

Metodología para el ajuste de desempeño descontando factores ambientales *

Luis Gabriel González Herrera
Kenneth Roy Cabrera Torres

Universidad Nacional de Colombia - sede Medellín
Universidad Nacional de Colombia - sede Medellín

Resumen: i) Se tuvo como objetivo proponer una metodología simple para el ajuste del desempeño productivo en animales en crecimiento. Con ello es posible tener un ordenamiento de los animales de acuerdo a su mérito para ganar peso descontando los efectos de tipo ambiental desde el punto de vista genético como: edad, sexo, edad de la madre y época de nacimiento. ii) Para alcanzar este objetivo se propuso realizar el ordenamiento de los residuales de un modelo de regresión lineal que tuviera en cuenta los factores ambientales. Este modelo tiene como supuesto que la tasa de crecimiento es igual para todas las combinaciones de factores ambientales y además considera que los ajustes a ser realizados son de tipo aditivo. iii) Las metodologías usuales para obtener este tipo de resultado no son claras en los supuestos que se utilizan para el ordenamiento. Estas metodologías implican procedimientos manuales a momento de ser utilizadas por los productores, en contraste con la metodología propuesta que estandariza el procedimiento, tiene claro los supuestos y además automatiza los resultados. Toda la metodología está desarrollada con el lenguaje estadístico R en la interfaz RStudio. iv) Esta herramienta facilitará al productor obtener un ordenamiento del desempeño de los animales descontando los factores ambientales y además le posibilitará hacer un acercamiento al productor a este tipo de herramientas técnicas para que mejore sus índices productivos. Otro resultado práctico es que se muestra claramente los supuestos utilizados del modelo y permite ampliarlos para casos más elaborados.

Keywords: bovinos, factores de corrección, ranqueo, regresión lineal.

Introducción

La identificación de animales con mejor desempeño productivo, con mérito genético superior para características de interés económico y con adaptabilidad a los sistemas productivos propios de nuestro país, son retos a los que se enfrentan los ganaderos en sus sistemas productivos, con el fin de incrementar la productividad y la rentabilidad de sus hatos, además de generar un producto con alto valor nutritivo y con un precio accesible al consumidor final. El desempeño de los animales está influenciado por el mérito genético y su interacción con el ambiente. Es decir, por ejemplo, que el peso al destete de un ternero que fue de 200 kilos, está representado en un grupo de genes que están siendo expresados para que el animal desarrolle su sistema musculoesquelético, pero que ese desarrollo depende de la alimentación, de la sanidad, de las condiciones medioambientales, entre otras, para sea óptimo.

Estos últimos factores, desde el punto de vista genético, hacen parte del componente ambiental. Según [Falconer \(1960\)](#), el desempeño de los animales es una expresión del genotipo y del medio ambiente y por consiguiente, a medida que se minimice el último factor mencionado, las diferencias en desempeño estimadas, se aproximarán a las diferencias genéticas existentes entre individuos.

*Luis Gabriel González Herrera: luggonzalezhe@unal.edu.co.

Una manera de identificar los animales con mérito genético superior, es utilizar factores de ajuste, los cuales fueron propuestos con el fin de minimizar el error medio ambiental a la hora de comparar animales con diferencias marcadas dadas por las condiciones medioambientales a las cuales fueron sometidos ([Arboleda, Valencia and Montoya \(1999\)](#)). De esta manera, es posible estimar el desempeño para cada animal, como si todos hubieran sido criados bajo las mismas condiciones ambientales, con el fin de comparar diferencias en desempeños, las cuales serían debidas al mérito genético de los animales y algún componente aleatorio, si consideramos que con esos ajustes el efecto ambiental es eliminado. Según [Paz, Albuquerque and Fries \(1999\)](#), las características de crecimiento en ganado bovino, como lo es el peso al destete, son influenciadas principalmente por efectos ambientales como el sexo, mes y año de nacimiento, edad de la madre y del ternero.

Existen varios abordajes para realizar estos ajustes, que van desde ajustes mediante los promedios ([Cerón et al. \(2003\)](#)), que incluyen interacción o a partir de modelos de regresión. En este sentido, es importante tener en cuenta que en el campo de Colombia el acceso a tecnología en la mayoría de situaciones y el nivel de formación de los productores es escaso, por lo que en última instancia, lo que se pretende es que este tipo de herramientas pueda ser utilizada por los productores, por lo que es necesario plantear metodologías que sean sencillas y fáciles de aplicar en los sistemas productivos.

El objetivo del presente estudio fue proponer una metodología simple para el ajuste del desempeño productivo de bovinos en crecimiento.

Material es y métodos

Se utilizó información de pesajes al nacimiento y destete, la edad de los animales al destete, el número de parto de la madre y época de nacimiento y sexo de los terneros, de animales de la raza Blanco Orejinegro pertenecientes a la Hacienda Bohemia, la cual se encuentra ubicada en el municipio de la Virginia, departamento de Risaralda, Colombia.

La variable respuesta corresponde al peso al destete y los efectos ambientales por los cuales se debe realizar el ajuste, fueron: edad del animal al destete (covariable), número de parto de la madre en la que nació el ternero, sexo del individuo y época de nacimiento del mismo.

Se utilizó un modelo de regresión lineal con el objetivo de obtener la solución de mínimos cuadrados y a partir de estas soluciones, hacer el ranqueo de animales usando los residuales, de manera que los individuos con residuales mayores, serían aquellos considerados como animales con mayor mérito genético, diferente a lo que se hace con otras metodologías, que realizan el ranqueo usando los pesos ajustados.

Inicialmente se muestra en el gráfico [1](#) el efecto de sexo al considerar la edad y el peso como variable respuesta en donde se evidencia dos efectos que se quieren descontar para obtener un valor más cercano al mérito genético de los animales.

Seguidamente se muestra en la gráfica [2](#) la misma metodología para considerando factores adicionales como la época de nacimiento y el número de parto.

En esta gráfica [2](#) se muestra el rango final obtenido por los animales al descontar los efectos ambientales.

La metodología propone que el productor utilice un guion en R ([R Core Team \(2019\)](#)) para obtener los resultados del rango de mérito genético descontando los factores ambientales.

Resultados

En el análisis de regresión lineal (Tabla1), fue posible identificar que el sexo y la edad al destete, fueron fuentes de variación importantes ($p < 0.05$). La diferencia promedio entre machos y hembras fue de 19.9 kilogramos en todas las edades consideradas, a favor de los machos. En el gráfico 1 se observa que el peso de los animales incrementa con el aumento de la edad, siendo que la ganancia diaria de peso promedio fue de 0.485 kilogramos por día.

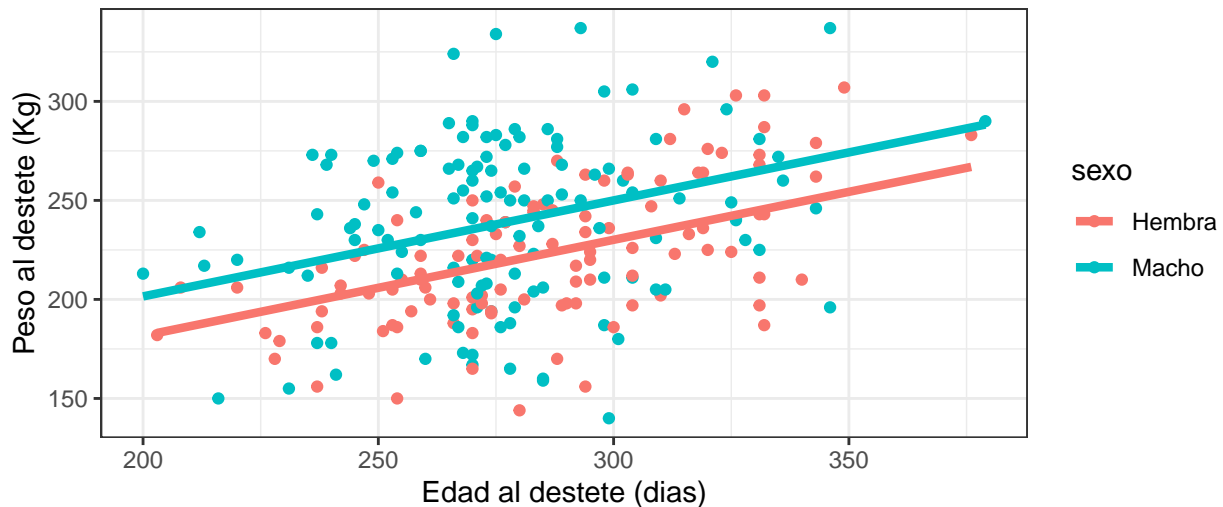


Figure 1: Desempeño del peso al destete por edad y sexo de terneros Blanco Orejineño

```
## Tabla 1

##
## Call:
## lm(formula = pdest ~ edadest + sexo, data = bon1)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -109.509  -22.975   1.717   25.161   96.124
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  84.68945    21.46126   3.946 0.000105 ***
## edadest      0.48468     0.07436   6.518 4.40e-10 ***
## sexom        19.89959     4.74583   4.193 3.92e-05 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 36.03 on 232 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.1899, Adjusted R-squared:  0.1829
## F-statistic: 27.19 on 2 and 232 DF, p-value: 2.462e-11
```

Los pesos de los terneros fueron menores para crías hijas de madres de órdenes de parto 1 y 4 y mayores para las crías hijas de madres de orden de parto 6. Terneros nacidos en épocas de lluvias destetan con mayores pesos (Tabla 2).

Estos resultados muestran una tendencia diferente a la esperada ya que el peso de los terneros debería ser mayor entre el cuarto y el sexto parto con un único pico y lo que se está observando son dos picos, lo cual supondría nuevos estudios que permitan identificar este comportamiento anómalo.

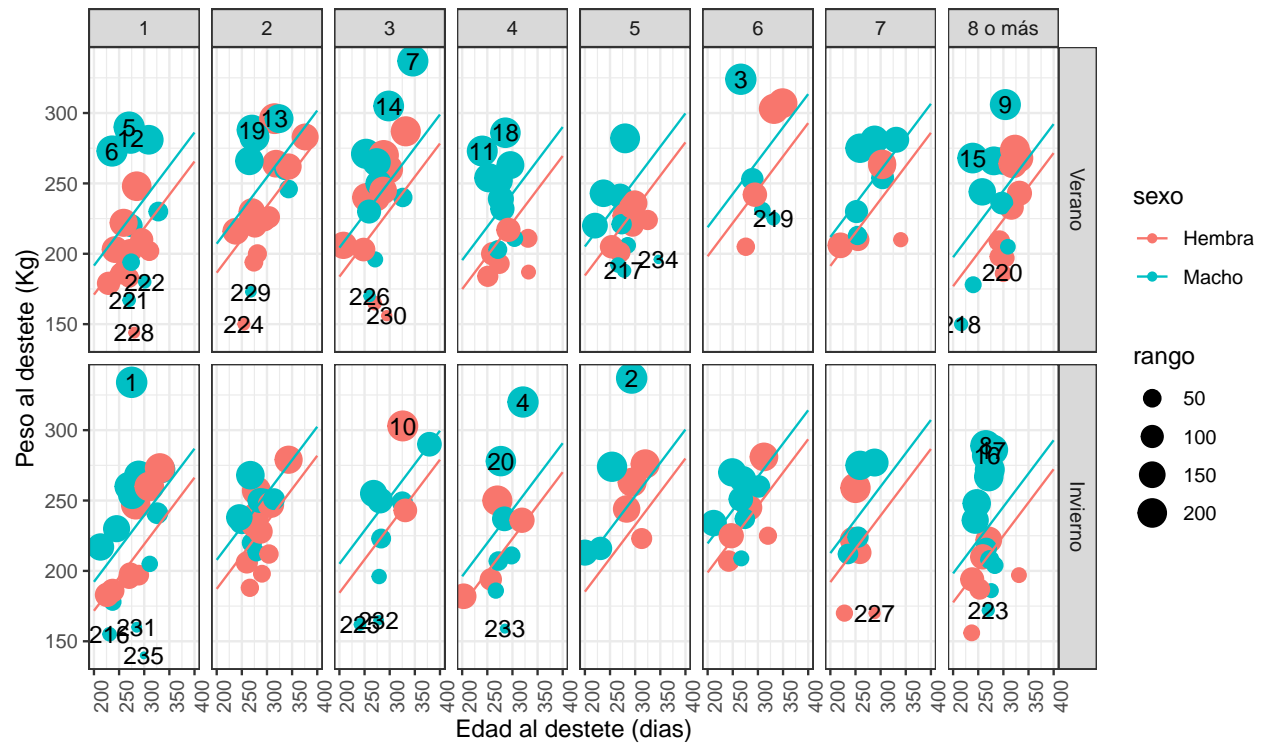


Figure 2: Desempeño del peso al destete por edad, sexo, número de parto y época de nacimiento de terneros Blanco Orejineño

Tabla 2

```
##
## Call:
## lm(formula = pdest ~ edadest + epoca + parto_ + sexo, data = bon1)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -99.081  -22.845   -0.383   25.726  106.269
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    76.3856    22.4155   3.408 0.000777 ***
## edadest         0.4729     0.0756   6.256 1.98e-09 ***
## epocaInvierno   0.6913     4.8089   0.144 0.885819
## parto_2        15.5703     8.1244   1.916 0.056576 .
## parto_3        12.7782     8.7394   1.462 0.145103
## parto_4         3.9099     8.9800   0.435 0.663696
## parto_5        13.5893     9.2213   1.474 0.141969
## parto_6        27.2647     9.7795   2.788 0.005760 **
## parto_7        20.3824     9.7589   2.089 0.037873 *
## parto_8 o más    5.9821     8.1128   0.737 0.461672
## sexo            20.5929     4.7677   4.319 2.35e-05 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 35.72 on 224 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.231, Adjusted R-squared:  0.1966
## F-statistic: 6.727 on 10 and 224 DF, p-value: 3.87e-09
```

Finalmente en el gráfico 2, es posible observar la dispersión de los pesos al destete de cada uno de los individuos, para cada uno de los niveles dentro de cada factor. De acuerdo a las líneas

azules y rojas, se verifica que la época no es una fuente de variación importante para el peso al destete de los animales, ya que independiente del sexo de los individuos, del número de parto de las madres o de la edad al destete, el desempeño fue muy similar cuando se comparan animales nacidos en una u otra época. Lo mismo ocurre con el efecto de número de parto, en donde no se ven grandes diferencias entre pesos al destete, al comparar animales nacidos de mamás de orden de parto diferentes.

En el gráfico aparece el ranqueo de los primeros 20 y últimos 20 individuos, de acuerdo a los residuales estimados. La mayoría de individuos ranqueados en los primeros 20 lugares, pertenecen a individuos del sexo macho. Los peores 20 individuos, en su mayoría son individuos del sexo macho también. Esto indica que existe una gran variabilidad para la característica entre los individuos de sexo macho, independiente del nivel en cada factor, en que quedaron ubicados los individuos.

Es importante destacar por ejemplo, que los individuos ranqueados en los puestos 5, 6 y 12, pertenecen a niveles con bajo promedio dentro de algunos de los factores considerados (peor época, parto 1 y baja edad al destete); sin embargo, ellos se ubican en los primeros lugares, porque la metodología supone que si estos hubieran tenido mejores condiciones ambientales, sus desempeños hubieran sido sobresalientes. De hecho lo son, si los comparáramos con individuos que fueron sometidos a las mismas condiciones ambientales. De otro lado, el individuo ranqueado en el puesto 219, contó con muy buenas condiciones ambientales; ellas son: pertenecer al sexo macho, haber nacido en la mejor época (invierno) y en el mejor orden de parto (6), de acuerdo a las medias estimadas. Sin embargo, su desempeño estuvo muy cerca al promedio, por lo que es de suponer, que su mérito genético para peso al destete es bajo, dado que contó con buenas condiciones de producción y ni siquiera así, pudo sobresalir con respecto a los demás individuos.

```
## Anova Table (Type II tests)
##
## Response: pdest
##          Sum Sq Df F value    Pr(>F)
## edadest    49948  1 39.1379 1.981e-09 ***
## epoca        26   1  0.0207  0.8858
## parto_     15204  7  1.7019  0.1096
## sexo       23809  1 18.6561 2.353e-05 ***
## Residuals 285871 224
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

References

- Arboleda, E, C Valencia and C Montoya. 1999. "Comparación entre factores de ajuste multiplicativos y aditivos para producción por lactancia en un hato Holstein. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*." 48(1-2):41–68.
- Cerón, Mario, Humberto Tonhati, Claudio Costa, Carlos Solarte and O Benavides. 2003. "Factores de ajuste para producción de leche en bovinos Holstein colombiano." *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 16(1):26–32.
- Falconer, D S. 1960. *Introduction to Quantitative Genetics*. 1st ed. New York: The Ronald Press Company.
- Paz, Claudia Cristina Paro de, Lúcia Galvão de Albuquerque and Luiz Alberto Fries. 1999. "Factores de correção para ganho de peso médio diário no período do nascimento ao desmame em bovinos da raça Nelore." *Revista Brasileira de Zootecnia* 28:65 – 73.
- R Core Team. 2019. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
URL: <https://www.R-project.org/>