

## Relación entre la Producción de Leche Ajustada A 305 Días y la Profundidad Corporal en Ganado Vacuno de la Raza Carora

**Pérez González, José Raúl**<sup>1</sup>

Universidad Politécnica Territorial de Maracaibo (UPTMA)

[Josejrpg1995@gmail.com](mailto:Josejrpg1995@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0007-2442-486X>

**Jiménez Quintero, Ernesto José**<sup>2</sup>

Asociación de criadores de ganado Carora (ASOCRICA)

[ejimenez406@gmail.com](mailto:ejimenez406@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0000-8783-1701>

Recibido: 31/01/2026

Aceptado: 10/04/2026

### RESUMEN

La profundidad corporal en vacas es una medida importante que se refiere a la distancia desde la parte superior del lomo hasta la parte baja del barril, y es un indicador clave de la conformación física y el desarrollo general del animal. Este rasgo tiene implicaciones significativas en la capacidad digestiva, la productividad y el bienestar de las vacas, especialmente en el contexto de la producción lechera. Se utilizaron 41 registros de producción de leche ajustada a 305 días (PL305) y profundidad corporal (PC) tomados de vacas de la raza Carora ubicadas en la finca tiburón blanco, la cual está ubicada en Venezuela, estado Barinas, municipio obispo, sector San José Obrero. La finca tiene una extensión de tierra de 75ha y una superficie de pasto de 70ha, se realizan 2 ordeños al día, el cual se hace de manera mecánica y se aplican protocolos de inseminación artificial a celo detectado en temporada de servicios de diciembre a mayo de todos los años para la reproducción. Para relacionar la PL305 con PC se utilizó un modelo estadístico lineal y para cuantificar el grado de relación se utilizó un análisis de correlación de Pearson. El análisis de correlación arrojó un valor de 0.33 ( $P=0.04$ ), lo cual indica una correlación moderada y positiva, el análisis de ajuste de  $R^2$  del modelo fue de 0.10, lo cual indica que, aunque existe relación significativa entre las variables, solo un 10% de la variación de la PL305 es atribuible a PC. Se concluye que las variables PL305 y PC tienen una relación positiva y moderada, pero solo el 10% de la variación de PL305 es atribuible a PC, por lo tanto, se deben agregar los demás factores que afectan PL305 en el modelo.

**Palabras clave:** Carora; producción de leche; profundidad corporal.

<sup>1</sup> Profesor de mejoramiento genético del PNF de veterinaria de la UPTMA, Venezuela.

<sup>2</sup> Asesor técnico de ASOCRICA y presidente del núcleo Barinas de ASOCRICA, Venezuela.

# RELATIONSHIP BETWEEN 305-DAY ADJUSTED MILK PRODUCTION AND BODY DEPTH IN CARORA BREED CATTLE

## ABSTRACT

Body depth in cows is an important measurement that refers to the distance from the top of the back to the bottom of the barrel, and is a key indicator of the animal's physical conformation and overall development. This trait has significant implications for digestive capacity, productivity, and cow welfare, especially in the context of dairy production. Forty-one records of 305-day adjusted milk production (305DMP) and body depth (BD) were used from Carora cows located on the Tiburon Blanco farm, located in Venezuela, Barinas state, Obispo municipality, San José Obrero sector. The farm has 75 hectares of land and 70 hectares of pasture. Two milkings are performed per day, which are done mechanically, and artificial insemination protocols are applied upon heat detection during the breeding season from December to May of each year. A linear statistical model was used to relate PL305 with PC, and a Pearson correlation analysis was used to quantify the degree of relationship. The correlation analysis yielded a value of 0.33 ( $P=0.04$ ), indicating a moderate and positive correlation. The  $R^2$  fit analysis of the model was 0.10, indicating that, although there is a significant relationship between the variables, only 10% of the variation in PL305 is attributable to PC. It is concluded that the variables PL305 and PC have a positive and moderate relationship, but only 10% of the variation in PL305 is attributable to PC; therefore, the other factors that affect PL305 should be added to the model.

**Keywords:** Carora; milk production; body depth.

## Introducción

La profundidad corporal en vacas es una medida importante que se refiere a la distancia desde la parte superior del lomo hasta la parte baja del barril, y es un indicador clave de la conformación física y el desarrollo general del animal. Este rasgo tiene implicaciones significativas en la capacidad digestiva, la productividad y el bienestar de las vacas, especialmente en el contexto de la producción lechera. Según Ríos y col (2022) las características morfológicas pueden ser usadas en el proceso de selección genética en ganado vacuno, para mejorar características

productivas. En estudios previos Rizzi y col (2007) estudiaron la relación entre características morfológicas asociadas a la longevidad en la raza Carora en Venezuela resaltando la importancia de la importancia de las mediciones de las características corporales.

Según Salamanca y Bentez (2012) la producción de leche es afectada significativamente por la raza del animal, por lo tanto, es necesario hacer estudios específicos para cada raza. En el contexto de la raza Carora, existen estudios previos donde relacionan la producción de leche con características morfológicas. Riera y col (2008) relacionaron características morfológicas de los pezones con la producción de leche y eficiencia de ordeño en vacas de raza Carora, pero existen estudios limitados que relacionen la producción de leche con la profundidad corporal en la raza Carora. Por los motivos expuestos anteriormente, el objetivo de esta investigación fue estudiar la relación de la profundidad corporal con la producción de leche en vacunos de la raza Carora, con el propósito de poder usar las medidas corporales en programas de mejoramiento genético para producción de leche.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se utilizaron 41 registros de producción de leche ajustada a 305 días (PL305) y profundidad corporal (PC) tomados de vacas de la raza Carora ubicadas en la finca tiburón blanco, la cual está ubicada en Venezuela, estado Barinas, municipio obispo, sector San José Obrero. La finca tiene una extensión de tierra de 75ha y una superficie de pasto de 70ha, se realizan 2 ordeños al día, el cual se hace de manera mecánica y se aplican protocolos de inseminación artificial a celo detectado en temporada de servicios de diciembre a mayo de todos los años para la reproducción. El manejo nutricional se basó en la suplementación estratégica, es decir, que se brindó una ración diferencial de alimento según el nivel de producción de los animales.

### **Análisis estadístico**

Para relacionar la PL305 con PC se utilizó el siguiente modelo estadístico lineal (Pérez, 2024):

$$y_i = \alpha + \beta x_i + e_i$$

Donde  $y_i$  es la PL305,  $\alpha$  es el intercepto del modelo,  $\beta$  es un coeficiente de regresión,  $x_i$  la PC, y  $e_i$  es el error residual. En el modelo  $\alpha$  y  $\beta$  fueron considerados como parámetros fijos y  $e_i$  como aleatorio. Para estimar los coeficientes de regresión lineal y la varianza residual del modelo ( $\sigma_e^2$ ) se utilizó el método REML (Patterson y Thompson, 1971). Dado que el único parámetro aleatorio es el error residual, la función de verosimilitud restringida solo contempla la varianza del error  $\sigma_e^2$  en el cálculo de los componentes de varianza (Pérez, 2026).

Se utilizó la prueba F para estimar la significación estadística de los parámetros fijos, esta prueba tiene la siguiente expresión matemática (Pérez y col, 2025):

$$F = \frac{CM_{PC}}{CMe}$$

Donde  $F$  es la prueba F y  $CM_{PC}$  es el cuadrado medio del factor de interés PC. Para cuantificar el grado de relación entre las variables estudiadas, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (Castejón, 2011):

$$r = \frac{\hat{\sigma}_{xy}}{\hat{\sigma}_x \hat{\sigma}_y}$$

Donde  $r$  es el coeficiente de correlación de Pearson,  $\hat{\sigma}_x$  es la desviación estándar de PC,  $\hat{\sigma}_y$  es la desviación estándar de PL305 y  $\hat{\sigma}_{xy}$  es la covarianza entre las dos variables. Para medir el ajuste del modelo se utilizó el coeficiente de determinación R-cuadrado el cual viene dado por (Montgomery, 2022):

$$R^2 = r^2$$

Donde  $R^2$  es el coeficiente de determinación de R-cuadrado y  $r^2$  es el cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson. Por último, se realizó un análisis de residuales para verificar si el modelo cumple con los supuestos básicos de la regresión (normalidad y homocedasticidad).

### Programas utilizados

Para realizar todos los análisis se utilizó el programa de análisis estadístico SAS versión 9.1 (SAS, 2025), utilizando los procedimientos MIXED y CORR del sistema. Para los grafico se utilizó el sistema informático infostat.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la tabla 1 se presentan las estadísticas descriptivas para las variables PL305 y PC:

**Tabla 1. Estadísticas descriptivas para PL305 y PC**

Variable	N	Media	DE	CV	EE
PL305	41	2788.54	698.75	25.06%	109.13
PC	41	72.85	2.88	3.95%	0.45

N: número de datos; DE: desviación estándar; CV: coeficiente de variación; EE: error estándar.

(Fuente: Pérez y Jiménez, 2026)

Para la variable producción de leche se encontró una media de  $2788.54 \pm 698.75$  kilogramos de leche (9.14 kg diarios) acompañado con un CV de 25.06%, lo cual indica que existe una variación alta de la producción de leche, es decir, que la producción de las vacas en el estudio es heterogénea. Según García y col (2015) la producción de leche en el ganado Carora varía entre los 4022kg y 4369 kg, los cuales son valores más elevados al encontrado en esta investigación, lo cual pueda deberse a efecto de manejo y alimentación en el rebaño. En otra investigación Nouel

y Oropeza (2014) registraron producciones promedios de 3938.89 kg hasta 4275.68 kg en vacas Carora en una finca del estado Lara, encontrando nuevamente valores superiores a los registrados en el presente estudio, pero con un sistema de producción intensivo, lo cual difiere de esta investigación, ya que las vacas están a pastoreo.

En la tabla 2 se presenta el análisis de correlación de Pearson para PL305 y PC:

**Tabla 2. Análisis de correlación de Pearson para PL305 y PC**

Variable	PL305	PC
PL305	1	0.33 (P = 0.04)
PC	0.33 (P = 0.04)	1

Fuera de la diagonal valor de  $r$  y entre paréntesis valor P.

(Fuente: Pérez y Jiménez, 2026)

La correlación entre PL305 y PC es igual a 0.33, la cual entra en el rango de moderada (Castejón, 2011) y es estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ), con lo cual se puede afirmar que la medida de PC está relacionada positivamente con la producción de leche, es decir, a mayor PC mayor PL305. Estos resultados pueden atribuirse a que las vacas con una buena conformación, que incluye una adecuada profundidad corporal, tienden a ser más eficientes en convertir los nutrientes en leche, esto se debe a que pueden almacenar y utilizar mejor los alimentos consumidos. Cortez y col (2022), encontraron efectos estadísticamente significativos entre diferentes medidas de conformación con la producción de leche en vacas Holstein, demostrando que las características bovinométricas están relacionadas a la producción láctea.

En la tabla 3 se presentan la prueba F y el valor P para la variable PC:

**Tabla 3. Prueba F, valores P para PC**

Variable	F	P
PC	4.68	0.04

(Fuente: Pérez y Jiménez, 2026)

Como la prueba F viene acompañado por un valor  $P = 0.04$  y este valor es menor a 0.05, se confirma que la variable PC afecta a la variable PL305 significativamente, tal y como mostro el análisis de correlación lineal de Pearson. Los valores de  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\sigma_{e(REML)}^2$  y el valor de  $R^2$  se muestran en la tabla 4:

**Tabla 4. Valores de los parámetros del modelo y  $R^2$**

Parámetros	Valores
$\alpha$	-3002.23
$\beta$	79.4850
$\sigma_{e(REML)}^2$	447132
$R^2$	0.10

(Fuente: Pérez y Jiménez, 2026)

Específicamente, el valor de  $\beta = 79.48$  indica que por cada unidad (centímetro) que aumenta la profundidad corporal de una vaca, se espera que la producción de leche aumente en aproximadamente 79.48 litros por lactancia, pero el ajuste del modelo resulto bajo con un  $R^2 = 0.10$ , lo que sugiere que la variación de PL305 es explicada en un 10% por la PC. Esta magnitud del  $R^2$  sugiere que, si bien el rasgo es un predictor real, la mayor parte de la variación productiva (90%) permanece sujeta a factores externos no incluidos en este modelo, tales como el plano nutricional, el mérito genético individual, o el manejo sanitario, por lo tanto, aunque la profundidad corporal puede utilizarse como un criterio auxiliar en la selección fenotípica de los animales, no debe considerarse como un predictor único o determinante, sino como

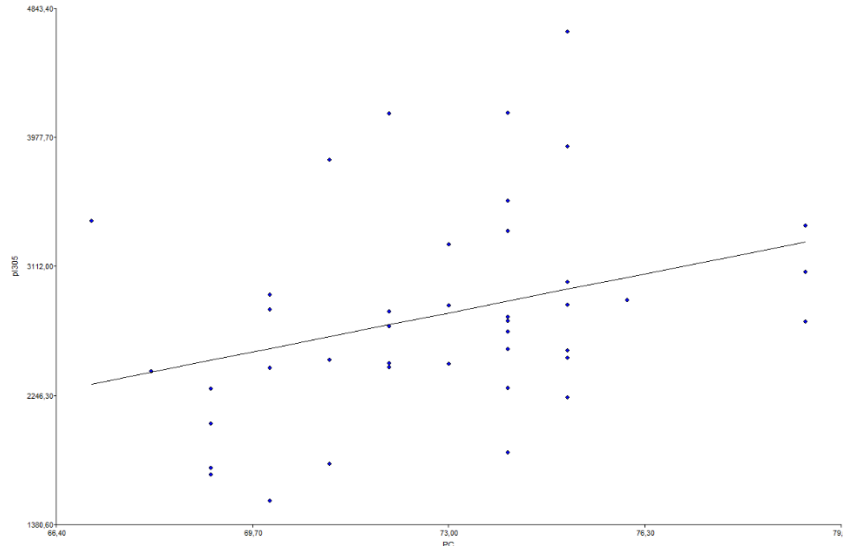
parte de un conglomerado de variables que caracteriza a la producción de leche en la raza Carora.

El hallazgo de la relación entre PC y PL confirma que la profundidad corporal actúa como un indicador físico válido para la producción de leche en la muestra evaluada, alineándose con los principios de juzgamiento lineal que sugieren que una mayor capacidad corporal permite un mayor desarrollo de los órganos digestivos y respiratorios, facilitando así el metabolismo necesario para la síntesis láctea. No obstante, el coeficiente de determinación  $R^2$  obtenido indica que la profundidad corporal solo logra explicar el 10% de la varianza en la producción, lo cual es de esperarse en sistemas biológicos complejos, ya que la variabilidad depende de múltiples factores.

En el contexto específico de la raza Carora, la correlación positiva de 0.33 adquiere una dimensión funcional crítica relacionada con la adaptación climática y la eficiencia alimenticia, siendo el Carora un ganado *bos taurus* adaptado al trópico, la profundidad corporal no solo representa capacidad de ingestión, sino también la amplitud de una caja torácica capaz de sostener una alta tasa metabólica bajo condiciones de estrés calórico. La significancia estadística hallada ( $p < 0.05$ ) respalda los objetivos del Programa de Mejoramiento Genético de la finca tiburón blanco, donde la conformación lechera es un pilar fundamental, sin embargo, el hecho de que el  $R^2$  se sitúe en un 10% subraya que, en esta población de animales, la producción es altamente dependiente de otros factores (en un 90%). Este resultado sugiere que, si bien la selección de vacas con mayor profundidad corporal favorecerá una tendencia al aumento en la producción, el éxito del criador de la raza Carora dependerá de no descuidar otros rasgos de importancia económica, como la calidad de la ubre y la rusticidad.

En la figura 1 se presenta el gráfico de dispersión entre PL305 y PC:

**Figura 1. Gráfico de dispersión entre PL305 y PC.**



(Fuente: Pérez y Jiménez, 2026)

La línea recta con tendencia hacia arriba, demuestra la correlación positiva entre PL305 y PC, pero al mismo tiempo se puede observar, la gran dispersión de los puntos con respecto a la línea de regresión (residuales altos), lo que evidencia que el modelo no puede capturar toda la variación de PL305 solamente incluyendo PC. La suficiencia del tamaño muestral ( $n=41$ ) se fundamenta en el cumplimiento de los supuestos de la regresión lineal simple y la estabilidad de los estimadores.

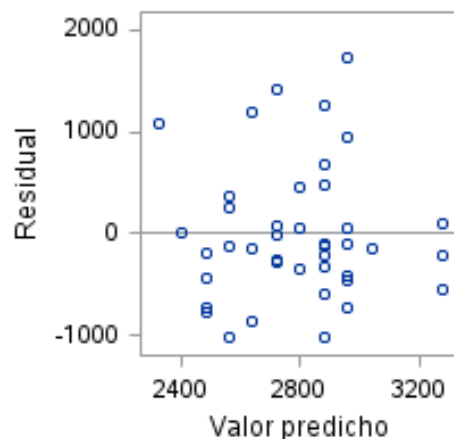
Según los criterios de Hair et al. (2018), una relación de al menos 15 a 20 observaciones por variable independiente garantiza un modelo robusto y evita el sobreajuste. Al contar con 41 observaciones para un único predictor, la muestra supera el umbral crítico recomendado, permitiendo una estimación precisa del error estándar y garantizando que la significancia alcanzada no sea producto de la inestabilidad del modelo, sino de una asociación biológica real en la raza. Corrales y col (2011) encontraron una relación entre la producción de leche y características de tipo en ganado Holstein en Colombia, donde utilizaron un factor llamado

estructura de la vaca, el cual toma en cuenta la capacidad corporal, demostrando que las condiciones corporales tienen una relación con la producción de leche de las vacas, pero debido a que los coeficientes de variación fueron altos, se pueden suponer que existe variación que no es atribuible a la conformación, hallazgos que son concordantes con los encontrados en este estudio.

En estudios más recientes, Madrid y Echeverri (2022) encontraron una asociación baja entre características de conformación y desempeño productivo en vacas Holstein del departamento de Antioquia en Colombia, resultado parecido al encontrado en este estudio, ya que la producción de leche no varía solamente dependiendo de la conformación, ya que existen otros factores que causan variabilidad en la producción de leche de las vacas.

En la imagen 2 se muestra el análisis de Residuos vs Valores Esperados de PL305 para el cumplimiento del supuesto de homocedasticidad:

**Figura 2. Residuos vs Valores esperados de PL305**

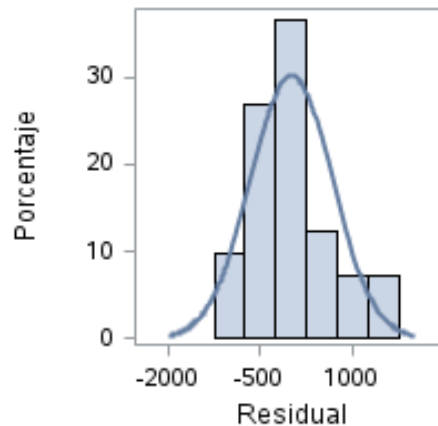


(Fuente: Pérez y Jiménez, 2026)

Debido a que los puntos no muestran un patrón entre los residuales y los valores predichos de PL305, se puede asumir que el modelo cumple el supuesto de

homocedasticidad. En la imagen 3 se muestra un histograma de los residuales, para verificar el supuesto de normalidad:

**Figura 3. Histograma de los residuales**



(Fuente: Pérez y Jiménez, 2026)

En la imagen 3 se puede notar que los residuales muestran la típica forma acampanada de la distribución normal, teniendo el mayor porcentaje de valores en el centro, y en menor porcentaje en los extremos, por lo tanto, el supuesto de normalidad se cumple.

## **CONCLUSIONES**

Las variables PL305 y PC tienen una relación positiva y moderada, pero solo el 10% de la variación de PL305 es atribuible a PC, por lo tanto, se deben agregar los demás factores que afectan PL305 en el modelo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Se le agradece a la finca tiburón blanco por permitir usar sus registros para realizar esta investigación.

## Referencias consultadas

- Castejón-Sandoval, O. (2011). **Diseño y análisis de experimentos con statistix**. Fondo editorial Rafael Urdaneta. <https://libros.fondoeditorial.uru.edu/index.php/lb/catalog/book/castejonsandoval2011>
- Corrales, J. Muñoz, M. Cañas, J. Herrera, C y Calvo, S (2011). **Relación entre características de tipo y producción de leche en vacas Holstein de Antioquia, Colombia**. Rev.MVZ Córdoba. 16(2):2507-2513. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1014>
- Cortes, J. Ruiz, F. García, A. (2022). **Características de conformación asociadas a producción y composición de la leche de vacas Holstein**. Abanico vet. Vol2. <https://doi.org/10.21929/abavet2021.40>
- García, M. Liendo, M. Mariely, M. Jhonny, Z. (2015). **Relación entre los Días Vacíos y el Rendimiento Lechero de la Raza Carora**. Revista del colegio de médicos veterinarios del estado Lara. 2(10): 32-35.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2018). **Multivariate Data Analysis** (8th ed.). Cengage Learning.
- Madrid, E y Echeverri, J. (2022). **Asociación entre características de conformación y desempeño productivo en vacas Holstein del departamento de Antioquia, Colombia**. Veterinaria y Zootecnia. 8(1): 35-47.
- Montgomery, D., & St, C. (2022). **Design and Analysis of Experiments**, 9th Edition.
- Nouel, G y Oropeza, M. (2019). **Producción de leche en vacas Carora bajo dos formas de alimentación en un sistema intensivo en el semiárido del estado Lara Venezuela**. Revista Científica, FVC-LUZ. 1: 42-47.
- Patterson, H. D., & Thompson, R. (1971). **Recovery of inter-block information when block sizes are unequal**. Biometrika, 58(3), 545-554. <https://doi.org/10.1093/biomet/58.3.545>
- Pérez, J (2026). **Estadística aplicada al mejoramiento genético animal bajo enfoques de verosimilitud**. Lulu. <https://www.lulu.com/es/shop/jos%C3%A9-ra%C3%BAI-p%C3%A9rez-gonz%C3%A1lez/estad%C3%ADstica-aplicada-al-mejoramiento->

[gen%C3%A9tico-animal-bajo-enfoques-de-verosimilitud/ebook/product-zme99ez.html?q=estadistica+aplicada+al+mejoramiento+genetico&page=1&pageSize=4](http://gen%C3%A9tico-animal-bajo-enfoques-de-verosimilitud/ebook/product-zme99ez.html?q=estadistica+aplicada+al+mejoramiento+genetico&page=1&pageSize=4)

Pérez, J. (2024). **Estadística Aplicada al Mejoramiento Genético Animal**. Fondo editorial Rafael Urdaneta.  
<https://libros.fondoeditorial.uru.edu/index.php/lb/catalog/book/perez2024>

Pérez, J. R. Jiménez, E. J. y Lopera, R. (2025). **Introducción al mejoramiento genético animal, un enfoque básico**. En Sustentabilidade na Zootecnia: Estratégias para Manejo e Produção Animal (pp. 127-148). Atena Editora. DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.811112520039>

Riera, M. Pérez, M. Vila, V. Perozo, E. Rodríguez, J. Nieves, L. (2008). **Características morfológicas de los pezones y su relación con la producción de leche y eficiencia de ordeño en vacas de raza Carora**. Rev. Cient. (Maracaibo). 18(6): 734-738.

Ríos, H. Toro, E. Paz, W. Muñoz, M. (2022). **Relación de rasgos de conformación corporal en vacas Blanco Orejinegro**. Livestock Research for Rural Development 34 (6).

Rizzi, R. Pedron, O. Samore, A. Hahn, M. Riera, M. Vila, V. (2007). **Parámetros genéticos de las características morfológicas de ganado Carora**. Rev. Cient. (Maracaibo) 17(1): 58-65.

Salamanca, C. Bentez, M. (2012). **Producción de leche de vacas mestizas del Sistema Doble Propósito en el municipio de Arauca**. REDVET. 13(7): 1:15.

SAS Institute Inc. (2025). SAS/STAT 15.3 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc

©2026 por el autor. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia de Creative Commons Reconocimiento – No Comercial 4.0 Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).