

SỬ DỤNG HÀM HỒI QUY PHI TUYẾN TÍNH MÔ TẢ SINH TRƯỞNG CỦA BÒ LAI F₁ (BRAHMAN X LAI SIND, RED ANGUS X LAI SIND, BBB X LAI SIND)

Ngô Thị Kim Chi¹, Trần Quang Hạnh¹, Phạm Thế Huệ¹, Đỗ Đức Lực², Phạm Văn Pha²,
Hoàng Anh Dương⁴, Lê Đức Ngoan³

Ngày nhận bài: 28/11/2024; Ngày phản biện thông qua: 11/01/2025; Ngày duyệt đăng: 15/01/2025

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm xác định một mô hình hồi quy phi tuyến tính phù hợp trong số 3 mô hình Gompertz, Logistic và Von Bertalanffy để mô tả đặc điểm sinh trưởng của bò lai F₁ (Brahman x Lai Sind), F₁ (Red Angus x Lai Sind) và F₁ (BBB x Lai Sind) theo độ tuổi. Tổng 150 bò (mỗi tổ hợp 50 con bao gồm 25 bò cái và 25 bò đực) nuôi tại huyện Ea Kar, tỉnh Đắk Lắk được sử dụng để xác định khối lượng cơ thể qua các giai đoạn tuổi. Hàm Von Bertalanffy có hệ số xác định R²(96,81- 98,76) cao nhất, hệ số AIC (2711,44 – 2730,56) và BIC(2726,25-2745,38) thấp nhất so với hàm Gompertz và hàm Logistic. Bò BRL, RAL và BBL có tuổi tại điểm uốn dao động trong khoảng 10,03-14,61 tháng tuổi và khối lượng tại điểm uốn trong khoảng từ 233,15-327,15 kg. Hàm Von Bertalanffy được đề nghị áp dụng để ước tính khối lượng của bò lai BRL, RAL và BBL theo tuổi.

Từ khóa: mô hình hồi quy phi tuyến tính, F₁(Brahman x Lai Sind), F₁(Red Angus x Lai Sind), F₁(BBB x Lai Sind).

1. MỞ ĐẦU

Lai tạo giữa các giống bò thịt Brahman, Red Angus và Blanc Blue Belge (BBB) với giống bò Lai Sind tạo bò lai nuôi thịt là một tiến bộ kỹ thuật trong lai tạo và nuôi dưỡng bò thịt. Bò lai có khả năng sinh trưởng cao, năng suất, chất lượng thịt bò được đánh giá tốt. Nhiều tác giả đã công bố về khả năng sinh trưởng, năng suất thịt và chất lượng thịt của bò lai F₁ (Brahman x Lai Sind), F₁ (Red Angus x Lai Sind), F₁ (BBB x Lai Sind) (Phạm Văn Quyến và cs., 2021; Phạm Thế Huệ., 2010; Nguyễn Thị Mỹ Linh và cs., 2022; Nguyễn Thị Vinh và cs., 2020). Ứng dụng hàm hồi quy phi tuyến tính để mô tả sinh trưởng của bò được nhiều tác giả thực hiện. Trong đó phải kể đến gồm: Bathaei và Leory (1996) sử dụng mô hình toán và mối quan hệ giữa khối lượng cơ thể và độ tuổi để mô tả sinh trưởng; Trần Quang Hạnh và Đặng Vũ Bình, (2009) sử dụng các hàm hồi quy phi tuyến tính Gompertz mô hình hóa quá trình sinh trưởng của một số giống bò như Holstein Friesian và con lai với bò Lai Sind; Phạm Thế Huệ (2010) sử dụng hàm Gompertz để mô tả sinh trưởng của bò Lai Sind, F₁ (Brahman x Lai Sind) và F₁ (Charolais x Lai Sind); Nguyễn Thị Vinh và cs (2020) sử dụng một số hàm hồi quy phi tuyến tính để mô tả sinh trưởng của bò F₁ (BBB x Lai Sind). Tuy nhiên để hiểu rõ hơn về quá trình sinh trưởng của 3 nhóm bò lai BRL, RAL và BBL trong điều kiện chăn nuôi tại Đắk

Lắk phục vụ cho công tác lai tạo, chăm sóc nuôi dưỡng bò thịt, chúng tôi sử dụng một số mô hình hồi quy phi tuyến tính để mô tả sinh trưởng, từ đó lựa chọn mô hình sinh trưởng phù hợp nhất để ước tính khối lượng của bò BRL, RAL và BBL theo tháng tuổi.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Gia súc, thức ăn thí nghiệm

Tổng 150 bê lai F₁ (Brahman x Lai Sind), F₁ (Red Angus x Lai Sind) và F₁ (BBB x Lai Sind) (mỗi tổ hợp lai 50 con 25 đực và 25 cái) có độ tuổi từ sơ sinh đến 24 tháng tuổi nuôi tại các nông hộ tại huyện Ea Kar, tỉnh Đắk Lắk được sử dụng để thu thập số liệu về sinh trưởng qua các tháng tuổi. Bê được cai sữa lúc 6 tháng tuổi. Bê sau cai sữa đến 24 tháng tuổi được nuôi nhốt và cung cấp thức ăn thô xanh và thức ăn tinh tại chuồng. Khẩu phần gồm cỏ voi được thu cắt tại thời điểm 45 ngày tuổi sau đó được cắt ngắn 10-15 cm trước khi cho ăn, rơm khô và thức ăn tinh được phối trộn từ nguyên liệu địa phương gồm bột ngô, cám gạo, bột sắn, khô dầu lạc và uree (bảng 2). Thức ăn thô (cỏ và rơm) được cho ăn tự do, thức ăn tinh được cho ăn 2 lần vào buổi sáng (8h) và buổi chiều (14h), khẩu phần được tính toán theo tiêu chuẩn Kearn (1982), nước uống được cung cấp tự do. Trong thời gian thí nghiệm, bò được tiêm phòng bệnh lở mồm long móng, tụ huyết trùng và tẩy giun sán theo quy định thú y.

¹Khoa Chăn nuôi Thú y, Trường Đại học Tây Nguyên;

²Học Viện Nông nghiệp Việt Nam;

³Trường Đại học Nông Lâm Huế;

⁴Lớp Chăn nuôi K2022, Trường Đại học Tây Nguyên;

Tác giả liên hệ: Ngô Thị Kim Chi; ĐT: 0988843947; Email: kimchidhtn@gmail.com.

Bảng 1. Thành phần nguyên liệu và giá trị dinh dưỡng của thức ăn trong khẩu phần (%DM)

Loại thức ăn	DM*	Thành phần hóa học (% VCK)				ME
		CP	EE	CF	Ash	
Cỏ Voi 45 ngày	17,88	10,80	3,78	34,28	9,8	2078
Rơm lúa chiêm khô	90,85	5,12	1,64	34,32	12,8	1661
Khô dầu lạc	89,22	32,24	7,70	9,80	5,13	2334
Bột ngô	84,84	9,80	5,18	2,20	2,4	2922
Cám gạo	90,27	8,46	6,76	18,56	13,72	2194
Bột sắn	89,1	3,27	1,27	3,09	0,31	2902

Bảng 2. Công thức phối trộn thức ăn tinh

Loại thức ăn	Tỷ lệ phối trộn (%)
Bột ngô	18
Bột sắn	40
Cám gạo	20
Khô dầu lạc	10
Ure	2
Protein thô (g/kg DM)	152,1
Năng lượng (kcalo/kg DM)	2334

2.2. Các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp xác định

Khối lượng bê tại thời điểm sơ sinh được cân bằng cân đồng hồ (sai số $\pm 0,05$ kg), từ 6 tháng tuổi

đến 24 tháng tuổi bò được cân bằng cân điện tử (Rud Weight 1200, sai số $\pm 0,05$ kg), bò được cân vào buổi sáng trước khi cho ăn.

Bảng 3. Mô hình ảnh hưởng cố định hàm hồi quy phi tuyến tính

Mô hình	Hàm sinh trưởng	Tuổi tại điểm uốn (tháng)	Khối lượng tại điểm uốn (kg)
Gompertz	$BW_t = a \times e^{-\beta \times e^{-Kt}}$	$\ln(\beta)/k$	a/e
Logistics	$BW_t = \left(\frac{a}{\beta \times (1 + e^{-Kt})} \right)$	$\ln(\beta)/k$	$a/2$
Bertalanffy	$BW_t = a \times (1 - \beta \times e^{-Kt^3})$	$\ln(3*\beta)/k$	$8*a/27$

BWt: trọng lượng cơ thể (kg) tại thời điểm t; BW0: trọng lượng cơ thể ban đầu (kg); a: trọng lượng cơ thể tiệm cận trên (kg); t: tuổi (tháng); β : đặc trưng cho phần đầu tiên của quá trình tăng trưởng trước điểm uốn; k: mô tả phần thứ hai trong đó tốc độ tăng trưởng giảm cho đến khi động vật đạt đến trọng lượng cơ thể tiệm cận trên hoặc trọng lượng cơ thể trưởng thành (a); e: 2,718282. Gompertz (1825); Logistic (Pearl, 1977); Von Bertalanffy (1957).

Khối lượng sơ sinh của 3 tổ hợp lai được cân bằng cân đồng hồ từng cá thể, khối lượng bê từ 6 tháng tuổi đến 24 tháng tuổi được cân bằng cân điện tử Rudweight của Úc với sai số 0,05 kg, bò được cân buổi sáng khi chưa cho ăn. Để mô hình hóa quá trình sinh trưởng của bò chúng tôi sử dụng tập hợp số liệu khối lượng chung của bò đực và bò cái để xác định, không ước tính khối lượng riêng

rẽ con bò đực và bò cái.

Khối lượng (BW) được ước tính theo tháng tuổi từ sơ sinh đến 24 tháng tuổi bằng cách sử dụng các mô hình Gompertz (Gompertz, 1825), Logistic (Pearl, 1977), Bertalanffy (Von Bertalanffy, 1957), được sử dụng để mô tả sự tăng trưởng của bò qua các tháng tuổi. Đường cong tăng trưởng được phân tích trong phần mềm R (phiên bản R 4.0.5, nhóm R Core (2021)). Các phương trình toán học được điều chỉnh bằng hàm nlsLM() trong gói minpack. lm (Elzhov và cs, 2016) trong R cho từng giới tính. Sau đó, các tham số sau được tạo: khối lượng cơ thể tiệm cận trên (α), tốc độ tăng trưởng trưởng thành ước tính (k), đặc trưng cho phần đầu tiên của quá trình tăng trưởng trước điểm uốn (β). Tiêu chí thông tin của Akaike (AIC) và tiêu chí hình thành Bayesian (BIC) được tạo bằng lệnh AIC() và BIC() trong phần mềm R. Sai số chuẩn của hồi quy

(SER) được tính như một tiêu chí bổ sung về mức độ phù hợp của từng mô hình (García và cs, 2019). Các tham số AIC và BIC được sử dụng để so sánh hiệu suất của mô hình. Các giá trị BIC và AIC thấp hơn chỉ ra mô hình tốt hơn. Trong khi BIC là một tiêu chí quan trọng để lựa chọn một mô hình đúng, AIC là một tham số phù hợp để tìm ra mô hình tốt nhất để dự đoán các quan sát (Chakrabarti và Ghosh, 2011). Bên cạnh AIC và BIC, một hệ số xác định (R^2) đã được lấy từ mỗi mô hình đã thử nghiệm. Các hàm toán học có giá trị R^2 cao hơn chỉ ra một mô hình tốt hơn. Do đó, mô hình tốt nhất đã được xác nhận khi các tham số của AIC, BIC là thấp nhất và hệ số xác định (R^2) là cao nhất. Trọng lượng cơ thể dự đoán của bò được tính bằng hàm predict() trong phần mềm R.

Bảng 4. Khối lượng tích lũy của bò BRL, RAL và BBL qua các tháng tuổi (kg)

Tuổi (tháng)	Số lượng	BRL Mean $\pm$ SD	RAL Mean $\pm$ SD	BBL Mean $\pm$ SD	P =value
SS	50	23,58 ^c $\pm$ 1,97	25,48 ^b $\pm$ 2,89	29,42 ^a $\pm$ 3,34	0,000
6	50	122,94 ^c $\pm$ 7,08	125,73 ^b $\pm$ 9,03	174,52 ^a $\pm$ 8,97	0,000
12	50	188,20 ^c $\pm$ 12,73	211,53 ^b $\pm$ 9,39	309,90 ^a $\pm$ 13,96	0,000
18	50	288,04 ^c $\pm$ 12,99	316,27 ^b $\pm$ 7,23	450,12 ^a $\pm$ 18,20	0,000
24	50	383,00 ^c $\pm$ 41,20	420,68 ^b $\pm$ 45,68	583,96 ^a $\pm$ 32,77	0,000

Ghi chú: Trong cùng một hàng các số có các chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

3.2. Mô hình hóa sinh trưởng của bò lai BRL, RAL và BBL

Kết quả ước lượng các tham số a, b, k của các

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sinh trưởng tích lũy của bò BRL, RAL và BBL qua các tháng tuổi

Khối lượng cơ thể bò lai BRL, RAL và BBL từ sơ sinh đến 24 tháng tuổi được trình bày ở bảng 4. Khối lượng của bò BRL, RAL và BBL giai đoạn sơ sinh tương ứng 25,58; 25,48 và 29,42 kg/con, giai đoạn 6 tháng tuổi tương ứng 122,94; 125,73 và 174,52 kg/con. Giai đoạn 24 tháng tuổi đạt lần lượt là 338; 420,68 và 583,96 kg/con. Bò BBL có khối lượng cơ thể lớn nhất, tiếp theo là bò RAL và nhỏ nhất là bò BRL. Sự sai khác về khối lượng cơ thể ở tất cả các giai đoạn tuổi có ý nghĩa thống kê ($P < 0,005$). Nhìn chung bò BBL có khối lượng lớn hơn bò BRLS và BBL ở tất cả các giai đoạn sinh trưởng từ sơ sinh đến 24 tháng tuổi.

hàm sinh trưởng được trình bày ở Bảng 5 và được minh họa ở hình 1.

Bảng 5. Các tham số hàm sinh trưởng của bò BRL, RAL và BBL

Giống bò	Mô hình	a $\pm$ SE	b $\pm$ SE	k $\pm$ SE	Hàm sinh trưởng
BRL	Gompertz	610,09 $\pm$ 34,9	2,75 $\pm$ 0,05	0,07 $\pm$ 0,01	$Y = 610,09 * \exp(-2,75 * \exp(-0,07 * TT))$
	Logistic	470,17 $\pm$ 15,1	8,95 $\pm$ 0,38	0,15 $\pm$ 0,01	$Y = 470,17 / (1 + 8,95 * \exp(-0,15 * TT))$
	Bertalanffy	762,45 $\pm$ 63,8	0,64 $\pm$ 0,01	0,05 $\pm$ 0,04	$Y = 762,45 * (1 - 0,66 * \exp(-0,05 * TT))^3$
RAL	Gompertz	637,53 $\pm$ 30,0	2,78 $\pm$ 0,05	0,08 $\pm$ 0,004	$Y = 637,53 * \exp(-2,78 * \exp(-0,08 * TT))$
	Logistic	500,2 $\pm$ 13,6	9,19 $\pm$ 0,38	0,16 $\pm$ 0,006	$Y = 500,20 / (1 + 9,19 * \exp(-0,16 * TT))$
	Bertalanffy	786,88 $\pm$ 53,6	0,64 $\pm$ 0,01	0,05 $\pm$ 0,004	$Y = 786,88 * (1 - 0,64 * \exp(-0,05 * TT))^3$
BBL	Gompertz	783,32 $\pm$ 18,9	2,80 $\pm$ 0,04	0,09 $\pm$ 0,003	$Y = 783,32 * \exp(-2,80 * \exp(-0,09 * TT))$
	Logistic	654,31 $\pm$ 10,5	9,42 $\pm$ 0,34	0,17 $\pm$ 0,005	$Y = 654,31 / (1 + 9,42 * \exp(-0,17 * TT))$
	Bertalanffy	909,10 $\pm$ 29,3	0,64 $\pm$ 0,01	0,06 $\pm$ 0,003	$Y = 909,1 * (1 - 0,64 * \exp(-0,06 * TT))^3$

Ghi chú: Y: Là khối lượng (kg), T: tháng tuổi (tháng), a: Khối lượng trưởng thành ước tính (kg), b: Hằng số tích hợp liên quan đến khối lượng sơ sinh, k: Hằng số liên quan tới tốc độ sinh trưởng.

Khối lượng trưởng thành dự đoán a cho bò BRL, RAL và BBL đối với hàm Gormpertz lần lượt là 610,09; 637,53 và 783,32 kg; Tương tự hàm Logistic lần lượt là 470,17; 500,20 và 654,31 kg. Hàm Bertalanffy lần lượt là 762,45; 786,88 và 909,10 kg. Hàm Gormpertz, Logistic, Bertalanffy

có giá trị a dự đoán khối lượng của bò BBL tương ứng 783,32; 654,31 và 909,10 kg; Ở bò RAL lần lượt 637,53; 500,20 và 786,88 kg; Bò BRL tương ứng là 610,09; 470,17 và 762,45 kg. Giá trị a dự đoán khối lượng của bò BBL cao hơn so với bò BRL và bò RAL cho thấy khả năng sinh trưởng

cao của nhóm bò BBL so với bò BRL và RAL trong điều kiện chăn nuôi tại Đắk Lắk. Giá trị a của bò BBL trong nghiên cứu này thấp hơn so với kết quả nghiên cứu trên bò F_1 (BBB x Lai Sind) của Nguyễn Thị Vinh và cs (2020), giá trị m đối với hàm Gompertz từ 703,42 - 1087,32 kg, hàm Logistic biến động từ 552,53 - 815,48 kg và hàm Von Bertalanffy 861,48 - 1403,51 kg. Behr và cs (2001) cho thấy hàm Von Bertalanffy, Gompertz, Brody dao động trong khoảng 693 - 1.368kg; trong đó các hàm Brody, Von Bertalanffy, Richards có m lớn hơn các hàm khác. Tutkun (2019) cho kết quả bò đực Holstein-Friesian có các giá trị m ước tính nằm trong khoảng 673 - 1.110 kg khi sử dụng các hàm Gompertz, Richards, Logistic và Von Bertalanffy. Lopes và cs (2011) cho thấy bò Nellore, giá trị ước tính là 471 kg, 358 kg, 338 kg và 310 kg cho tham số m , lần lượt cho các hàm Brody, Bertalanffy, Gompertz và Logistic. Tham số tốc độ sinh trưởng k của bò của bò BRL, RAL

và BBL đạt giá trị khá cao hàm Gompertz (0,07-0,09), Logistics (0,15-0,17) và hàm Bertalanffy (0,05-0,06). Bò BBL có tham số tốc độ sinh trưởng k ở hàm Gompertz, Logistic và Bertalanffy tương ứng 0,09 0,17 và 0,06. Giá trị k ở bò BBL cao hơn so với bò BRL và RAL phản ánh tốc độ tăng trưởng cao của nhóm bò này trong điều kiện chăn nuôi tại Đắk Lắk. Nguyễn Thị Vinh và cs (2020) cho thấy tham số tốc độ tăng trưởng k của bò F_1 BBB ở các hàm Gompertz, Logistic, Bertalanffy biến động từ 0,05 - 0,2. Phạm Thế Huệ (2010) cho thấy hàm Gompertz mô tả sinh trưởng của bò Lai Sind, F_1 (Brahman x Lai Sind), F_1 (Charolais x Lai Sind) có tham số tăng trưởng k tương ứng 0,092; 0,093 và 0,10. Tham số a và k rất quan trọng trong nghiên cứu quá trình sinh trưởng của động vật vì nó giúp cho các nhà chăn nuôi có thể chọn lọc được những vật nuôi có tốc độ tăng trưởng cao (Brown và cs, 1972; Fitzhugh, 1976).

Bảng 6. Tham số thống kê đánh giá mức độ tin cậy của mô hình sinh trưởng trên bò BRL, RAL và BBL

Loại bò	Mô hình	AIC	BIC	R^2	R^2	AIC	BIC
BRL	Gompertz	2	2	2	96,65	2745,29	2760,10
	Logistic	3	3	3	96,22	2781,58	2796,40
	Bertalanffy	1	1	1	96,81	2730,56	2745,38
RAL	Gompertz	2	2	2	97,27	2739,84	2754,65
	Logistic	3	3	3	96,79	2788,00	2802,82
	Bertalanffy	1	1	1	97,43	2721,99	2736,81
BBL	Gompertz	2	2	2	98,60	2748,21	2763,03
	Logistic	3	3	3	98,07	2844,68	2859,50
	Bertalanffy	1	1	1	98,76	2711,44	2726,25

Ghi chú: AIC: Tiêu chuẩn thông tin của Akaike, BIC: Tiêu chuẩn thông tin Bayesian, R^2 : Hệ số xác định.

Các giá trị của tham số trong những hàm hồi quy các tham số thống kê đánh giá độ tin cậy, độ chính xác và khả năng dự đoán của các hàm sinh trưởng được thể hiện ở bảng 6. Trong các hàm sinh trưởng, tham số đánh giá độ tin cậy là hệ số xác định R^2 càng lớn càng tốt; trị tuyệt đối của các tham số đánh giá độ chính xác gồm trị tuyệt đối của sai số AIC và sai số bình phương BIC càng nhỏ càng tốt. Tăng trưởng của bò BRL, RAL và BBL, các thông số (AIC, BIC) được xếp hạng từ thấp nhất (=1) đến cao nhất (=3), và R^2 được xếp hạng từ cao nhất (=1) đến thấp nhất (=3). Chúng tôi thấy rằng hàm Gompertz và Bertalanffy là những mô hình tốt nhất để ước tính tăng trưởng của bò BRL, RAL và BBL. Theo Behr và cs (2001), mô hình Bertalanffy và Richards là phù hợp hơn cả để ước lượng sinh trưởng theo tuổi cho bò BBB đực và mô hình Brody phù hợp cho bò cái. Tutkun (2019)

cho biết mô hình Gompertz được tìm thấy là phù hợp nhất về tổng thể cho sự tăng trưởng của bò đực giống Holstein. Selvaggi và cs. (2017) cho rằng mô hình Logistic là phù hợp và hữu ích để nghiên cứu sự tăng trưởng của bò đực giống Padolica. Cano và cs. (2015) cho biết hàm Von Bertalanffy mô tả tốt quá trình sinh trưởng theo tuổi, trong khi logistic hàm không phải là hàm phù hợp nhất. Goldberg và Ravagnolo (2015) đã phân tích các đường cong tăng trưởng cho bò Angus sử dụng các mô hình phi tuyến tính khác nhau và kết quả cho thấy các ước tính tốt nhất theo trọng lượng sơ sinh thu được từ Gompertz và mô hình Richards. Lựa chọn hàm sinh trưởng phù hợp để ước tính sinh trưởng của bò theo các độ tuổi khác nhau phụ thuộc vào yếu tố giống bò, độ tuổi của bò.

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi thu được

trong thí nghiệm phù hợp với nghiên cứu của Alessandra và cs (2006) khi nghiên cứu đường cong sinh trưởng của bò cái tơ Holstein bằng mô hình Gompertz cho thấy giá trị khối lượng ước tính 616,80 kg, hệ số xác định R^2 rất cao 99,80%.

Kết quả nghiên cứu của Lambe và Cs (2006) về các hàm hồi quy phi tuyến tính Logistic, Gompertz, Richard cho thấy hệ số xác định $R^2 > 98\%$. Hàm Gompertz mô tả tốt nhất nhằm đánh giá khối lượng trưởng thành, tăng khối lượng cao nhất và tuổi tại thời điểm có tăng trọng cao nhất. Phạm Thế Huệ (2010) Sử dụng hàm Gompertz để mô hình hóa quá trình sinh trưởng của bò Lai Sind, F_1 (Brahman x Lai Sind) và F_1 (Charolais x Lai Sind) cho thấy khối lượng ước tính đạt tương ứng 350,93 kg; 401,94 kg và 418,94 kg. Trần Quang

Hạnh và Đặng Vũ Bình (2009) cho thấy khối lượng ước tính của bò Holstein và các con lai F_1 (HF), F_2 (HF), F_3 (HF) và HF theo hàm Gompertz tương ứng là: 444,48 kg; 468,18 kg; 490,21 kg và 522,87 kg. Nguyễn Thị Vinh và cs (2020) cho thấy khối lượng ước tính của bò F_1 (BBB x Lai Sind) theo hàm Gompertz, Logistic, Von Bertalanffy tương ứng 1087,32 kg; 815,48 kg và 1403,51 kg.

Giá trị k trong nghiên cứu này tương đương với giá trị b của bò F_1 (BBB x Lai Sind) (Nguyễn Thị Vinh và cs 2020). Brown và cs (1972), Fitzhugh (1976) cho rằng trong nghiên cứu hàm phi tuyến tính để mô tả sinh trưởng của vật nuôi các tham số m và b có ý nghĩa quan trọng, các tham số m và b giúp cho các nhà hoạch định chăn nuôi chọn lọc được những vật nuôi có tốc độ tăng trưởng cao.

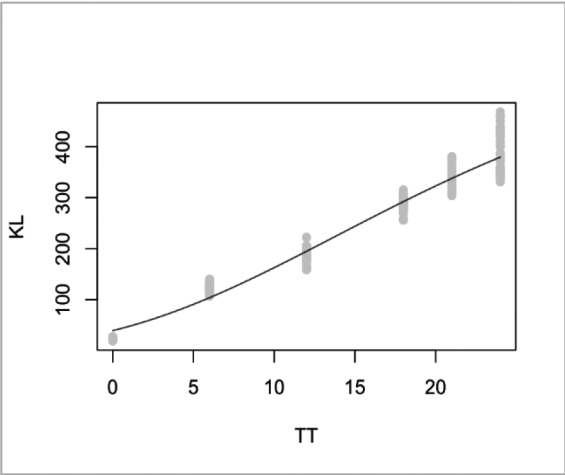
Bảng 7. Tuổi và khối lượng tại điểm uốn

Giống bò	Mô hình	Yp1	Xp1
		Khối lượng tại điểm uốn (kg)	Tuổi tại điểm uốn (tháng)
Bò BRL	Gompertz	235,09	14,61
	Logistic	235,09	13,87
	Von Bertalanffy	235,91	14,61
Bò RAL	Gompertz	234,53	13,19
	Logistic	250,09	14,20
	Von Bertalanffy	233,15	13,07
Bò BBL	Gompertz	288,17	11,13
	Logistic	327,15	12,82
	Von Bertalanffy	269,36	10,03

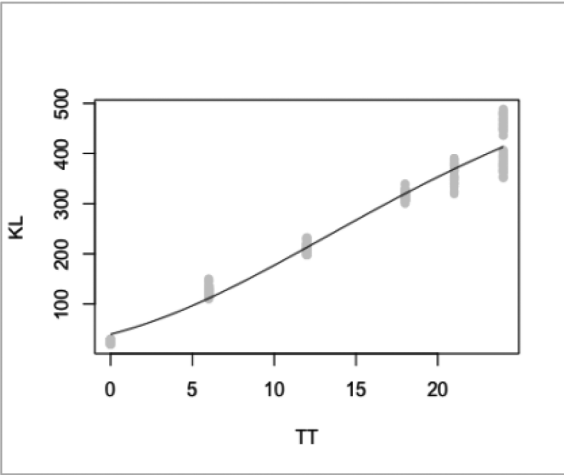
Ghi chú : Xp1 :Tháng thay đổi tốc độ sinh trưởng ; Yp1 : Khối lượng tại điểm thay đổi tốc độ sinh trưởng.

Tọa độ điểm uốn của đường cong Gompertz: Tuổi tại điểm uốn của các nhóm bò BRL, RAL và BBL là: 14,7; 12,9 và 11,9 tháng, tương ứng với khối lượng cơ thể là 235,09 kg, 234,53 kg và 288,17 kg. Hàm Logistic của bò BRL, RAL và BBL có tuổi tại điểm uốn tương ứng 13,87; 14,20 và 12,82 tháng, khối lượng tương ứng là 235,09; 250,10 và 327,50 kg. Hàm Bertalanffy có điểm uốn tại 14,61; 13,07 và 10,03 tháng tương ứng khối lượng tại điểm uốn là 235,91; 233,15 và 269,36 kg. Tỷ lệ khối lượng trung bình tại điểm uốn so với khối lượng trưởng thành (a) của các nhóm bò dao động 44,16 – 54,04%. Nguyễn Thị Vinh và cs (2020) cho kết quả bò F_1 (BBB x Lai Sind) hàm Gompertz, Logistic và Von Bertalanffy có tuổi thay đổi tốc độ sinh trưởng ở con đực và con cái tương ứng 15,98 và 11,49 tháng; 20,41 và 14,29 tháng; 15,47 và 10,05 tháng. Tương ứng khối lượng tại điểm uốn 400,13 và 258,86 kg; 407,74 và 276,27 kg và 415,44 và 255 kg. Phạm Thế Huệ (2010) cho thấy hàm sinh trưởng Gompertz ở bò Lai Sind, F_1 (Brahman x Lai Sind),

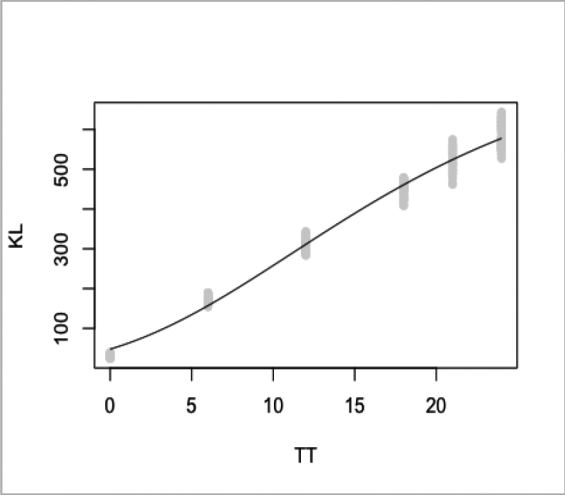
F_1 (Charolais x Lai Sind) có điểm uốn tương ứng 10,35; 9,86 và 9,51 tháng, khối lượng tại điểm uốn tương ứng 129,07 kg; 147,83 kg và 154,11 kg. Trần Quang Hạnh và Đặng Vũ Bình (2009) công bố hàm Gompertz trên bò F_1 (HF x Lai Sind), F_2 (HF x Lai Sind), F_3 (HF x Lai Sind) và HF có điểm uốn tương ứng 7,93; 8,10; 7,99 và 8,07 tháng, khối lượng tại điểm uốn tương ứng 163,47 kg; 172,16 kg; 180,34 kg và 192,35 kg. Điểm uốn của đường cong sinh trưởng là giá trị quan trọng giúp người chăn nuôi biết được đặc điểm của các giai đoạn sinh trưởng của bò thịt. Trong hàm sinh trưởng điểm uốn là điểm chuyển tiếp của đường cong sinh trưởng tích lũy chuyển từ pha sinh trưởng chậm sang pha sinh trưởng nhanh để có các biện pháp khai thác tiềm năng sinh trưởng của bò thịt đạt hiệu quả cao bằng các biện pháp chăn nuôi, chế độ dinh dưỡng phù hợp để đạt được tăng trưởng nhanh. Theo Brody (1945), điểm uốn của đường cong sinh trưởng trùng với sự bắt đầu của tuổi dậy thì và cùng với sự gia tăng tỷ lệ chất béo sau giai đoạn đó.



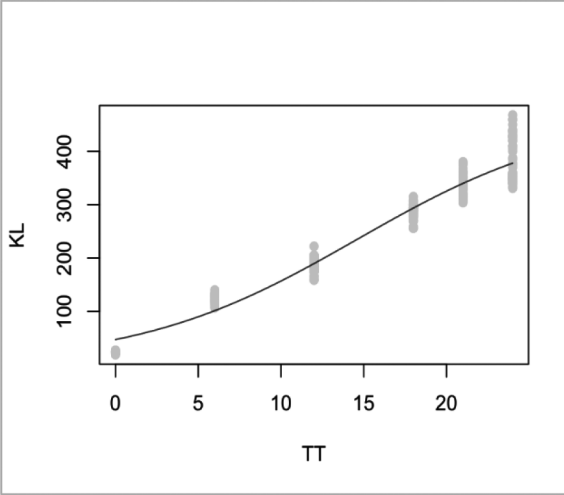
Hình 1a. Đường cong Gormpertz biểu diễn sinh trưởng của bò BRL



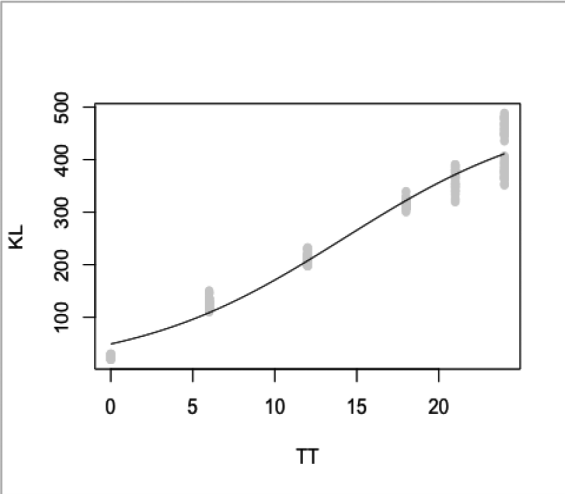
Hình 1b. Đường cong Gormpertz biểu diễn sinh trưởng của bò RAL



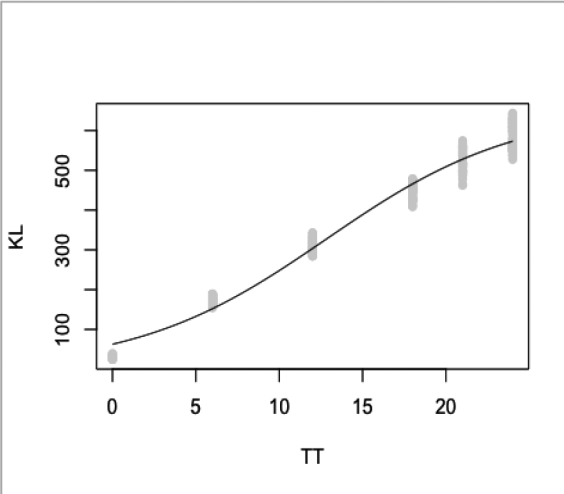
Hình 1c. Đường cong Gormpertz biểu diễn sinh trưởng của bò BBL



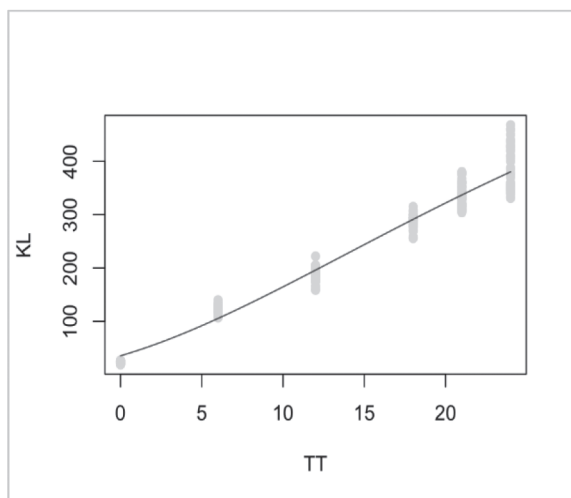
Hình 1d. Đường cong Logistic biểu diễn sinh trưởng của bò BRL



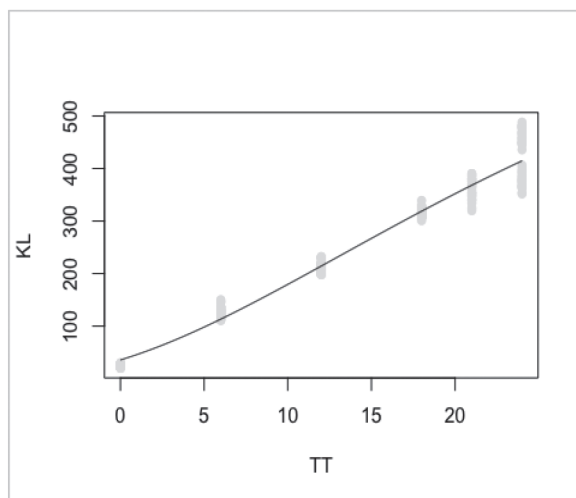
Hình 1e. Đường cong Logistic biểu diễn sinh trưởng của bò RAL



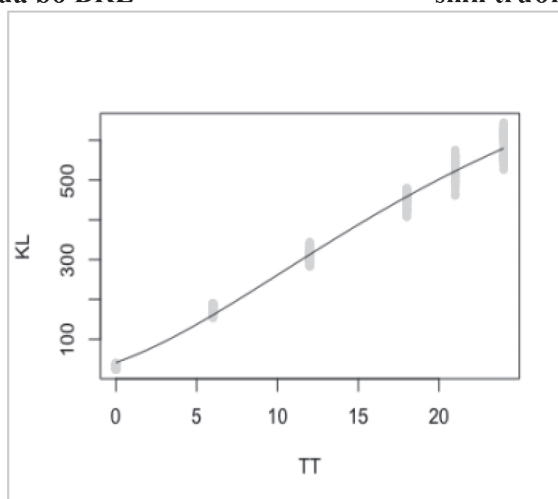
Hình 1f. Đường cong Logistic biểu diễn sinh trưởng của bò BBL



Hình 1g. Đường cong Bertalanffy biểu diễn sinh trưởng của bò BRL



Hình 1h. Đường cong Bertalanffy biểu diễn sinh trưởng của bò RAL



Hình 1i. Đường cong Bertalanffy biểu diễn sinh trưởng của bò BBL

4. KẾT LUẬN

Hàm phi tuyến tính Gompertz, Logistic, Bertalanffy là các hàm phù hợp để mô tả sinh trưởng của bò lai BRL, RAL và BBL theo độ tuổi, hàm có hệ số xác định cao R^2 trong khoảng từ 96,65 - 98,76 và các tham số AIC, BIC thấp (2711,44 – 2726,25).

Trong các hàm phi tuyến tính Gompertz, Logistic và Von Bertalanffy để mô tả sinh trưởng của bò lai BRL, RAL và BBL theo độ tuổi thì hàm Von Bertalanffy là phù hợp nhất với hệ số xác định cao R^2 cao nhất và các tham số AIC, BIC thấp nhất.

Hàm Bertalanffy:

Bò BRLS: $Y = 762,45 * (1 - 0,66 * \exp(-0,05 * TT))^3$

Bò RAL: $Y = 786,88 * (1 - 0,64 * \exp(-0,05 * TT))^3$

Bò BBL: $Y = 909,1 * (1 - 0,64 * \exp(-0,06 * TT))^3$

Tuổi và khối lượng tại điểm uốn ước tính của bò BRL, RAL và BBL theo mô hình Bertalanffy tương ứng: BRL (14,61 tháng và 235,91 kg); RAL (13,07 tháng và 233,15 kg); BBL (10,03 tháng và 269,36 kg).

Có thể sử dụng hàm sinh trưởng Bertalanffy để dự đoán sinh trưởng của bò BRL, RAL và BBL qua các độ tuổi để phục vụ cho công tác lai tạo bò và chăm sóc nuôi dưỡng bò thịt.

USING A NONLINEAR REGRESSION FUNCTION TO DESCRIBE THE GROWTH OF F₁ CROSSBRED CATTLE (BRAHMAN × LAI SIND, RED ANGUS × LAI SIND, BBB × LAI SIND)

Ngo Thi Kim Chi¹, Tran Quang Hanh¹, Pham The Hue¹, Do Duc Luc², Pham Van Pha²,
Hoang Anh Duong⁴, Le Duc Ngoan³

Received Date: 28/11/2024; Revised Date: 11/01/2025; Accepted for Publication: 15/01/2025

ABSTRACT

This study aimed to determine a suitable non-linear regression model among three models Gompertz, Logistic and Von Bertalanffy models to describe the growth characteristics of cattle F₁ (Brahman x Lai Sind), F₁ (Red Angus x Lai Sind) and F₁ (BBB x Lai Sind) crossbred by age. A total of 150 cattle (each plot of 50 including 25 cows and 25 bulls) raised in Ea Kar district, Dak Lak province were used to determine body weight through age stages. The Von Bertalanffy function had the highest coefficient of determination R²(96.81-98.76), the lowest coefficient of AIC (2711.44 - 2730.56) and BIC (2726.25-2745.38) compared to the Gompertz function and the Logistic function. BRL, RAL and BBL cattle had ages at inflection points ranging from 10.03 to 14.61 months old and weights at inflection points ranging from 233.15 to 327.15 kg. The Von Bertalanffy function was proposed to be applied to estimate the weights of BRL, RAL and BBL crossbred cows by age.

Keywords: Non-linear regression model, F₁ (Brahman x Lai Sind), F₁ (Red Angus x Lai Sind), F₁ (BBB x Lai Sind).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Alessandra, F., Bergamasco., Luiz Henrique de Aquino., Joel Augusto Muniz. and Fabyano Fonseca e Silva (2002). "Growth curve of Holstein Heifers Female", *Proceeding of the world congress of computer in Agriculture and Natural resource*, Iguacu Falls, Brazil, pp. 381 - 386.
- Bathaei, S.S. & Leroy, P.L. (1996). Growth and mature weight of Mehraban Iranian fat tailed sheep. *Small. Rum. Res.* 22: 155-162.
- Behr, V., Hornick, J.L., Cabaraux, J.F., Alvarez, A. & Istasse, L. (2001). Growth patterns of Belgian Blue replacement heifers and growing males in commercial farms. *Live. Prod. Sci.* 71: 121-130.
- Brown, J.E., Fitzhugh, H.A. & Cartwright, T.C. (1976). A comparison of nonlinear models for 356 describing weight-age relationships in cattle. *J. Anim. Sci.* 42: 810-818.
- Cano, G., Blanco, M., Casasus, I., Cortés-Lacruz, X. & Villalba, D. (2015). Comparison of B-splines and non-linear functions to describe growth patterns and predict mature weight of female beef cattle. *Anim. Prod. Sci.* 56(11):1787-1796.
- Chakrabarti, A., Ghosh, J.K (2011). AIC, BIC and recent advances in model selection. *Philosophy Stat.* 7, 583–605.
- Elzhov, T.V., Mullen, K.M., Spiess, A., Bolker, B., Mullen, M.M. and Suggests, M. (2016). Package 'minpack. lm'. Title R Interface to the Levenberg-Marquardt Nonlinear Least-Squares Algorithm Found in MINPACK, Plus Support for Bounds'. <https://cran.rproject.org/web/packages/minpack.lm/minpack.lm.pdf>.
- Fitzhugh, H.A.Jr. (1976). Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *J Anim. Sci.* 42: 1036-1051.
- Goldberg, V. & Ravagnolo, O. (2015): Description of the growth curve for Angus pasture fed cows under extensive systems. *J. Anim. Sci.* 93:4284290.
- Gompertz, B. (1825). XXIV. On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and on a new mode of determining the value of life contingencies. In a letter to Francis Baily, Esq. FRS. *Philosophical transactions of the Royal Society of London.* (115): 513–583.

¹Faculty of Animal science and Veterinary Medicine, Tay Nguyen University;

²Vietnam National University of Agriculture;

³University of Agriculture and Forestry, Hue University;

⁴Animal Husbandry Class K2022, Tay Nguyen University;

Corresponding author: Ngo Thi Kim Chi; Phone: 0988843947; Email: kimchidhtn@gmail.com.

- Trần Quang Hạnh & Đặng Vũ Bình (2009). “Đánh giá sinh trưởng của bò cái Holstein Friesian (HF) và con lai F1, F2, F3(HF × Lai Sind) nuôi tại Lâm Đồng”, *Tạp chí Khoa học và Phát triển*. 3(7): 262-268.
- Phạm Thế Huệ (2010). Khả năng sinh trưởng, sản xuất thịt của bò Lai Sind, F1 (Brahman × Lai Sind) và F1(Charolais × Lai Sind) nuôi tại Đắk Lắk. Luận án Tiến sĩ nông nghiệp. Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội.
- Kearl L.C. (1982), *Nutrien Requirements of Ruminants in Developing Countries*. International Feedstuff Institute, Utah Agricultural Experiment Station. Utah State University, Logan, USA.
- Lambe, N.R., Navajas., Simm, G. and Bunger (2006). “A genetic investigation of various growth models of lambs of two constrasting breeds”, *J. Anim Sci*, 84, pp. 2642 – 2654.
- Lopes, F.B., Silva, M.C., Marques, E.G., Ferreira, J.L. (2011). Ajuste de curvas de crescimento em bovinos Nelore da região Norte do Brasil. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador. 12(3): 607-617.
- Selvaggi, M., Laudadio, V., Gabriella, A., Alessandro, D & Dario, C. (2016): Comparison on accuracy of different nonlinear models in predicting growth of Podolica bulls. *Jap. Soc. Anim. Sci.* 88(8):1128-1133.
- Pearl, R. 1977. The biology of population growth. Ayer Publishing, North Stratford, NH, USA.
- Phạm Văn Quyến, Kim Huỳnh Khiêm, Giang Vi Sal, Nguyễn Văn Tiến, Bùi Ngọc Hùng, Hoàng Thị Ngân, Nguyễn Thị Thủy, Kiều Thi, Nguyễn Thanh Hoàng, Hoàng Thanh Dũng, Phạm Văn Tiềm và Huỳnh Văn Thảo (2021). Khả năng sản xuất của bò Brahman và một số nhóm bò lai hướng thịt tại Trà Vinh. *Tạp chí KHKT Chăn nuôi*, 266: 40-45.
- R Core team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing Vienna, Australia. <https://www.R-project.org>
- Tutkun, M. (2019). Growth curve prediction of HolsteinFresian bulls using different non-linear model funtions. *Appl. Ecol. Environ. Res.* 17(2):4409-4416
- Nguyễn Thị Vinh, Dương Thu Hương, Trần Bích Phương, Hà Xuân Bộ, Đỗ Đức Lực, Nguyễn Thị Nguyệt (2020). Sử dụng hàm hồi quy phi tuyến tính mô tả sinh trưởng của bò lai F1(BBB x Lai Sind). *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 18(10): 862-869.
- Von Bertalanffy, L. (1957). Quantitative laws for metabolism and growth. *Q. Rev. Biol.* 32 (3), 217–231.