceção do ciclo 4, os demais não apresentam diferenças significativas da fase pré-inicial até a fase inicial; a partir da fase de desenvolvimento, as diferenças de peso entre os quatro ciclos avaliados são significativas ( $P < 0.05$ ), com o ciclo 4 apresentando os maiores valores. Resultados semelhantes são observados tanto em machos quanto em fêmeas.

Com relação à GPD, de forma semelhante ao PC, as fases pré-inicial e inicial nos ciclos 1 a 3 não apresentam diferenças significativas, com exceção do ciclo 4. Nas fases de



desenvolvimento e finalização, os ciclos 2 e 3 apresentaram os maiores valores; ambos os ciclos são semelhantes entre si, mas diferentes dos ciclos 1 e 4. Esse comportamento é similar tanto em fêmeas quanto em machos.

A ICA, de maneira geral, apresenta diferenças de conversão tanto nas fases quanto entre ciclos. Da mesma forma, observam-se diferenças entre fêmeas e machos. A maior eficiência foi observada nos machos durante o ciclo 4. Em geral, o ciclo que apresentou menor eficiência foi o 1.

A resposta desses indicadores produtivos parece estar relacionada tanto com a HIC quanto com a TIC, uma vez que se observam diferenças entre os ciclos tanto em machos quanto em fêmeas. Na Tabela 1, observa-se que os ciclos 1 e 2, em geral, apresentaram menores valores em comparação com os ciclos 3 e 4; os maiores valores de HIC foram observados nas fases de desenvolvimento e finalização do ciclo 4, tanto em fêmeas quanto em machos.

Verificou-se que a TIC média foi diferente ( $P < 0.05$ ) em cada uma das fases e semanas de produção nos ciclos analisados. Nesse sentido, a TIC durante a fase pré-inicial, no ciclo 4, foi de  $29.9 \pm 0.15$  °C sob uma HIC de  $33.5 \pm 0.58$  %; valores superiores ( $P < 0.05$ ) aos registrados no ciclo 1:  $24.9 \pm 0.15$  °C /  $21.3 \pm 0.58$  % de HIC (Tabela 1). A Tabela 2 mostra que a variabilidade no PC da ave, na fase pré-inicial, é explicada por apenas dois componentes (77.3 %): o primeiro componente (temperatura-alimento) explicou 43 % da variação total e foi composto por TIC, GPD (ambas positivas) e CA (de forma negativa). O segundo componente (umidade-mês) explicou 34.4 % da variação total, composto apenas por HIC e mês, com contribuições positivas. Os valores de correlação entre TIC e HIC ( $r = 0.47$ ) na fase pré-inicial sugerem que, quanto maior a TIC, a HIC também aumenta (Tabela 3). No entanto, tanto a TIC quanto a HIC se associaram negativamente com CA:  $r = -0.95$  para temperatura máxima (Tmax)-CA e  $r = -0.23$  para HIC-CA. A associação entre Tmax-GPD foi alta e positiva ( $r = 0.85$ ), mas a associação GPD-CA foi negativa ( $r = -0.88$ ).

Na fase inicial, a análise de componentes principais determinou três componentes que explicam 86 % da variabilidade do PC da ave (Tabela 2). Umidade (máxima, média e mínima) foi o primeiro componente, com 34.1 % da variação total. O segundo componente explicou 32.3 % da variabilidade total e foi a temperatura (máxima, média e mínima), que, em conjunto com o primeiro componente (umidade), explicaram 66.4% da variação total do PC da ave. O terceiro componente foi composto unicamente pelas variáveis GPD (negativa, -0.99) e sexo das aves (positiva, 0.97); no entanto, esse componente explicou apenas 19.7 % da variação total. Em relação às associações entre as variáveis analisadas para a fase inicial (Tabela 3), a temperatura e a umidade tiveram uma associação de 20 % ( $r = 0.20$ ). No entanto, a associação entre TIC-GPD foi alta e



negativa ( $r = -0.59$ ); ao contrário da HIC e GPD, que foi baixa e positiva ( $r = 0.14$ ). A correlação entre GPD e Sexo foi alta e negativa ( $r = -0.77$ ).

Na fase de desenvolvimento, foram identificados dois componentes que explicaram 75 % da variação (Tabela 2); o primeiro, composto positivamente pela umidade (Hmin, HIC e Hmax) e mês (negativamente), pela Tmax e CA, explicou 37.9 % da variação total do PC da ave. O segundo componente, composto por temperatura e GPD, explicou 37.6 % da variação total.

Diferentemente da fase anterior, tanto os aumentos quanto as diminuições da umidade se correlacionaram diretamente com a temperatura:  $r = 0.99$  (Tmin-Hmax) e  $r = -0.87$  (Tmax-Hmax) (Tabela 3). Da mesma forma, foram encontradas altas correlações entre HIC-CA ( $r = -0.83$ ), Tmax-CA ( $r = 0.72$ ) e Tmin-CA ( $r = -0.83$ ). A associação entre umidade-GPD apresentou correlação positiva e alta ( $r = 0.53$ ); enquanto as associações entre temperaturas-GPD foram:  $r = -0.37$  (Tmax-GPD) e  $r = 0.56$  (Tmin-GPD).

Na fase de finalização, segundo a análise de componentes principais, as variáveis se agruparam em dois componentes. Diferentemente das fases anteriores, o primeiro componente explicou mais da metade (55.1 %) da variação total. Esse componente foi composto positivamente por umidade (mínima, média e máxima) e período de avaliação (mês), e negativamente por CA, Tmax e Tmédia (Tabela 2). O segundo componente foi composto por Tmin e GPD, ambas positivas, explicando 18.4 % da variação total. Das variáveis mencionadas no primeiro componente, destacaram-se as correlações entre HIC-TIC ( $r = -0.86$ ), CA-Tmax ( $r = 0.94$ ) e CA-Hmax ( $r = -0.99$ ), e as correlações entre Tmin-GPD ( $r = 0.62$ ) e, por fim, a correlação entre Hmax-GPD ( $r = -0.16$ ), que foi negativa e baixa (Tabela 3).

A otimização dos valores de TIC e HIC, de acordo com as equações obtidas pela análise de superfície de resposta resolvidas pelo algoritmo GRG que maximizou o peso corporal semanal, é apresentada na Tabela 5. Observa-se a mudança na relação entre os valores de TIC e HIC em cada semana de idade, indicando que, a partir da quarta semana de idade, a demanda por temperatura é menor; no entanto, o valor de HIC tem uma correspondência, em que temperaturas entre 25 °C e 29.6 °C requerem HIC entre 31% e 44 %. Já na quinta semana, com temperaturas entre 14 °C e 18 °C, requerem HIC entre 50 e 64 %, sugerindo valores ótimos de PC de 0.160, 0.395, 0.773, 1.263, 2.016 e 2.552 kg para as semanas 1, 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente.



**Tabela 1. Médias ajustadas (LSM) para os indicadores produtivos, temperatura (TIC) e umidade (HIC) interna do galpão, segundo ciclo e fase de produção**

Ciclo de avaliação	Machos				Fêmeas			
	Fase de produção semanal				Fase de produção semanal			
	Pré-inicial 1 <sup>(D7)</sup>	Inicial 3 <sup>(D21)</sup>	Desenvolvimento 5 <sup>(D35)</sup>	Finalização 6 <sup>(D42)</sup>	Pré-inicial 1 <sup>(D7)</sup>	Inicial 3 <sup>(D21)</sup>	Desenvolvimento 5 <sup>(D35)</sup>	Finalização 6 <sup>(D42)</sup>
<i>Peso corporal (kg)</i>								
C.1	0.137 <sup>a</sup>	0.781 <sup>a</sup>	1.768 <sup>a</sup>	2.371 <sup>a</sup>	0.137 <sup>a</sup>	0.710 <sup>a</sup>	1.597 <sup>a</sup>	2.013 <sup>a</sup>
C.2	0.134 <sup>a</sup>	0.763 <sup>a</sup>	1.857 <sup>b</sup>	2.539 <sup>b</sup>	0.131 <sup>a</sup>	0.724 <sup>a</sup>	1.751 <sup>b</sup>	2.405 <sup>b</sup>
C.3	0.130 <sup>a</sup>	0.775 <sup>a</sup>	1.953 <sup>c</sup>	2.657 <sup>d</sup>	0.140 <sup>b</sup>	0.729 <sup>a</sup>	1.804 <sup>c</sup>	2.481 <sup>c</sup>
C.4	0.167 <sup>b</sup>	0.809 <sup>b</sup>	1.950 <sup>d</sup>	2.629 <sup>d</sup>	0.149 <sup>c</sup>	0.727 <sup>a</sup>	1.752 <sup>b</sup>	2.326 <sup>d</sup>
E.P.	0.021	0.012	0.011	0.009	0.021	0.012	0.011	0.009
<i>Ganho de peso diário (g)</i>								
C.1	14 <sup>a</sup>	60 <sup>a</sup>	85 <sup>a</sup>	86 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>	49 <sup>a</sup>	78 <sup>a</sup>	60 <sup>a</sup>
C.2	14 <sup>a</sup>	56 <sup>a</sup>	93 <sup>b</sup>	97 <sup>b</sup>	13 <sup>a</sup>	54 <sup>b</sup>	84 <sup>b</sup>	93 <sup>b</sup>
C.3	13 <sup>a</sup>	58 <sup>a</sup>	95 <sup>b</sup>	100 <sup>b</sup>	14 <sup>a</sup>	53 <sup>b</sup>	84 <sup>b</sup>	97 <sup>b</sup>
C.4	18 <sup>b</sup>	53 <sup>b</sup>	88 <sup>a</sup>	87 <sup>c</sup>	15 <sup>a</sup>	51 <sup>a</sup>	79 <sup>a</sup>	82 <sup>c</sup>
E.P.	0.003	0.002	0.001	0.001	0.003	0.002	0.001	0.001
<i>Conversão alimentar (kg/kg)</i>								
C.1	1.680 <sup>a</sup>	1.597 <sup>a</sup>	1.597 <sup>a</sup>	2.019 <sup>a</sup>	1.146 <sup>a</sup>	1.410 <sup>a</sup>	1.865 <sup>a</sup>	2.348 <sup>a</sup>
C.2	1.568 <sup>b</sup>	1.503 <sup>a</sup>	1.503 <sup>b</sup>	1.815 <sup>b</sup>	1.077 <sup>b</sup>	1.334 <sup>b</sup>	1.675 <sup>b</sup>	1.916 <sup>b</sup>
C.3	1.772 <sup>c</sup>	1.500 <sup>a</sup>	1.500 <sup>b</sup>	1.755 <sup>c</sup>	1.100 <sup>b</sup>	1.389 <sup>b</sup>	1.679 <sup>b</sup>	1.883 <sup>c</sup>
C.4	1.190 <sup>d</sup>	1.375 <sup>b</sup>	1.375 <sup>c</sup>	1.663 <sup>c</sup>	0.933 <sup>c</sup>	1.328 <sup>b</sup>	1.621 <sup>b</sup>	1.885 <sup>c</sup>
E.P.	0.087	0.050	0.039	0.036	0.087	0.050	0.039	0.036
<i>Consumo de ração (kg)*</i>								
C.1	0.157	1.194	3.199	4.931	0.157	1.130	2.978	4.484
C.2	0.152	1.077	3.151	4.839	0.141	1.039	2.933	4.389
C.3	0.156	1.102	3.253	4.996	0.154	1.016	3.028	4.355
C.4	0.148	1.044	3.050	4.688	0.139	0.965	2.939	4.087
E.P.	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Umidade do galpão (%)</i>								
C.1	21.3 <sup>a</sup>	25.4 <sup>a</sup>	31.6 <sup>a</sup>	38.1 <sup>a</sup>	25.2 <sup>a</sup>	34.7 <sup>a</sup>	35.9 <sup>a</sup>	42.1 <sup>a</sup>
C.2	21.4 <sup>a</sup>	24.8 <sup>a</sup>	41.2 <sup>b</sup>	42.2 <sup>b</sup>	25.5 <sup>a</sup>	35.5 <sup>a</sup>	43.5 <sup>b</sup>	44.6 <sup>b</sup>
C.3	42.9 <sup>b</sup>	46.7 <sup>b</sup>	44.9 <sup>b</sup>	47.0 <sup>c</sup>	43.1 <sup>b</sup>	46.6 <sup>b</sup>	44.7 <sup>c</sup>	44.6 <sup>b</sup>
C.4	31.6 <sup>c</sup>	36.4 <sup>c</sup>	61.9 <sup>c</sup>	58.9 <sup>d</sup>	33.5 <sup>c</sup>	40.0 <sup>c</sup>	62.0 <sup>d</sup>	58.5 <sup>c</sup>
E.P.	0.58	0.33	0.26	0.24	0.58	0.33	0.26	0.24
<i>Temperatura do galpão (°C)</i>								
C.1	24.4 <sup>a</sup>	23.0 <sup>a</sup>	23.0 <sup>a</sup>	22.2 <sup>a</sup>	24.9 <sup>a</sup>	24.1 <sup>a</sup>	22.6 <sup>a</sup>	22.2 <sup>a</sup>
C.2	26.9 <sup>b</sup>	26.6 <sup>b</sup>	24.3 <sup>b</sup>	23.5 <sup>b</sup>	29.2 <sup>b</sup>	28.0 <sup>b</sup>	24.7 <sup>b</sup>	23.4 <sup>b</sup>
C.3	26.6 <sup>c</sup>	25.5 <sup>c</sup>	23.9 <sup>c</sup>	21.9 <sup>a</sup>	26.5 <sup>c</sup>	26.3 <sup>c</sup>	24.2 <sup>c</sup>	21.8 <sup>c</sup>
C.4	29.4 <sup>d</sup>	25.4 <sup>c</sup>	23.4 <sup>d</sup>	20.9 <sup>c</sup>	29.8 <sup>d</sup>	25.6 <sup>d</sup>	23.8 <sup>d</sup>	21.4 <sup>d</sup>
E.P.	0.07	0.06	0.03	0.05	0.10	0.08	0.05	0.06

<sup>a, b, c, d</sup> = indicam diferença (P < 0.05) dentro da coluna por sexo; E.P.M. = Erro padrão da média; = Valor aproximado obtido a partir do consumo total de ração oferecida aos 26.000 frangos de corte (50% machos e 50% fêmeas) por galpão e fase de produção



**Tabela 2. Variáveis que compõem cada um dos componentes principais nas fases pré-inicial, inicial, desenvolvimento e finalização**

Pré-inicial				
Componente	Variável	Valor da contribuição	% Variância	Variância total (%)
I	TIC média	0.93	43.0	77.3
	Temperatura máxima	0.92		
	Consumo de ração	-0.91		
	Temperatura mínima	0.89		
	Ganho de peso diário	0.84		
II	HIC média	0.99	34.4	
	Umidade mínima	0.99		
	Umidade máxima	0.99		
	Mês (período)	0.76		
Inicial				
Componente	Variável	Valor da contribuição	% Variância	Variância total (%)
I	Umidade máxima	0.96	34.1	86.1
	HIC média	0.96		
	Umidade mínima	0.93		
	Mês	0.84		
II	TIC média	0.98	32.3	
	Temperatura máxima	0.97		
	Temperatura mínima	0.91		
III	Ganho de peso diário	-0.99	19.7	
	Sexo	0.97		
Desenvolvimento				
Componente	Variável	Valor da contribuição	% Variância	Variância total (%)
I	Temperatura máxima	-0.89	37.9	75.5
	Umidade máxima	0.87		
	Umidade média	0.84		
	Umidade mínima	0.80		
	Mês	0.71		
	Consumo de ração	-0.71		
II	Temperatura média	0.92	37.6	
	Temperatura mínima	0.90		
	Ganho de peso diário	0.86		
	Mortalidade diária	-0.73		
Finalização				
Componente	Variável	Valor da contribuição	% Variância	Variância total (%)
I	Consumo de ração	-0.98	55.1	73.5
	Temperatura máxima	-0.95		
	Umidade média	0.94		
	Mês	0.92		
	Umidade mínima	0.88		
	Temperatura média	-0.88		
	Umidade máxima	0.87		
II	Temperatura mínima	0.97	18.4	



**Tabela 3. Correlações das variáveis transformadas dentro dos componentes principais nas fases de pré-inicial, inicial, desenvolvimento e finalização**

Pré-inicial									
	Mês	GPD	Tmax	Tmin	TIC	Umax	Umin	HIC	CA
Mês	1								
GPD	0.90	1							
Tmax	0.96	0.85	1						
Tmin	0.81	0.65	0.93	1					
TIC	0.81	0.65	0.93	1.00	1				
Umax	0.39	0.25	0.46	0.47	0.47	1			
Umin	0.39	0.25	0.46	0.47	0.47	1.00	1		
HIC	0.39	0.25	0.46	0.47	0.47	1.00	1.00	1	
CA	-0.95	-0.88	-0.95	-0.84	-0.84	-0.23	-0.23	-0.23	1

Inicial									
	Mês	Sexo	GPD	Tmax	Tmin	TIC	Umax	Umin	HIC
Mês	1								
Sexo	0	1							
		-							
GPD	0.15	-0.78	1						
Tmax	0.97	0.11	-0.29	1					
Tmin	0.89	0.26	-0.40	0.91	1				
TIC	0.87	0.41	-0.59	0.92	0.96	1			
Hmax	0.38	0.08	0.16	0.29	0.24	0.20	1		
Hmin	0.33	0.01	0.15	0.25	0.21	0.17	0.99	1	
HIC	0.36	0.03	0.14	0.28	0.24	0.20	0.99	0.99	1

Desenvolvimento										
	Mês	GPD	Tmax	Tmin	TIC	Umax	Umin	HIC	Md	CA
Mês	1									
GPD	0.53	1								
Tmax	-0.85	-0.37	1							
Tmin	1.00	0.56	-0.82	1						
TIC	0.32	0.86	-0.01	0.36	1					
Umax	0.98	0.39	-0.87	0.99	0.16	1				
Umin	1.00	0.53	-0.85	0.95	0.32	0.98	1			
HIC	0.97	0.32	-0.79	0.96	0.16	0.99	0.97	1		
Md	-0.85	-0.51	0.68	-0.84	-0.30	-0.84	-0.85	-0.85	1	
CA	-0.83	-0.26	0.72	-0.83	-0.13	-0.85	-0.83	-0.83	0.45	1

Finalização									
	Mês	GPD	Tmax	Tmin	TIC	Umax	Umin	HIC	CA
Mês	1								
GPD	-0.14	1							
Tmax	-0.94	-0.10	1						
Tmin	-0.44	0.62	0.34	1					
TIC	-0.84	0.04	0.87	0.58	1				
Umax	0.99	-0.16	-0.95	-0.44	-0.85	1			
Umin	1.00	-0.17	-0.93	-0.43	-0.81	0.99	1		
HIC	0.98	-0.09	-0.97	-0.41	-0.86	1.00	0.99	1	
CA	-1.00	0.14	0.94	0.44	0.84	-0.99	-0.96	-0.98	1

Os resultados da análise de superfície de resposta (Tabela 4) determinaram que as variáveis que mais afetaram o desenvolvimento do frango de corte foram a TIC ( $P < 0.001$ ) e, com tendência, a HIC ( $P = 0.06$ ). Da mesma forma, observou-se que as três primeiras semanas de idade apresentaram efeito negativo sobre o desenvolvimento do frango, o que pode estar relacionado a uma fase de crescimento lento, seguida por uma fase de crescimento acelerado a partir da quarta semana de idade. Ao considerar a interação da TIC com a semana, observou-se que essa relação foi positiva da semana 1 à 4, e posteriormente negativa; no entanto, no caso da interação da HIC com a semana, observou-se um padrão invertido, com efeito negativo nas três primeiras semanas de idade.

## DISCUSSÃO

Os valores ótimos de peso corporal em frangos de corte, identificados pelas equações polinomiais obtidas na análise de superfície de resposta estimadas para cada etapa de desenvolvimento do frango de corte, evidenciaram superfícies quadráticas nas quatro primeiras semanas. [Sánchez-Chiprés et al. \(2021\)](#) indicam que a temperatura ideal para frangos de corte está na faixa de 18 a 21 °C para ganhos ótimos; no entanto, também ressaltam que a temperatura de conforto térmico das aves muda à medida que elas crescem, em função do desenvolvimento do seu sistema termorregulador.



**Tabela 4. Coeficientes dos fatores considerados para o delineamento da superfície de resposta**

Termo	Efeito	Coef	EP do Coef.	Valor T	Valor p	VIF
Constante		1.13304	0.00413	274.45	0.000	
TIC	-0.0838	-0.0419	0.0118	-3.56	0.000	5.00
HIC	-0.0192	-0.0096	0.00510	-1.88	0.060	1.82
Semana						
1	-2.00083	-1.00041	0.00775	-129.02	0.000	6.44
2	-1.49180	-0.74590	0.00712	-104.71	0.000	5.44
3	-0.73946	-0.36973	0.00614	-60.20	0.000	4.04
4	0.21773	0.10886	0.00575	18.94	0.000	3.54
5	1.35619	0.67809	0.00739	91.78	0.000	5.85
6	2.6582	1.3291	0.0112	118.94	0.000	*
TIC*TIC	-0.1862	-0.0931	0.0393	-2.37	0.018	13.57
HIC*HIC	-0.1667	-0.0833	0.0138	-6.02	0.000	5.24
TIC*HIC	-0.1408	-0.0704	0.0335	-2.10	0.036	8.57
TIC*Semana						
1	0.1996	0.0998	0.0370	2.70	0.007	25.48
2	0.0843	0.0422	0.0293	1.44	0.151	11.78
3	0.0256	0.0128	0.0247	0.52	0.604	7.90
4	0.3225	0.1613	0.0315	5.12	0.000	11.85
5	-0.3696	-0.1848	0.0358	-5.17	0.000	19.30
6	-0.2624	-0.1312	0.0467	-2.81	0.005	*
HIC*Semana						
1	-0.0763	-0.0381	0.0175	-2.18	0.029	7.41
2	-0.0685	-0.0342	0.0142	-2.41	0.016	4.03
3	-0.0933	-0.0467	0.0134	-3.49	0.000	3.18
4	0.1347	0.0673	0.0116	5.78	0.000	2.38
5	0.1170	0.0585	0.0160	3.66	0.000	6.99
6	-0.0136	-0.0068	0.0207	-0.33	0.743	*

Portanto, nos primeiros dias, as aves necessitam de uma temperatura ambiente entre 30–33 °C; na quinta semana, a temperatura ótima é de 22 °C, e na sexta semana, essa temperatura ótima situa-se entre 18–20 °C. No caso do presente estudo, as temperaturas registradas nos galpões ficaram entre 1–2 °C acima dos valores já apontados como ótimos; no entanto, as faixas de umidade em nosso estudo estavam dentro dos valores que esses autores indicaram como limites mínimo e máximo, entre 55 e 70 %, respectivamente. [Cassuce et al. \(2013\)](#) realizaram um estudo com 600 aves COBB, distribuídas em cinco câmaras de crescimento mantidas a diferentes temperaturas durante as três primeiras semanas de idade. Utilizando modelos lineares de regressão, concluíram que as maiores taxas de ganho de peso para o crescimento de frangos de corte ocorrem a 31.3 °C, 25.5 °C e 21.8 °C para a primeira, segunda e terceira semanas de idade, respectivamente. Da mesma forma, esses autores indicam que, para climas temperados, são utilizadas diversas faixas de temperatura consideradas ótimas; no entanto, para países com climas tropicais e subtropicais, como o Brasil, as faixas ótimas consideradas são 33–32 °C para a primeira semana, 32–28 °C para a segunda, 28–26 °C para a terceira, 26–24 °C para a quarta, 18–24 °C para a quinta e 18–24 °C para a sexta semana de idade, valores esses que diferem daqueles determinados como ótimos em nosso trabalho (Tabela 5).



**Tabela 5. Valores ótimos de TIC e HIC para o valor máximo de PC, com as equações de regressão geradas pela análise de superfície de resposta para cada semana de idade de frango de corte**

Semana	TIC (°C)*	HIC (%)*	PC (kg)*	Equação de regressão em unidades não codificadas por semana de idade
1	28.82	31.28	<b>0.160</b>	$-1.977 + 0.1228 \text{ TIC} + 0.02348 \text{ HIC} - 0.001886 \text{ TIC}^2 - 0.000168 \text{ HIC}^2 - 0.000450 \text{ TIC} \cdot \text{HIC}$
2	26.16	35.38	<b>0.395</b>	$-1.523 + 0.1146 \text{ TIC} + 0.02366 \text{ HIC} - 0.001886 \text{ TIC}^2 - 0.000168 \text{ HIC}^2 - 0.000450 \text{ TIC} \cdot \text{HIC}$
3	25.07	35.17	<b>0.773</b>	$-1.017 + 0.1104 \text{ TIC} + 0.02310 \text{ HIC} - 0.001886 \text{ TIC}^2 - 0.000168 \text{ HIC}^2 - 0.000450 \text{ TIC} \cdot \text{HIC}$
4	29.60	44.35	<b>1.283</b>	$-1.290 + 0.1316 \text{ TIC} + 0.02822 \text{ HIC} - 0.001886 \text{ TIC}^2 - 0.000168 \text{ HIC}^2 - 0.000450 \text{ TIC} \cdot \text{HIC}$
5	14.21	63.80	<b>2.016</b>	$0.544 + 0.0823 \text{ TIC} + 0.02783 \text{ HIC} - 0.001886 \text{ TIC}^2 - 0.000168 \text{ HIC}^2 - 0.000450 \text{ TIC} \cdot \text{HIC}$
6	17.85	50.17	<b>2.552</b>	$1.125 + 0.0899 \text{ TIC} + 0.02489 \text{ HIC} - 0.001886 \text{ TIC}^2 - 0.000168 \text{ HIC}^2 - 0.000450 \text{ TIC} \cdot \text{HIC}$

\*Valores obtidos pela otimização das equações de regressão da análise de superfície de resposta com o algoritmo GRG do Solver®

Ogunlowo *et al.* (2024) indicam que a faixa ótima de umidade relativa para os frangos após o período de cria está entre 50 e 70 %. Nesse sentido, Jongbo (2024) destaca que valores superiores a 75 % podem induzir estresse calórico nas aves. Os valores relatados como ideais são superiores aos observados no presente estudo, assim como aos identificados como ótimos. Nos resultados da presente pesquisa, os maiores pesos corporais (PC) foram registrados no ciclo quatro, nos quais a umidade interna do galpão (HIC) aumentou conforme a idade das aves avançava: de 31 % (fase pré-inicial) para 62 % (fase de desenvolvimento), mantendo-se em 58 % na fase de finalização. No entanto, o maior ganho de peso diário (GDP) foi encontrado no ciclo três, no qual foi registrada uma HIC praticamente constante durante as diferentes fases de produção (entre 42 e 46 % de umidade).

## CONCLUSÕES

Os resultados demonstram uma interação significativa e não linear entre a temperatura e a umidade relativa, descrevendo uma relação quadrática que permitiu identificar valores ótimos para maximizar o peso corporal do frango de corte, dependentes da idade das aves. A análise de superfície de resposta permitiu estimar combinações específicas de ambas as variáveis ambientais sob condições comerciais reais. Confirma-se que seu ajuste conjunto explica uma parte substancial da variabilidade produtiva e constitui uma ferramenta aplicável para otimizar o manejo ambiental e o desempenho produtivo em sistemas comerciais.

## REFERÊNCIAS

- ARANTES DE SOUSA LF, Pegoraro EL, Alves de Almeida E, Lunedo R, Furlan RL, Macari M. 2016. How heat stress (continuous or cyclical) interferes with nutrient digestibility, energy and nitrogen balances and performance in Broilers. *Livestock Science*. 192:39-43. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.0814.0>
- AVIAGEN. 2022. Pollo de engorda ROSS 308 AP: objetivos de rendimiento. *Aviagen* EUA. [https://aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs-v2/RossxRoss308\\_BroilerPerformanceObjectives2022\\_ES.pdf](https://aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs-v2/RossxRoss308_BroilerPerformanceObjectives2022_ES.pdf)



AYDAR AY. 2017. Utilization of response surface methodology in optimization of extraction of plant materials. In (Ed.), *Statistical Approaches With Emphasis on Design of Experiments Applied to Chemical Processes*. *IntechOpen*.

<https://doi.org/10.5772/intechopen.73690>

CASSUCE D, Tinôco I, Baêta F, Zolnier S, Cecon P, Vieira MF. 2013. Thermal comfort temperature update for broiler chickens up to 21 days of age. *Engenharia Agrícola*. 33:28-36. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162013000100004>

COBB-VANTRESS, INC. 2022. Cobb500TM Pollo de Engorde: Suplemento informativo de rendimiento y nutrición. <https://www.cobbgenetics.com/assets/Cobb-Files/2022-Cobb500-Broiler-Performance-Nutrition-Supplement.pdf>

DESHAZER JA, Hahn GL, Xin H. 2009. Chapter 1: Basic Principles of the Thermal Environment and Livestock Energetics. In J.A. DeShazer (Ed.), *Livestock Energetics and Thermal Environmental Management*. 1-22. St. Joseph, Mich.: ASABE. ASABE # 801M0309. ISBN: 1-892769-74-3. <https://doi.org/10.13031/2013.28294>

HAI L, Rong D, Zhang ZY. 2000. The Effect of environment on the digestion of Broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 83:57-64.

<https://doi.org/10.1046/j.1439-0396.2000.00223.x>

HASSAN FU, Alagawany M, Jha R. 2022. Editorial: Interplay of nutrition and genomics: Potential for improving performance and health of poultry. *Frontiers in Physiology*. 13:e1030995. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1030995>

JONGBO AO. 2024. Effects of sidewall opening areas on the performance of broiler chickens and the indoor climatic conditions of backyard poultry building. *Acta Scientiarum: Animal Sciences*. 46:1-8.

<https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v46i1.66396>

KHURI A. 2017. Response surface methodology and its applications in agricultural and food sciences. *Biometrics & Biostatistics International Journal*. 5(5):155-163.

<https://doi.org/10.15406/bbij.2017.05.00141>

LITTELL CR, Milliken AG, Stroup WW, Wolfinger DR, Schabenberger O. 2006. SAS® for Mixed Models. 2da edición. Cary, NC: SAS Institute Inc. Pp. 733-735.

<https://es.scribd.com/document/916775419/SAS-for-Mixed-Models-2nd-ed-Edition-Ramon-C-Littell-instant-access-2025>

LITTELL CR, Stroup WW, Freund JR. 2002. SAS® for Linear Models. Cuarta edición. Cary, NC: SAS Institute Inc. Pp. 191-194. <https://typeset.io/pdf/sas-for-linear-models-4xf4c34car.pdf>



MONTANERO FJ. 2008. Análisis multivariante. Universidad de Extremadura, Servicio de Publicaciones. ISBN: 978-84-691-6343-6.

<https://dehesa.unex.es/entities/publication/5a590025-a7f4-4dd7-a986-b55874d4c071>

MONTGOMERY D. 2002. Diseño y análisis de experimentos. 2da edición. México: Editorial Limusa. ISBN: 968-18-6156-6.

[https://www.researchgate.net/publication/362079778\\_Design\\_and\\_Analysis\\_of\\_Experiments\\_9th\\_Edition](https://www.researchgate.net/publication/362079778_Design_and_Analysis_of_Experiments_9th_Edition)

MUZZAMMIL M, Javed A, Zakwan M. 2015. An optimization technique for estimation of rating curve parameters. Indian Association of Hydrologists (IAH), Roorkee. Symposium on Hydrology, 22-23 diciembre 2015, Nueva Delhi, India. Pp. 234–240.

[https://www.researchgate.net/publication/305767208\\_AN\\_OPTIMIZATION\\_TECHNIQUE\\_FOR\\_ESTIMATION\\_OF\\_RATING\\_CURVE\\_PARAMETERS](https://www.researchgate.net/publication/305767208_AN_OPTIMIZATION_TECHNIQUE_FOR_ESTIMATION_OF_RATING_CURVE_PARAMETERS)

NILIPOUR A. 2012. Pollo moderno- cómo obtener el máximo rendimiento- Desafío, oportunidades y metas. <http://www.engormix.com/MA-avicultura/manejo/articulos/pollo-moderno-como-obtener-t4082/124-p0.htm>

OGUNLOWO QO, Adedayo AA, Wook HN, Anis R, Misbaudeen AA, Ezatullah Z, John AA, Bukola OA, Kosemani BS, Ilori TA, Lee HW. 2024. Analysis of microclimate temperature and relative humidity distribution of local poultry house in a subtropical area of Nigeria. *Journal of Agricultural Engineering*. 55(2):e1561.

<https://doi.org/10.4081/jae.2024.1561>

OMOMOWO O, Falayi F. 2021. Temperature-humidity index and thermal comfort of broilers in humid tropics. *Agricultural Engineering International: The CIGR e-journal*. 23:101-110. <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/6425/3677>

PISHGAR-KOMLEH S, Keyhani A, Mostofi-Sarkari M, Jafari A. 2012. Application of response surface methodology for optimization of picker-husker harvesting losses in corn seed. *Iranica Journal of Energy & Environment*. 3(2):e64390.

[https://www.ijee.net/article\\_64390.html](https://www.ijee.net/article_64390.html)

QUINTANA LJA. 2020. Manejo del pollo de engorda durante su primera semana de vida. *Avicultores y su Entorno*. BM Editores. Año 20, n.º 122.

<https://bmeditores.mx/avicultura/manejo-del-pollo-de-engorda-durante-su-primera-semana-de-vida/>

SÁNCHEZ-CHIPRÉS DR, Valera-Rojas M, Casasola-Torres RA, Gutiérrez-Borroto O, Mireles-Flores S. 2021. Atenuación del estrés calórico en pollos con la suplementación de un producto de cromo orgánico. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*. 13(1):e792. <https://doi.org/10.24188/recia.v13.n1.2021.792>



SONG Z, Liu L, Sheikhahmadi A, Jiao H, Lin H. 2012. Effect of heat exposure on gene expression of feed intake regulatory peptides in laying hens. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*. 2012, e484869. <https://doi.org/10.1155/2012/484869>

TAHERI A, Kenari AA, Motamedzadegan A, Habibi-Rezaei M. 2011. Poultry by-products and enzymatic hydrolysis: optimization by response surface methodology using alcalase® 2.4L. *International Journal of Food Engineering*. 7(5):e1969. <https://doi.org/10.2202/1556-3758.1969>

TAO X, Xin H. 2003. Acute synergistic effects of air temperature, humidity, and velocity on homeostasis of market-size broilers. *Transactions of the ASAE*. 46:e12971. <https://doi.org/10.13031/2013.12971>

TORRES V, Ramos N, Lizazo D, Monteagudo F, Noda A. 2001. Modelo estadístico para la medición del impacto de la innovación o transferencia tecnológica en la rama agropecuaria. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 42(2):133-139. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193015494003>

WILLIAMS Y, Basitereb M, Ntwampea SKO, Ngonganga M, Njoyaa M, Kaskotea E. 2019. Application of response surface methodology to optimize the COD removal efficiency of an EGSB reactor treating poultry slaughterhouse wastewater. *Water Practice and Technology*. 14(3):507-514. <https://doi.org/10.2166/wpt.2019.032>

#### [Errata Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-veterinario/errata>