**PARÁMETROS DE CRECIMIENTO EN POTRILLOS DE RAZA CRIOLLO MACHOS Y HEMBRAS EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN SEMI EXTENSIVO ANTES DEL PRIMER MES DE VIDA**

**Trabajo Final de Grado de la Tecnicatura Universitaria en Producción Animal Extensiva**

**DESALVO BRENDA**

**Director: M. Sc. Sergio Paz**

**Codirector: Lic. M. Sc. Nora Abbiati**

**Partido de Lomas de Zamora, Provincia de Buenos Aires, Argentina**

**Diciembre de 2018**

**PARÁMETROS DE CRECIMIENTO EN POTRILLOS DE RAZA CRIOLLO MACHOS Y HEMBRAS EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN SEMI EXTENSIVO ANTES DEL PRIMER MES DE VIDA**

**RESUMEN**

Los sistemas de producción equina de la raza Criollo en Argentina utilizan históricamente prácticas que carecen de recolección de datos propios y su posterior análisis. Corresponden a los denominados sistemas de producción semi extensivo, por esto, los mismos escasean de controles de forma temprana, ocasionando pérdidas de animales de alto potencial genético. Utilizados en potrillos, a partir del nacimiento, los indicadores de crecimiento como alzada y peso corporal junto con el incremento de estos a través del tiempo, ayudarían a conocer el comportamiento de la raza en el lugar y la forma de explotación. De esta manera se podrán introducir sistemas de monitoreo que permitan controlar el crecimiento y manejo de las crías. El presente trabajo se llevó a cabo en el marco de la aplicación de las Técnicas de Vinculación y Aprendizaje no Traumático (TVANT) en las instalaciones de Estancia La República, Lujan, Provincia de Buenos Aires. Durante las temporadas de partos de diciembre 2014 y 2016 se seleccionaron muestras aleatorias de potrillos de la raza Criollo de entre 24 y 48 horas de vida. Para la temporada de partos 2014 se obtuvieron 19 (diecinueve) animales de los cuales 5 (cinco) fueron hembras. Para la temporada de partos 2016 se obtuvieron 21 (veintiuno) animales de los cuales 10 (diez) fueron hembras. En los días 7 y 14, momento inicial y final de las maniobras de las TVANT, se tomaron valores de peso (kg.) y alzada (cm.) de los potrillos en forma individual, construyéndose el incremento diario de alzada (IDA) y ganancia diaria de peso (GDP). El objetivo del trabajo fue determinar si existen diferencias entre las temporadas de partos 2014 y 2016, de las variables medidas en la ventana del día 10 a 17 de vida. Para las variables alzada, peso e IDA no se detectaron diferencias significativas entre sexos y años de medición. Mientras que para la variable GDP, en el año 2016 la ganancia promedio fue mayor.

**ABSTRACT**

Creole race equine production systems in Argentina historically use practices that lack data collection itself and its subsequent analysis. They appertain to the so-called semi-extensive production systems; thus, they lack of early controls causing losses of high genetic potential animals. Used in foals from birth, growth indicators such as height and weight, including their increase over time, would be helpful to know the race behavior in the exploitation way and where it is carried out; thereby, it will be possible to insert monitoring systems to control growth and management of the offspring.

The present work was carried out within the framework of the application of Non-Traumatic Learning and Bonding Techniques (TVANT), in the facilities of the small farm “La Republica”, located in Lujan, Buenos Aires. For the same one a completely randomized design was used, based on the measurement and analysis of the variables: height, weight, daily height increase (IDA), and daily weight increase (GDP), in a subpopulation of 40 creole breed male and female colts, for the years 2014 and 2016. Height and weight measurements are carried out together with the TVANT application, allowing to take values on days 7 (starting) and 14 (ending) of them. The analysis will allow to determine if there are significant differences as well as correlations between the average values for: the subpopulation as a whole, sex, year and within each of these. For the variables weight, height and daily height increase no significant differences were detected between sex and measurement year, whereas that for the variable daily weight increase the effect was not concordant throwing a result.

**Palabras clave: *potrillos, crecimiento, Raza Criollo, producción semi extensiva, TVANT.***

**ÍNDICE**

* **Introducción ………………………………………………………… 6-7**
* **Hipótesis ……………………………………………………………… 8**
* **Objetivo ………………………………….…………………………… 8**
* **Materiales y métodos ……………………………………………… 8-11**
* **Resultados**
	+ **Análisis de estadísticos descriptivos**
		- **Para para peso en kilogramos ………………......12-13**
		- **Para alzada en centímetros ………………………13-15**
		- **Para GDP (kg/d) e IDA (cm/d) …………………. 15-16**
	+ **Análisis de correlación entre peso y alzada …………. 16-17**
	+ **Análisis de correlación entre GDP e IDA ……………… 18**
	+ **Análisis de la varianza para peso y alzada …………... 18-20**
	+ **Análisis de la varianza para GDP e IDA ………………. 20-21**
	+ **Análisis de temperatura, precipitación y viento …… 21-23**
* **Conclusiones y discusión ……………………………………….... 23-25**
* **Bibliografía ……………………………………………………………25-26**

**Agradecimientos**

***Especial mención por la ayuda que me brindaron Abbiati Nora y Paz Sergio, quienes con dedicación y paciencia fueron fundamentales en este proceso. Siempre presentes con su gran disponibilidad, cariño y sabiduría.***

***A Ángel Blasón, Gloria Lynch, Laura Simonetti, José María Aulicino, Martín Padín, Cristina Sandoval, profesionales y docentes de la FCA-UNLZ, quienes me brindaron su ayuda y consejos cuando los necesité para poder llevar a cabo este logro.

A mi familia y amigos por estar en cada paso.***

**Introducción**

El caballo es un animal de crecimiento y desarrollo precoz. Según Rossdale (1998) este animal posee un período de crecimiento de mayor intensidad en los primeros tres meses de vida, disminuyendo lentamente durante los tres meses siguientes. Por otra parte, Galán *et. al.* (2012) afirma que “El desarrollo adecuado del esqueleto es uno de los requerimientos más importantes para un potencial de caballo de competición”. Resulta entonces de gran importancia registrar parámetros de crecimiento y desarrollo como peso corporal, alzada, ganancia diaria de peso e incremento diario de alzada durante los primeros días de vida. Dicho método es utilizado exitosamente en razas como Sangre Pura de Carrera y Polo Argentino dentro de sistemas de producción intensivos. Sin embargo, la raza Criollo, no ha incorporado aún técnicas que permitan controles vitales en el crecimiento y desarrollo de sus crías, para su posterior análisis y toma de decisiones. De este modo, resulta necesario la implementación de técnicas que se adapten a los modelos tradicionales de producción, pero “modernizando los, llevándolo a la raza con la finalidad de agregarle eficiencia al sistema productivo"(Sosa, *et. al.,* 2010).

“Los controles sistematizados del peso corporal individual y de la manada en su conjunto, resultan un instrumento muy útil para controlar a todas las categorías“ (Sosa *et. al.,* 2010). En la actualidad, la ausencia de estos controles en la raza Criollo produce una gran cantidad de pérdidas de animales de gran potencial genético debido a su escaso desarrollo corporal, debilidad inmunológica, o fragilidad de su aparato óseo. El trabajo en manada impide el seguimiento del crecimiento corporal de cada individuo en particular. Sumado a ello la falta de seguimiento a lo largo del tiempo, resulta dificultoso realizar correcciones que permitan a cada animal poder prosperar en un futuro, impidiendo en muchas oportunidades realizar las correcciones nutricionales que permitan la expresión del material genético del cual son portadores. Un relevamiento realizado en el año 2006 por la cátedra de Equinotecnia de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora a la Asociación de Criadores de Caballos Criollo permitió estimar que las pérdidas de animales de gran potencial genético asociadas a la ausencia del monitoreo por parte del hombre en las primeras instancias de vida del potrillo, oscilan entre un 25 y 50 % al destete que no llegan a la doma no pudiendo entonces ser comercializados o utilizados para la finalidad que fueron instaurados**.**

“El crecimiento o desarrollo de los potrillos perdido durante la etapa primaria es realmente crítico y nunca es recuperable en las etapas posteriores” hace referencia Pellegrini (2008) que divide en tres fases el crecimiento y desarrollo del animal; la primera desde la concepción – nacimiento hasta los 12 meses de edad, momento en el que se toma interés para la realización de este trabajo. La segunda del año de vida hasta los 36 meses y la tercera se inicia entre los 30 a 36 meses y termina aproximadamente a los 5 años. En este sentido, resulta una herramienta de alta utilidad la aplicación de un monitoreo del crecimiento de los potrillos obtenidos en cada temporada de nacimientos. Este modo de control realizado en forma periódica y sistematizada a los animales permitirá conformar y analizar datos propios de cada establecimiento; permitiendo determinar valores promedio para la raza y sexo en dichas condiciones, con el propósito de establecer medidas patrón para los momentos y lugares en los que fueron analizados, ya que “las diferencias ambientales se demuestran en todo el mundo y por tal motivo, es importante disponer de registros locales” (Pellegrini, 2008).

Resulta importante, entonces, tener presente que en los denominados sistemas de producción semi extensivo “comúnmente las yeguas paren a campo en condiciones naturales y el potrillo tiene sus primeras interacciones con el hombre a partir de los 6 meses de vida, en donde se realizan revisaciones” (Paz *et al.,* 2017), hasta entonces la interacción con el neonato es baja o nula. Dentro de los sistemas de producción intensiva “el control del crecimiento debe comenzar cuanto antes y el primer valor a registrar es el peso al nacimiento” (Pellegrini, 2008). Por el contrario, en los sistemas de producción semi extensivos se vuelve dificultoso la medición de dicha variable tempranamente. Consideramos que la puesta en práctica de la metodología a llevar a cabo puede generar niveles de estrés en el recién nacido, ya que para éste, ha existido una transición de feto a estado neonatal recientemente. Esto implica grandes adaptaciones fisiológicas al nuevo medio ambiente de vida; si las sumamos a un prematuro contacto con individuos no pertenecientes a su especie, entendemos que puede volverse desconocido y estresante para el potrillo.

El estrés es definido como “la acción de estímulos nerviosos y emocionales provocados por el ambiente sobre los sistemas nervioso, endócrino, digestivo, y circulatorio del animal, produciéndose cambios medibles en los niveles funcionales de dichos sistemas” (Romero Peñuela *et. al.,* 2011). “Demasiado o poco estrés es indeseable y un cierto nivel de estrés (óptimo) puede resultar ventajoso para mantener las funciones biológicas normales” (Wagner *et. al.,* 2014). Resulta de gran importancia encontrar un equilibrio que permita una interacción entre el hombre y el neonato que minimice el estrés a los niveles óptimos requeridos por el potrillo para poder llevar a cabo las mediciones.

Es por esto que, en el marco de la aplicación de Técnicas de Vinculación y Aprendizaje no Traumático (TVANT) se llevó a cabo el presente trabajo de investigación. Las TVANT están conformadas por una serie de maniobras individuales estandarizadas, realizadas por operadores sobre los potrillos, con el objetivo de lograr que “el potrillo experimente y acepte desde sus primeras horas de vida en forma gradual, sensaciones que lo vinculen positivamente con el humano” (Wagner *et. al.,* 2015).

En los primeros seis días de TVANT, considerados fase de “manoseo”, se intenta minimizar las reacciones naturales de defensa y huida acostumbrando al animal con estímulos sensoriales (Wagner *et. al.,* 2015). En los próximos seis días, considerados fase de “maniobras”, se realizan actividades de mayor complejidad, que se asemejan al trato que tendrán el resto de su vida. De esta manera se logró que los potrillos incluyeran al humano como parte de su entorno, compartiendo su espacio, pudiendo tomar contacto entre sí, sin generar reacciones de temor o agresividad (Wagner *et. al.,* 2015). El primer día de aplicación de la técnica, el plantel de potrillos tiene en promedio 24 a 48 horas de vida. Se considera el día siete de la técnica como el primer día de la fase de “maniobras”.

**Hipótesis**

Los valores obtenidos a través de la medición de parámetros morfo métricos en una subpoblación de potrillos de raza Criollo criados dentro de un sistema de producción semi extensiva se mantiene similar a lo largo de los años en la ventana del día 10 al 17 de vida.

**Objetivo**

* Determinar si existen diferencias entre las temporadas de partos 2014 y 2016 de: sexo, peso, alzada y sus incrementos diarios en potrillos de raza Criollo, criados en un sistema de producción semi extensivo en la ventana del día 10 a 17 de vida.

**Materiales y métodos**

El presente trabajo se llevó a cabo bajo el marco del proyecto de investigación: “Adaptación y aplicación de técnicas de sociabilización, manejo temprano y aprendizaje no traumáticos en potrillos de Raza Criollo, dentro de un modelo de producción semi extensiva” dirigido por M. Sc. Sergio Paz y codirigido por Lic. M. Sc. Nora Abbiati pertenecientes a las cátedras de Equinotecnia y Biometría, respectivamente, de la Facultad de Ciencias Agrarias de Lomas de Zamora (FCA-UNLZ).

Dicho trabajo se realizó en las instalaciones de Estancia La República, Luján, provincia de Buenos Aires. En el lugar se lleva a cabo como actividad principal la cría de caballos Criollo, siendo en la actualidad un referente a nivel nacional e internacional.

La región en la que se llevó a cabo el ensayo posee en promedio 1042 mm de precipitaciones al año, con veranos cálidos cuyas temperaturas medias varían entre 20 y 25ºC con máximas promedio de 30ºC. Los inviernos son templados, menos lluviosos que los veranos, con temperaturas medias de 10ºC y las mínimas promediando los 5ºC.

Durante las temporadas de partos de diciembre 2014 y 2016 se seleccionaron muestras aleatorias de potrillos de la raza Criollo de entre 24 y 48 horas de vida. Las yeguas madres, de los animales utilizados, se encuentran a campo con alambrados perimetrales que limitan la superficie total en la que permanecen. Las pasturas ubicadas en los mismos eran el único alimento disponible a lo largo del año, siendo durante el mismo, altamente variable en cuanto a la disponibilidad y calidad. Dichas pasturas se encontraban conformadas por especies naturalizadas en la zona correspondientes a un pastizal natural.

Para la temporada de partos 2014 se obtuvieron 19 animales de los cuales 5 fueron hembras. Para la temporada de partos 2016 se obtuvieron 21 animales de los cuales 10 fueron hembras. En el cuadro siguiente (Cuadro 1) figura la relación de parentesco de los potrillos.

**Cuadro 1.** Genealogía de los potrillos para los años 2014 y 2016.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|   | **2014** |   |   | **2016** |   |
| **Animal** | **Madre** | **Padre** | **Animal** | **Madre** | **Padre** |
| 101 | 1792 | Paisano | 1 | 347 | Mozito \* |
| 102 | 2987 | Merengue | 2 | 2862 | Horno e Barro |
| 103 | 583 | Paisano | 3 | 8 | Bravo |
| 104 | 1590 | Bienvenido | 4 | 2589 | Bravo |
| 105 | 196 | Varón | 5 | 988 | Mozito \* |
| 106 | 1695 | Bienvenido | 6 | 2039 | Bravo |
| 107 | 3090 | Curanteado | 7 | 2554 | Suelo Negro |
| 108 | 1389 | Curanteado | 8 | 1703 | Matón |
| 109 | 43 | Bienvenido | 9 | 600 | Chuchoca |
| 110 | 93 | Curanteado | 10 | 2199 | Bravo |
| 111 | 3462 | Curanteado | 11 | 523 | Yaguaron |
| 112 | 2296 | Varón | 12 | 2405 | Mozito \* |
| 114 | 320 | Bienvenido | 13 | 2048 | Martin Fierro |
| 115 | 164 | Curanteado | 14 | 2912 | Bravo |
| 116 | 3427 | Varón | 15 | 81 | Bravo |
| 118 | 1782 | Bienvenido | 16 | 244 | Martin Fierro |
| 119 | 2360 | Mozito \* | 17 | 215 | Yaguaron |
| 120 | 1742 | Varón | 19 | 299 | Chuchoca |
| 121 | 3496 | Mozito \* | 21 | 69 | Mozito \* |
| 122 | 3525 | Paisano |   |   |   |
| 123 | 659 | Merengue |   |   |   |

Para los años de medición del ensayo se calculó: temperatura media mensual y precipitación mensual acumulada. La base de datos fue obtenida mediante el Sistema de Información y Gestión Agrometeorológica (SIGA) de INTA, utilizando la información de la estación INTA - Castelar (EMC) (Hurlingham - Buenos Aires), de características climáticas similar a Luján.

Además, para el intervalo de días en que se realizó la toma de datos en ambos años (del 3 al 20 de diciembre), se evaluó, mediante valores obtenidos por el SIGA, el “Wind Chill Index” (Índice de frío diario), desarrollado por Siple y Passel (1945), (Gonzáles Morinigo*et. al.* 2005). Dicho índice biometeorológico es utilizado para cuantificar el estrés por frio. El mismo “calcula la pérdida de calor, en kcal/m2/hora, debido a la temperatura combinada con el viento” (Gonzáles Morinigo *et. al.,* 2005).

En los días 7 y 14, momento inicial y final de las maniobras de las TVANT, se tomaron valores de peso (kg.) y alzada (cm.) de los potrillos en forma individual. En el día 7 los animales del plantel promediaban una edad de 9días, en el día 14, la edad promedio era 16 días.

Para la medición de peso corporal se utilizó una cinta desarrollada por el equipo técnico de “SUPEQ Nutrición Equina Aplicada”. La misma es utilizada en caballos que poseen un rango de peso comprendido entre 37 y 619 kg. Con ella se obtiene el peso en kilogramos mediante la medición del perímetro torácico del animal. Para la medición de alzada se utilizó un hipómetro estándar de madera. El mismo permite medir la distancia en centímetros desde el suelo hasta la cruz del potrillo (ver Figuras 1 y 2). Además, a partir de los controles efectuados, se construyeron las variables ganancia de peso (GDP) e incremento diario de alzada (IDA). Para la determinación de la GDP e IDA se utilizó la diferencia en días entre las fechas tomadas como “día 7” y “día 14” de la técnica. Ese valor se utilizó como dividendo de la diferencia tanto en kilogramos, para peso, entre día 7 y día 14 como en centímetros, para alzada entre los mismos días.

Los resultados de peso, alzada, GDP e IDA y se analizaron, en una primera etapa, mediante análisis de estadísticos descriptivos y gráficos de la caja que contemplaron años (2014 y 2016), días (7 y 14) y sexo. También se efectuaron análisis de correlación: entre el peso y la alzada de los potrillos según temporada de nacimiento y días; y entre GDP e IDA en ambos años.

Además, se realizaron análisis de varianzas (ANOVA) para peso y alzada contemplando años, sexo y su interacción, por separado para cada día; como así también para GDP e IDA. Previamente, se estudiaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas de los errores de los modelos.

Se empleó el software estadístico InfoStat (Di Rienzo et al., 2016). Se trabajó con un nivel de significaciónα=0,05.

****

**Figura 1.** Medición de alzada con hipómetro año 2014.

**Figura 2.** Medición de alzada con hipómetro, año 2016.

**Resultados**

**1. Análisis de estadísticos descriptivos**

A continuación, para las cuatro variables analizadas se presentan los respectivos estadísticos descriptivos (media, error estándar, valores: mínimo y máximo, discriminadas por año, día y sexo).

**1. A. Estadísticos descriptivos para peso en kilogramos.**

**Cuadro 2.** Estadísticos descriptivos para peso (kg) en los días 7 y 14 de tratamiento de las TVANT.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|   |   |   | **Peso Día 7** | **Peso Día 14** |
| **Año** | **Sexo** | **N** | **Media** | **E.E.** | **Mínimo** | **Máximo** | **Media** | **E.E.** | **Mínimo** | **Máximo** |
| 2014 | HEMBRA | 5 | 68,80 | 3,42 | 57,00 | 76,00 | 76,80 | 4,53 | 65,50 | 88,00 |
| MACHO | 14 | 61,14 | 3,11 | 48,00 | 84,00 | 70,36 | 2,96 | 57,00 | 93,00 |
| 2016 | HEMBRA | 10 | 69,80 | 4,07 | 55,00 | 93,00 | 80,60 | 4,29 | 68,00 | 105,00 |
| MACHO | 11 | 68,73 | 4,19 | 47,00 | 96,00 | 81,45 | 4,50 | 57,00 | 100,00 |
| E.E.: error estándar; N: número de animales |   |   |   |   |   |

**Figura 3.** Box plot para peso (kg) al día 7 de tratamiento de las TVANT para machos y hembras 2014 y 2016.



**Figura 4.** Box plot para peso (kg) al día 14 de tratamiento de las TVANT para machos y hembras 2014 y 2016.

Al día 7 se observó (Cuadro 2 y figuras 3 y 4) una semejanza en los valores medios de peso para las hembras 2014 y 2016 y los machos 2016 mientras que en los machos 2014 se observó un valor medio inferior. También se pudo ver una amplia variabilidad en los pesos máximos y mínimos de cada año para el mismo sexo. Cabe destacar que para el año 2014 se detectó menor variabilidad independientemente del sexo. En el mismo sentido tanto al día 7 como al día 14 hemos observado que para los potrillos machos nacidos en 2014 hubo menor peso promedio y error estándar. Se estimó que entre los valores máximos y mínimos de peso existe una igual variabilidad a la del día 7, una tendencia a mantenerse. Para ambos días de tratamiento los pesos promedio más altos fueron los que corresponden al año 2016, siendo el día 7 para las hembras con 69,80 kg y el día 14 para los machos con 81,45 kg.

Además, se registró la presencia de valores atípicos (Figura 3) al día 7 de tratamiento en las hembras 2016, mientras que para el día 14 de tratamiento en el mismo sexo no se observaron valores atípicos (Figura 4).

**1. B. Estadísticos descriptivos para alzada en centímetros.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|   |   |   | **Alzada Día 7** | **Alzada Día 14** |
| **Año** | **Sexo** | **N** | **Media** | **E.E.** | **Mínimo** | **Máximo** | **Media** | **E.E.** | **Mínimo** | **Máximo** |
| 2014 | HEMBRA | 5 | 95,60 | 0,98 | 92,00 | 98,00 | 97,60 | 1,60 | 92,00 | 100,00 |
| MACHO | 14 | 92,93 | 0,87 | 85,00 | 97,00 | 95,57 | 0,90 | 88,00 | 101,00 |
| 2016 | HEMBRA | 10 | 92,80 | 3,06 | 67,00 | 102,00 | 95,70 | 2,92 | 71,00 | 102,00 |
| MACHO | 11 | 93,64 | 2,06 | 80,00 | 102,00 | 95,91 | 2,00 | 83,00 | 105,00 |
| E.E.: error estándar; N: número de animales |   |   |   |   |   |
|

**Cuadro 3.** Estadísticos descriptivos para alzada (cm) en los días 7 y 14 de tratamiento de las TVANT.

**Figura 5.** Box plot para alzada (cm) al día 7 de tratamiento para machos y hembras 2014 y 2016.



**Figura 6.** Box plot para alzada (cm) al día 14 de tratamiento para machos y hembras 2014 y 2016.

Se puede observar que los valores medios de alzada al día 7 de tratamiento (Cuadro 3) tuvieron una tendencia similar para los machos 2014 y 2016 y las hembras 2016. Sin embargo, para el año 2014 las hembras presentaron un valor de alzada más alto. La media, independientemente del sexo, fue más variable en el año 2016. Los valores máximos y mínimos se encontraron ampliamente distantes para hembras 2014 y 2016 marcando diferencias en un rango de 6 y 36 centímetros respectivamente. Para los machos, la diferencia entre los valores máximos y mínimos de los años 2014 y 2016 tendió a ser menos variable que en las hembras. Siendo 12 cm y 22 cm respectivamente.

También se puede ver al día 14 de tratamiento (Cuadro 3) la misma tendencia sobre los valores medios de las hembras 2014 respecto a los demás, en ese año, sigue manteniéndose mayor. Los valores medios de los machos 2014 y 2016 y las hembras 2016 tendieron a presentarse más homogéneos que al día 7, disminuyendo el error estándar para todas las mediciones; aunque se registró un aumento de la variabilidad para el año 2016. El rango (diferencia entre los valores máximos y mínimos) fue mayor en el año 2016, donde las hembras mostraron mayor amplitud (a diferencia del año 2014). Dentro de cada año, el año correspondiente a cada sexo fue similar para los días 7 y 14. Las hembras 2014 al inicio del tratamiento presentaron una menor variabilidad que la observada al final del mismo año (Figuras 5 y 6).

Para la descripción de los valores medios (ver cuadros2 y 3) de ambas variables (alzada y peso) respecto a los dos sexos y años analizados se pudo observar que al día 7 de tratamiento las hembras del año 2014 tendieron a ser más livianas y con una mayor alzada respecto a las hembras 2016. Mientras que, en los machos, los más pesados y con mayor alzada correspondieron al año 2016. El menor peso promedio para ambos sexos y años es el de los machos 2014, mientras que el mayor es para las hembras 2016. La menor alzada promedio para ambos sexos y años es la de las hembras 2016, siendo el mayor para las hembras 2014.

**1. C. Estadísticos descriptivos para GDP en kg/día e IDA en cm/día.**

**Cuadro 4.** Estadísticos descriptivos para GDP e IDA.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|   |   |   | **Ganancia diaria de peso** | **Incremento diario de alzada** |
| **Año** | **Sexo** | **N** | **Media** | **E.E.** | **Mínimo** | **Máximo** | **Media** | **E.E.** | **Mínimo** | **Máximo** |
| 2014 | HEMBRA | 5 | 0,83 | 0,20 | 0,23 | 1,33 | 0,19 | 0,08 | 0,00 | 0,36 |
| MACHO | 14 | 0,84 | 0,11 | 0,17 | 1,60 | 0,23 | 0,03 | 0,00 | 0,44 |
| 2016 | HEMBRA | 10 | 1,27 | 0,18 | 0,33 | 2,13 | 0,32 | 0,06 | 0,00 | 0,56 |
| MACHO | 11 | 1,58 | 0,25 | 0,38 | 3,25 | 0,28 | 0,07 | 0,00 | 0,60 |
| E.E.: error estándar; N: número de animales |   |   |   |   |   |
|

 **Figura 7.**Boxplot para GDP para machos y hembras 2014 y 2016.



**Figura 8.** Box plot para IDA para machos y hembras 2014 y 2016.

Se observó que para los valores promedio de ambas variables (Cuadro 4), hubo un mayor incremento de alzada y peso entre el día 7 y día 14 en el año 2016 tanto para machos como para hembras respecto del año 2014. Durante el mismo año, para la variable GDP los machos y las hembras tendieron a comportarse igual, en cambio en el año 2016 se registró una mayor diferencia entre ambos sexos. Para las hembras la máxima GDP entre ambos años se pudo observar en el 2016 (2,13 kg/día), mientras que la menor en 2014 (0,23 kg/día). Para los machos la mayor GDP entre ambos años se notó en el 2016 (3,25 kg/día) mientras que la menor en 2014 (0,17 kg/día). Para ambos sexos y años la GDP más alta la obtuvieron los machos 2016 y la más baja los machos 2014.

Para las hembras la mayor IDA entre ambos años se observó en el 2016 (0,32 cm/día) mientras que la menor en 2014 (0,19 cm/día). Para los machos la mayor IDA entre los años de estudio se registró en el 2016 (0,28 cm/día) mientras que la menor en el 2014 (0,23 cm/día). Para las variables sexo y año la mayor IDA la obtuvieron las hembras 2016 (0,56 cm/día). La menor IDA se comportó igual en las categorías de sexos en ambos años, la misma fue IDA 0 (incremento 0) en el transcurso de los días.

Se observa (Figura 7) para la variable GDP que la menor variabilidad se registró en las hembras 2016 y los machos 2014. También dimos cuenta que para la variable IDA los machos 2016 y las hembras 2014 presentaron amplia variabilidad (Figura 8).

**2. A. Análisis de correlación entre peso y alzada de las poblaciones de los potrillos analizados en los años 2014 y 2016.**

En este análisis debido al número escaso de casos por sexo, se decidió no incluir el análisis de esta variable.

**Cuadro 5.** Análisis de correlación entre peso y alzada en los años 2014 y 2016 para los días 7 y 14 de tratamiento.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Año**  | **Día** | **N** | **Correlación de Pearson**  | **p - valor** |
| 2014 | 7 | 19 | 0,74 | 0,0003 |
| 2014 | 14 | 19 | 0,53 | 0,0189 |
| 2016 | 7 | 21 | 0,69 | 0,0006 |
| 2016 | 14 | 21 | 0,67 | 0,0008 |
| N: Número de animales |   |   |   |

Las figuras 9, 10, 11 y 12 muestran el grado de relación lineal entre las variables peso y alzada al inicio y al final del tratamiento para los diferentes años.

****

**Figura 9.** Relación lineal entre peso y alzada para el día 7 del año 2014.

****

**Figura 10.** Relación lineal entre peso y alzada para el día 14 del año 2014.

****

**Figura 11.** Relación lineal entre peso y alzada para el día 7 del año 2016.

****

**Figura 12.** Relación entre peso y alzada para el día 14 del año 2016.

Se observó una correlación positiva entre peso y alzada en los dos años para las fechas de inicio y finalización del tratamiento (Cuadro 5).

Para las correlaciones de peso y alzada, al inicio y finalización del tratamiento, se observó el valor más alto en el día 7 del 2014 y el menor valor el día 14 del mismo año (Figuras 9 y 10).Se evidencia un valor atípico (animal) que hace disminuir las correlaciones para los potrillos relevados en 2016 (Figuras 11 y 12).

**2. B. Análisis de correlación entre GDP e IDA en los años 2014 y 2016 sin considerar sexo.**

Al analizar la ganancia diaria de peso y el incremento diario de alzada en ambos años por separado, no se observó correlación (Cuadro 5, figuras 13 y 14).

**Cuadro 6.** Análisis de correlación entre GDP e IDA en los años 2014 y 2016 sin considerar sexo.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Año**  | **N** | **Correlación de Pearson**  | **p - valor** |
| 2014 | 19 | -0,24 | 0,3171 |
| 2016 | 21 | -0,01 | 0,9656 |
| N: Número de animales |   |   |

****

**Figura 13.** Correlación entre GDP e IDA año 2014. **Figura 14.** Correlación entre GDP e IDA año 2016.

**3. A. Análisis de la varianza para peso y alzada considerando años y sexos.**

**Cuadro 7.** ANOVA para peso al día 7 entre años y sexos.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N**  |  **R²**  | **R² Aj** |  **CV**  |   |   |
| 40 | 0,1 | 0,02 | 18,48 |   |   |
|   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |  | **Peso Día 7** |  |
|  **F.V.**  |  **SC**  | **gl** |  **CM**  |  **F**  | **p-valor** |
| **Año**  | 159,39 | 1 | 159,39 | 1,06 | 0,3100 |
| **Sexo**  | 164,84 | 1 | 164,84 | 1,10 | 0,3020 |
| **Año\*Sexo** | 93,77 | 1 | 93,77 | 0,62 | 0,4348 |
| **Error**  | 5411,30 | 36 | 150,31 |   |   |
| **Total**  | 6002,10 | 39 |   |   |   |

**Cuadro 8.** ANOVA para peso al día 14 entre años y sexos.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N**  |  **R²**  | **R² Aj** |  **CV**  |   |   |
| 40 | 0,14 | 0,07 | 16,66 |   |   |
|   |   |   |   |   |   |
|  |   |   |   | **Peso Día 14** |   |
|  **F.V.**  |  **SC**  | **gl** |  **CM**  |  **F**  | **p-valor** |
| **Año**  | 480,02 | 1 | 480,02 | 2,94 | 0,0953 |
| **Sexo**  | 67,55 | 1 | 67,55 | 0,41 | 0,5245 |
| **Año\*Sexo** | 115,18 | 1 | 115,18 | 0,70 | 0,4069 |
| **Error**  | 5887,64 | 36 | 163,55 |   |   |
| **Total**  | 6851,48 | 39 |   |   |   |

**Cuadro 9**. ANOVA para alzada al día 7 entre años y sexos.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N**  |  **R²**  | **R² Aj** |  **CV**  |   |   |
| 40 | 0,02 | 0 | 6,83 |   |   |
|   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |  | **Alzada Día 7** |  |
|  **F.V.**  |  **SC**  | **gl** |  **CM**  |  **F**  | **p-valor** |
| **Año**  | 9,47 | 1 | 9,47 | 0,23 | 0,6326 |
| **Sexo**  | 7,28 | 1 | 7,28 | 0,18 | 0,6749 |
| **Año\*Sexo** | 26,61 | 1 | 26,61 | 0,65 | 0,4242 |
| **Error**  | 1466,27 | 36 | 40,73 |   |   |
| **Total**  | 1497,78 | 39 |   |   |   |

**Cuadro 10.** ANOVA para alzada al día 14 entre años y sexos.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N**  |  **R²**  | **R² Aj** |  **CV**  |   |   |
| 40 | 0,01 | 0 | 6,51 |   |   |
|   |   |   |   |   |   |
|  |   |   |   | **Alzada Día 14** |   |
|  **F.V.**  |  **SC**  | **gl** |  **CM**  |  **F**  | **p-valor** |
| **Año**  | 5,28 | 1 | 5,28 | 0,14 | 0,7152 |
| **Sexo**  | 7,16 | 1 | 7,16 | 0,18 | 0,6710 |
| **Año\*Sexo** | 10,83 | 1 | 10,83 | 0,28 | 0,6017 |
| **Error**  | 1405,64 | 36 | 39,05 |   |   |
| **Total**  | 1421,90 | 39 |   |   |   |

No se detectaron falta de normalidad y heterogeneidad de varianzas para ambas variables. Para las dos variables analizadas (Cuadros 7, 8,9 y 10) al inicio y finalización del tratamiento, no se detectaron diferencias significativas en la interacción y entre los años de medición y sexos.

**3. B. Análisis de la varianza para GDP e IDA.**

Tampoco acá se detectaron falta de normalidad y heterogeneidad de varianzas para ambas variables.

**Cuadro 11.** Análisis de la varianza para GDP.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N**  |  **R²**  | **R² Aj** |  **CV**  |   |   |
| 40 | 0,24 | 0,17 | 52,73 |   |   |
|   |   |   |   |   |   |
|  **F.V.**  |  **SC**  | **gl** |  **CM**  |  **F**  | **p-valor** |
| **Año**  | 3,03 | 1 | 3,03 | 8,27 | 0,0067 |
| **Sexo**  | 0,23 | 1 | 0,23 | 0,64 | 0,4297 |
| **Año\*Sexo** | 0,21 | 1 | 0,21 | 0,57 | 0,4564 |
| **Error**  | 13,21 | 36 | 0,37 |  |  |
| **Total**  | 17,31 | 39 |  |  |  |

Tanto para la interacción entre año y sexo como para la variable sexo no se detectó diferencias entre dichos efectos (Cuadro 11). En cambio, se observaron diferencias entre ambos años, resultando mayor la GDP en el año 2016 con 1,42 Kg/día (ver cuadro 12 y figura 15).

**Cuadro 12.** Test LSD Fisher para GDP entre los años 2014 y 2016.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Año** | **Medias** | **N** | **E.E** |   |
| 2014 | 0,83 a | 19 | 0,16 |   |
| 2016 | 1,42 b | 21 | 0,13 |   |
| Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (p>0,05) |
| N: Número de animales; E.E Error estándar. Error: 0,3669 gl: 36 |

****La disparidad de medias observada en la variable GDP entre los años de medición no se reflejó entre los días 7 y 14 para los mismos. Esto puede explicarse por la eliminación del factor “día” que en el caso de utilizarse aumenta la variabilidad.

**Figura 15.** Diferencia de medias para GDP entre añosTest LSD Fisher.

**Cuadro 14.** Análisis de la varianza para IDA.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N**  |  **R²**  | **R² Aj** |  **CV**  |   |   |
| 40 | 0,061 | 0 | 67.627 |   |   |
|   |   |   |   |   |   |
|  **F.V.**  |  **SC**  | **gl** |  **CM**  |  **F**  | **p-valor** |
| **Año**  | 0,065 | 1 | 0,065 | 2.119 | 0,1541 |
| **Sexo**  | 5,10E-06 | 1 | 5,10E-06 | 1,70E-04 | 0,9898 |
| **Año\*Sexo** | 0,013 | 1 | 0,013 | 0,436 | 0,5132 |
| **Error**  | 1.111 | 36 | 0,031 |  |  |
| **Total**  | 1.183 | 39 |  |  |  |

Se observó que tanto para la interacción entre año y sexo y para los factores principales no se detectaron diferencias (Cuadro 14).

**4. A. Análisis de temperatura y precipitación en los años 2014 y 2016.**

Se observó que para la variable precipitación mensual, los valores fueron ampliamente distintos entre años, siendo en particular el año 2014 quien presentó mayores valores (Figuras 16 y 17).

Para la variable temperatura media mensual (promedio de las temperaturas medias diarias), los valores fueron más homogéneos en los dos años respecto a las precipitaciones (Figuras 16 y 17).

**Figura 16.** Temperatura media mensual y precipitación mensual para 2014.

**Figura 17.** Temperatura media mensual y precipitación mensual para 2016.

**4. B. Análisis del índice Wind Chill en el intervalo de medición para los años 2014 y 2016.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Año** | **N** | **Media** | **D.E** | **Mínimo** | **Máximo** |
| 2014 | 18 | 199,76 | 48,47 | 128,70 | 309,42 |
| 2016 | 18 | 208,32 | 57,22 | 113,28 | 329,39 |
| N: días de muestreo |   |   |   |   |

**Cuadro 15.** Análisis descriptivo del índice Wind Chill, en kcal/m2/hora, para 2014 y 2016.

Se observó (Cuadro 15) que tanto el valor máximo como el mínimo para el índice, comparando ambos años, se encuentran en el año 2016 y que dicho año fue más variable.

**Cuadro 16.** ANOVA índice Wind Chill entre 2014 y 2016.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **N**  |  **R²**  | **R² Aj** |  **CV**  |   |
| 36 | 0,01 | 0,00 | 25,99 |   |
|  |  |   | **Wind Chill** |
|  **F.V.**  | **gl** |  **CM**  |  **F**  | **p-valor** |
| **Año**  | 1 | 659,46 | 0,23 | 0,6313 |
| **Error**  | 34 | 2811,73 |   |   |
| **Total**  | 35 |   |   |   |

N: días de muestreo

Al llevar a cabo una comparación entre años, no se observaron diferencias significativas en el lapso de días mencionados para el índice (Cuadro 16).

**Discusión y Conclusiones**

No es una práctica tradicional la obtención de mediciones morfo métricas en potrillos de corta edad. Por lo tanto, no se han encontrado investigaciones para dicho rango etario, considerando la raza Criollo y la región Pampeana, generando una problemática para poder establecer comparaciones de los resultados obtenidos en el presente trabajo. Sin embargo, la necesidad de disponer de mediciones tempranas ha sido bien documentada. Estudios realizados en otras razas equinas ponen de relieve que las estimaciones de parámetros genéticos, como la heredabilidad del peso y la altura, fueron diferente en relación con la edad en la que se registran las observaciones (Hintz, R. L et al., 1978; Saastamoinen, 1990). Dado que este parámetro es esencial en la mejora cuantitativa de los caracteres, la medición a temprana edad permitiría en un futuro obtener estimaciones para la raza criolla en la región pampeana. También, se ha puesto de manifiesto la importancia del registro de mediciones a temprana edad para peso al nacimiento, altura y GDP en relación al seguimiento de patologías óseas como la osteocondrosis (van Weeren et al, 1999). En este trabajo, no hemos considerado en los modelos a la edad de la madre. Sin embargo, un estudio realizado por [Gonçalves Meirelles](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0737080616306979#!) et al. (2017) indicó que la edad de la madre tuvo relación con el peso al nacimiento de las crías (no así con pesos a edades superiores), con lo cual sería recomendable considerar este aspecto en futuras mediciones.

La GDP, en nuestro caso, presentó una diferencia significativa entre años. Esto pudo ser debido a:

1. La relación de parentesco de los potrillos en ambas temporadas de nacimientos. Las madres fueron distintas, mientras que sólo un padre (Mozito) se repite tanto en 2014 como 2016. Las características propias de cada padre y madre (edad, número de partos previos, aptitud materna, etc.) podría haber generado cualidades distintas en cada temporada de nacimientos.
2. La medición de la población en su conjunto y no separado por sexo, ya que obtuvimos un menor número de hembras para el año 2014. La cantidad de hembras muestreadas en 2014 representó el 26% del total de potrillos, mientras que en el 2016 fue del 48%.
3. Las características climáticas propias de cada una de las temporadas de nacimientos, haciendo hincapié en el segundo semestre de cada uno de los años ya que “las necesidades alimenticias en gestación sólo aumentan de forma significativa durante los 3-4 últimos meses de este período” (Pérez de Ayala, 1995), teniendo en cuenta que la alimentación de las yeguas madres es a base de pastizal natural. Además, vale mencionar a “los efectos que produce el ambiente uterino sobre las crías (efectos maternos); yeguas que poseen una alimentación deficiente durante su gestación suelen producir potrillos más chicos” (Demyda Peyras, 2016). Es por esto, que los factores climáticos los cuales inciden directa e indirectamente sobre la base alimenticia de las madres, se consideraron de gran importancia, básicamente debido a las diferencias detectadas en los acumulados de precipitaciones mensuales en esos períodos.

Vale aclarar, que al referirnos al factor “ambiente” no sólo se habla de clima, sino también, a todos los estímulos externos que pueden influir en el desarrollo del animal (Demyda Peyras, 2016).

1. El índice Windchill, permitiría descartar la posible pérdida de calor que los potrillos presentaron en el transcurso del ensayo.

Este trabajo pone de manifiesto la importancia que tiene el monitoreo de las distintas variables en los potrillos de corta edad para ambos sexos. No pretende ser definitivo, pero con la acumulación de registros, se podrán establecer valores de crecimiento promedio para un determinado sitio y sistema de producción que permitan medidas correctivas con los límites establecidos en el estándar racial por la ACCC. Cabe mencionar que en la actualidad, la Asociación de Criadores de Caballos Criollo (ACCC), citando a Dowdall (2016), se encuentra reevaluando los valores tradicionales del estándar racial (de alzada, por ejemplo), por un incremento en los valores de las variables que se han medido en este trabajo.

**Bibliografía**

* Demyda Peyras, S. (2016). “La epigenética en los caballos. Cómo las vivencias de una yegua se transmiten a sus nietos por medio de la genética”. Anuario Cría Polo Argentino. (p. 64-69).
* Di Rienzo J.A.; Casanoves F.; Balzarini M.G.; González L.; Tablada M.; Robledo C.W. InfoStat. (2016). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
* Dowdall, C.; Flores, L.; (2016). “Tendencias biométricas en la Raza Criolla 2004-2015. Luz Amarilla para la alzada”. Anuario Criollo 2016. (p204-212).
* Galán, A. M.; Rivera, M. C.; Moine, R.; Ferraris, G.; Gigena, M. S. & Natali, J. (2012). “Propiedades morfo métricas del metacarpiano III de potrillos mestizos”. *Revista chilena de anatomía.*Vol.20, n.3 pp.285-290. Recuperado de: scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S071698682002000300009&script=sci\_abstract&tlng=e. Recuperado de: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090909/090906.pdf>
* Gonzáles Moringo, E; Bonel, N. (2005). “Estudio preliminar de estrés por frío en caprinos en la región del noa y cuyo”. Servicio Meteorológico Nacional. Recuperado de: <http://repositorio.smn.gov.ar/bitstream/handle/20.500.12160/374/0046AM2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
* Hintz, R. L., H. F. Hintz, and L. Dale Van Vleck. "Estimation of heritabilities for weight, height and front cannon bone circumference of Thoroughbreds." Journal of Animal Science47.6 (1978): 1243-1245.
* Meirelles, Marcela Gonçalves, et al. "Influence of Maternal Age and Parity on Placental Structure and Foal Characteristics From Birth up to 2 Years of Age." Journal of Equine Veterinary Science56 (2017): 68-79.
* Paz, S.; Abbiati, N; Topayan, V; Refojo, D; Trigo, P. (2018). “Evaluación de la aplicación de técnicas de vinculación y aprendizaje no traumáticas en dos razas equinas durante la ventana de aprendizaje.”Revista de Divulgación Técnica Agropecuaria, Agroindustrial y Ambiental. Facultad de Ciencias Agrarias. UNLZ. Vol. 5 (1): 10-22.
* Pelegrini, A. (2008) “Control del crecimiento en potrillos SPC”. La Especie Equina, 6 (22), (p. 42-47).
* Pérez de Ayala, Pedro y Esquivias. “Nutrición y alimentación del caballo”. (1995). FEDNA. Recuperado de: http://www.ucv.ve/fileadmin/user\_upload/facultad\_agronomia/Alimentacion\_de\_Equinos.pdf
* Rossdale, P. D. (1998).El Caballo de la concepción a la madurez. Zaragoza: Ed. Acribia, S.A. (p. 129).
* Romero Peñuela, M; Uribe-Velásquez, L; Sánchez Valencia, J. (2011). “Biomarcadores de estrés como como indicadores de bienestar animal en ganado de carne”. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-95502011000100007>
* Saastamoinen, Markku. "Heritabilities for body size and growth rate and phenotypic correlations among measurements in young horses." Acta agricultura escandinavica 40.4 (1990): 377-386.
* Sarasola, I.; Refojo, D.; Mathisen, M.; Harbar, A.; Pellegrini, A.; Paz, S. (2016) “Curvas de crecimiento en potrillos de Raza Criolla: Usos y funciones de una práctica sencilla de gran valor dentro del sistema de producción”. Anuario Criollo 2016. (p. 216-217).
* Sistema de Información y Gestión Agrometeorológica (SIGA). INTA. Recuperado de: <http://siga2.inta.gov.ar/#/>
* Sosa M.; Flores F.; Rojas C.; Larotonda G. (2010). “Algunos controles sencillos utilizados como herramienta para evaluar el estado del sistema productivo del equino criollo”. Criollo. Núm. 169 (p. 5-8).
* van Weeren, PR van, MARIANNE M. SLOET van OLDRUITENBORGH‐OOSTERBAAN, and A. Barneveld. "The influence of birth weight, rate of weight gain and final achieved height and sex on the development of osteochondrotic lesions in a population of genetically predisposed Warmblood foals." Equine Veterinary Journal 31.S31 (1999): 26-30.
* Wagner. M; Refojo. D; Abbiati. N; Larotonda. G; Paz. S; (2014). “La importancia del bienestar animal en sistemas de producción equina.” Anuario 2014 Raza Criollo. (p. 264-266).
* Wagner. M; Arioni, JM; Blanco. F; Dasnoy. M; Fernández Barszczuk. N; Flores. M; García. F; García. E; Martínez E; Radics. S, Refojo. D; Reyes. C; Rojas. C; Martinez Santamaria. A; Tobio. F; Abbiati. N; Paz. S; (2015). “¿Qué es la sociabilización temprana en equinos?”. Recuperado de: http://www.caballoscriollos.com/espanol/noticias\_detalle.php?noticiasID=2703