

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

INDUCCIÓN DE LA LACTACIÓN EN UNA YEGUA NO GESTANTE

por

**Rodrigo MATEAUDA ESPINOSA
Camila MORALES TRUJILLO**

TESIS DE GRADO presentada como uno
De los requisitos para obtener el título
de Doctor en Ciencias Veterinarias
Orientación: Medicina Veterinaria

MODALIDAD: Estudio de caso

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2019**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa:

Dr. Rafael Aragunde

Segundo miembro (Tutor):

Dr. Nicolás Cazales

Tercer miembro:

Dra. Elizabeth Pechiar

Cuarto miembro (Co-tutor):

Dra. María José Estradé

Fecha

18 de Diciembre de 2019

Autores:

Br. Rodrigo Mateauda Espinosa

Br. Camila Morales Trujillo

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias, amigos y demás seres queridos, por su apoyo y comprensión.

A nuestro tutor, Dr. Nicolás Cazales y co-tutora, Dra. María José Estradé, por su dedicación y paciencia para enseñarnos y guiarnos a lo largo de este camino.

Al personal del Haras del Campo Militar N°1 "Gral. Fausto Aguilar", Servicio de Veterinaria y Remonta del Ejército, y especialmente al Dr. Douglas Lattanzi por permitirnos utilizar las instalaciones y por prestarnos la yegua. Su colaboración fue indispensable para la realización de este trabajo.

A la Dra. María del Pilar García y demás trabajadores del Haras Don Alfredo, por dejarnos ordeñar sus yeguas y por donarnos calostro congelado. También por su disposición ante cualquier consulta.

Al Dr. Jorge Fajardo por colaborar en la obtención de uno de los fármacos.

A la Dra. Nadia Crosignani por su rol como responsable ante la Comisión honoraria de experimentación animal (CHEA).

Al personal de Biblioteca de la Facultad de Veterinaria por facilitar la búsqueda de información y la redacción de las referencias bibliográficas.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	3
LISTA DE FIGURAS, CUADROS, FOTOS Y GRÁFICAS.....	5
RESUMEN.....	7
SUMMARY	8
INTRODUCCIÓN.....	9
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	10
OBJETIVOS	21
MATERIALES Y MÉTODOS	22
RESULTADOS.....	26
DISCUSIÓN.....	30
CONCLUSIONES.....	32
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

LISTA DE FIGURAS, CUADROS, FOTOS Y GRÁFICAS

FIGURAS:

FIGURA 1:

Glándula mamaria de yegua (C. Esteves basado en Perez y Perez, 1970) 11

FIGURA 2:

Glándula mamaria de yegua y sus componentes (C. Esteves basado en Ghezzi Y col., 2001) 12

CUADROS:

CUADRO 1:

Aspectos nutricionales de la leche (Potočnik y col. 2011) 14

CUADRO 2:

Aspectos nutricionales del calostro (Ullrey y col, 1966)..... 15

CUADRO 3:

Valores de referencia del refractómetro Brix® (García P; Daba M; 2011)..... 16

CUADRO 4:

Protocolo 1 (Korosue y col. 2012) 19

CUADRO 5:

Protocolo 2 (Daels, P., 2006)..... 19

CUADRO 6:

Protocolo 3 (Losinno L, comunicación personal a Rojas C, 2014) 20

CUADRO 7:

Protocolo utilizado (Losinno L, comunicación personal a Rojas C, 2014) 23

CUADRO 8:

Muestras enviadas al laboratorio..... 24

CUADRO 9:

Composición de la leche de la yegua tratada 27

CUADRO 10:	
Composición de leches control (15 - 59 días post parto).....	29
CUADRO 11:	
Composición de calostros control (fresco y congelados).....	29
<u>FOTOS:</u>	
FOTO 1:	
Yegua que recibió el tratamiento	22
FOTO 2:	
Ubre.....	23
FOTO 3:	
Ordeñe	24
FOTO 4:	
Ordeñe	24
FOTO 5:	
Muestras de leche con preservante previo a envío	24
FOTO 6:	
Una de las yeguas control con su potrillo al pie.....	25
<u>GRÁFICAS:</u>	
GRÁFICA 1:	
Producción de leche en la yegua tratada	26
GRÁFICA 2:	
Evolución de la concentración proteica en la leche de la yegua tratada	28

RESUMEN

Inducir la lactación en yeguas no gestantes podría ser de gran utilidad para la producción equina, ya que son frecuentes los problemas en las yeguas madres, dejando potrillos huérfanos de alto valor económico y/o sentimental. Hasta el momento no se ha documentado en Uruguay ningún estudio que evalúe un protocolo de inducción farmacológica de la lactación, que sea accesible y con drogas disponibles en el mercado. Es por esto que surge este trabajo, con el fin de contribuir al conocimiento sobre la utilización de este tipo de procedimientos y también de fomentar el reciclaje reproductivo de animales cuyo destino sería el descarte.

En la Etapa 1 se describió el caso de una yegua no gestante a la que se le realizó un tratamiento hormonal en el Haras del Campo Militar N°1 "Gral. Fausto Aguilar" del Servicio de Veterinaria y Remonta del Ejército. Dicho tratamiento fue llevado a cabo con éxito, produciendo la yegua leche en cantidad y composición comparables con estudios internacionales y con un grupo control de yeguas paridas (etapa 2). También se analizó la evolución de los niveles de proteína en leche a lo largo del tiempo desde que comenzó la lactación farmacológica.

Por otro lado, en la Etapa 2, se obtuvo muestras de leche y calostro de yeguas control, en el Haras Don Alfredo, evaluándose a su vez su composición y comparándola con la de la yegua de la Etapa 1, así como también con datos de la literatura.

A pesar de no poder extrapolar con total certeza el protocolo de inducción de la lactancia a la población de yeguas, por ser el presente un estudio de caso, podemos afirmar que fue perfectamente realizable en condiciones de campo natural y con el manejo habitual de un haras en nuestro país.

SUMMARY

Inducing lactation in non-pregnant mares could be of great importance for the equine industry, due to the high frequency of problems of the broodmares, which render foals orphan, sometimes of high economic value. Until now, in our country, no study has been made which evaluates an economically accessible protocol of pharmacological induction of the lactation, one that uses drugs that are available in the regional market. That is why we have chosen to carry out this project, aiming to contribute to the knowledge about the utility of these kind of procedures and also to promote the reproductive recycling of animals whose destiny would otherwise be the rejection.

In stage 1, a non-pregnant mare treated to induce lactation at "Haras del Campo Militar N°1 "Gral. Fausto Aguilar" was described. This treatment was carried out successfully, being the amount and the composition of the milk comparable with international studies and with a control group of bred mares (stage 2). In addition to this, protein level's evolution in milk was analyzed over time since the pharmacological lactation began.

On the other hand, on stage 2, milk and colostrum samples were obtained from control mares, at "Haras Don Alfredo". We assessed its composition and compared it with the one of the mare of stage 1, and also with the bibliographic data.

In spite of not being able to extrapolate with total certainty this protocol to the whole population of mares (for being a case study) we can affirm that it was perfectly achievable in natural field conditions and with the usual management of a typical Uruguayan farm.

1. INTRODUCCIÓN

En los distintos tipos de producciones equinas, ocurren muertes de las yeguas madres por diferentes razones, dejando potrillos huérfanos de alto valor económico y/o sentimental (Rojas, 2015). Debido a la muerte o enfermedad de la madre, a un insuficiente comportamiento maternal o a producción láctea escasa o nula, frecuentemente se crían potros a base de leche maternizada administrada con mamadera. Sin embargo, existe la posibilidad de que esta práctica perjudique el comportamiento del potro, ya que éste puede llegar a desarrollar problemas de manejo, afectando su performance en el futuro (Vita, 2013). Además, si bien en el mundo existen infinidad de leches maternizadas con valores nutritivos adecuados, hasta el momento no se cuenta con ninguno en el mercado uruguayo. Una alternativa muy útil es disponer de una yegua en lactación que haya perdido a su potro y que sirva como madre adoptiva o “nodriza”, pero en muchos establecimientos de nuestro país no se cuenta con esta posibilidad, implicando su arrendamiento costos adicionales, así como el riesgo de ingresar enfermedades al predio. Otra opción es inducir la lactación en una yegua mediante un tratamiento farmacológico. La candidata ideal para esta alternativa es una yegua múltipara, de buena condición corporal y de carácter apacible, y que además de haber demostrado un buen comportamiento maternal, no haya tenido dificultades en la producción de leche. (Daels, 2002).

Desde hace algunos años los intentos por inducir la lactancia mediante tratamiento hormonal han sido exitosos. Existen diferentes protocolos en la actualidad; la mayoría utilizan progesterona, prostaglandina, estrógeno, oxitocina y antagonistas D2 de dopamina (Rojas, 2015). Estos dos últimos son indispensables para que se produzca la lactación ya que aumentan la secreción de prolactina endógena en la hipófisis, bloqueando los receptores de dopamina. La dopamina es un factor fisiológico inhibidor de la liberación de prolactina, de modo que, al bloquear los receptores de dopamina, se libera prolactina, induciéndose así la lactación.

El fin de este trabajo es mostrar un reporte de un caso en el que se utilizó un protocolo de inducción de la lactación en una yegua no gestante y presentarlo como un recurso conveniente para criar potrillos huérfanos en nuestro país.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Situación de la producción equina en Uruguay:

La población equina en el Uruguay cuenta con aproximadamente 400.000 animales con 30.000 tenedores, ocupando el segundo puesto mundial en relación a habitantes por caballo (Ferrari, 2012). Según Gil et. al., 2009, la población equina, sin incluir los Pura Sangre de Carreras (SPC), se compone principalmente de las razas Criolla (75%), Cuarto de Milla (12%) y Árabe (7%). En los últimos años se percibe mayor dinamismo de algunas actividades asociadas al caballo, siendo la Hípica la que abarca la mayor cantidad de animales en actividad (39%), seguida por el Enduro (22%), el Raid (11%) y el Polo (5%) (Castro y col, 2016). La raza SPC actualmente representa el segundo lugar de las razas equinas en el Uruguay.

La producción equina de nuestro país adquiere relevancia principalmente en la industria de las razas SPC, Árabe y Criolla, existiendo numerosos haras que se dedican a la producción y venta de potros (Ferrari, 2012).

Cuando un haras se enfrenta a la situación de tener un potrillo huérfano debido a la muerte de la madre o a su falta de comportamiento maternal, entre otros problemas de la madre, es fundamental encontrar una alternativa para alimentar al potro y crear un ambiente social adecuado para su crianza. Muchas veces, se puede conseguir una yegua nodriza o sustituta que lo aceptará como propio. Sin embargo, localizar yeguas nodrizas puede ser difícil y requiere de tiempo y dinero. Otra opción sería implementar una fórmula de reemplazo utilizando una mamadera o un balde. Hay excelentes reemplazos de leche en el mercado internacional para alimentar a un potro huérfano hasta la edad de destete con un adecuado desarrollo corporal. Sin embargo, la alimentación prolongada con mamadera de un potro huérfano suele resultar en un caballo con habilidades sociales pobres. Este comportamiento aberrante puede interferir con el entrenamiento del caballo en la adultez (Daels, 2009).

Dado que hasta el momento no se cuenta con ningún sustituto lácteo específico para equinos en el mercado uruguayo (Cazales N, 2018, comunicación personal) y considerando las dificultades que representa conseguir madres sustitutas, debemos analizar una tercera opción: yeguas a las que se les induce la lactación de forma exógena mediante la administración de fármacos. Si bien esta alternativa no suele emplearse en Uruguay aún, es ampliamente utilizada a nivel mundial. En la industria equina, hay un gran interés económico en sistemas que permitan producir leche independientemente de la gestación. Además, la disponibilidad de yeguas nodrizas para la adopción de potrillos huérfanos, con el paso de los años continúa siendo un problema (Daels, 2002).

2.2. Anatomía de la glándula mamaria:

Se denomina glándula mamaria a la glándula exócrina encargada de la producción de leche en los mamíferos. Esta es una glándula sudorípara modificada y está asociada su función al aparato genital, considerada como una glándula accesoria del mismo.

En los mamíferos domésticos se conoce comúnmente como mama al complejo glandular asociado con una papila o pezón y como ubre al conjunto de mamas.

La yegua tiene dos glándulas mamarias ubicadas en la región inguinal, las cuales están completamente separadas e independientes, por lo que no hay pasaje de leche de una glándula a la otra. (Ghezzi y col., 2011) (Fig. 1).

Por fuera se observan dos porciones bien diferenciadas, por un lado, el cuerpo (donde se aloja la glándula mamaria), y por otro lado la papila o pezón. El pezón de las yeguas presenta la particularidad de tener dos orificios (Pérez y Pérez, 1970).

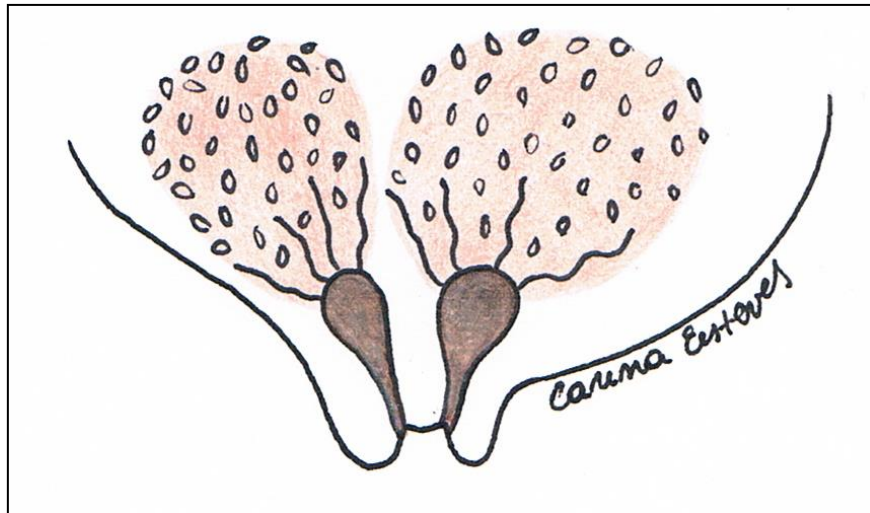


Fig. 1: Glándula mamaria de yegua, se observa la doble disposición de cisternas y conductos galactóforos del pezón (C. Esteves basado en Perez y Perez, 1970).

La ubre está sujeta por dos ligamentos suspensores, lateral y medial. El ligamento suspensor lateral es el encargado de la mayor parte de la sujeción, mientras que el medial además de dar soporte se encarga de separar una mama de otra (Ghezzi y col., 2011).

El parénquima de la glándula mamaria está formado por lobulillos, siendo éstos un conjunto de alvéolos que drenan hacia un conducto lactífero. Dichos alveolos están formados por células secretoras especializadas y células mioepiteliales, y se encuentran rodeados por capilares. Los capilares se encargan de la llegada tanto de los componentes necesarios para la producción de leche, como de las hormonas responsables de la regulación de la misma (Hill y col., 2006).

Los conductos lactíferos de cada lobulillo se juntan en conductos de mayor diámetro hasta desembocar en el seno lactífero. Las yeguas presentan dos senos lactíferos independientes por pezón, los cuales desembocan en los respectivos orificios (Ghezzi y col., 2011) (Fig. 2).

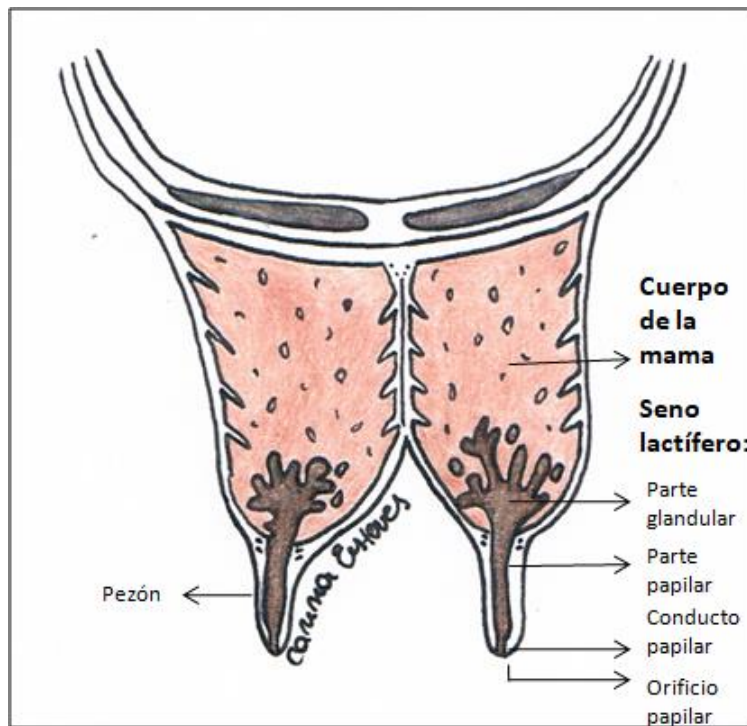


Fig. 2 Glándula mamaria de yegua y sus componentes (C. Esteves basado en Ghezzi y col., 2001).

El sistema ganglionar es difuso y diferente al de los rumiantes, pudiendo explicarse así la resistencia que poseen las yeguas a mastitis y procesos infecciosos de la glándula (Pérez y Pérez, 1970).

La irrigación está dada por la arteria pudenda externa y la arteria y vena epigástrica superficial caudal, mientras que la inervación está dada por el nervio iliohipogástrico, nervio ilioinguinal y el nervio genitofemoral (Ghezzi y col., 2011).

2.3. Fisiología de la lactación:

La fisiología de la lactación incluye distintos momentos del desarrollo de la glándula mamaria desde la etapa fetal hasta la edad adulta, abarcando los cambios sucesivos durante la preñez, el inicio y el fin de la lactancia; cambios metabólicos y funcionales (Glauber, 2007).

En la edad adulta el ciclo de la lactación puede dividirse en periodos consecutivos: mamogénesis, lactogénesis, galactopoyesis e involución. Cada una de estas fases es determinada por un estricto control hormonal (Sepúlveda, 2013).

2.3.1. Cambios endócrinos del periparto y regulación de la lactancia:

Enseguida después del nacimiento, la glándula mamaria aumenta de tamaño con la misma tasa que el resto del cuerpo para luego crecer a una tasa mayor desde la pubertad (Glauber, 2007).

En el ciclo de la lactación hay varias hormonas involucradas:

1) Hormonas reproductivas, a saber:

Prolactina: Actúa sinérgicamente con los estrógenos, estimulando el desarrollo de los ductos mamarios, y con la progesterona, estimulando el crecimiento lóbulo-alveolar. También controla la producción y secreción láctea, influyendo en la formación de las caseínas y alfa-lactoalbúminas (Frantz y Wilson, 1985). Los receptores se encuentran en el tejido mamario, siendo esta hormona producida en las células lactotróficas de la hipófisis anterior y regulada por la Dopamina y el factor inhibidor de prolactina hipotalámica (Chavatte-Palmer, P., 2002a).

Estrógenos: Estimulan la proliferación del parénquima mamario con la formación y ramificación de los conductos.

Progesterona: Favorece la dilatación de los conductos y la diferenciación de las células alveolares (Valdés y Pérez, 2015).

Es importante destacar que altas concentraciones de estas dos últimas hormonas, estrógenos y progesterona, en ausencia de prolactina, provocan la inhibición de la lactación.

Oxitocina: Estimula la eyección de la leche mediante contracciones de las células mioepiteliales que rodean al alvéolo y a los ductos mamarios. Es sintetizada en el hipotálamo y se almacena en la hipófisis posterior, su liberación es estimulada por factores psicológicos o por la estimulación que produce el potrillo al buscar el pezón (Chavatte-Palmer, P., 2002a).

2) Hormonas del metabolismo:

Hormona del crecimiento: Se sinergiza con la prolactina. De todos modos, no es esencial para el desarrollo mamario y la lactación en el humano (Frantz and Wilson, 1985)

Corticosteroides adrenales: Se sospecha que ejercen un rol regulatorio en la glándula mamaria. Hay receptores presentes en el tejido glandular durante la lactación (Chavatte-Palmer, P., 2002a).

Insulina: Presenta actividad como agente mitogénico permitiendo el desarrollo mamario (Frantz y Wilson, 1985).

Al inicio de la preñez el crecimiento de la glándula mamaria (mamogénesis) es estimulado por la hormona del crecimiento y la prolactina, esteroides adreno-corticales, estradiol, progesterona, gastrina y secretina (Glauber, 2007).

La maduración mamaria durante la gestación se continúa con la lactogénesis o producción inicial de la leche, que ocurre durante los últimos días previos al parto e inmediatamente después del mismo (Pérez y Pérez, 1970).

La galactopoyesis se define como la capacidad de la glándula mamaria para mantener la producción de leche, su gobierno es de naturaleza neuroendócrina y al mismo tiempo depende de factores tales como el estado de salud, la nutrición y el ordeño.

La preparación de la glándula mamaria para la lactancia ocurre hacia el final de la gestación y es controlada por cambios hormonales específicos. En la mayoría de las especies, altas concentraciones de progesterona y estrógenos durante la preñez inician el desarrollo lóbulo-alveolar mamario pero la progesterona inhibe la producción de leche. Con la disminución de las concentraciones de progesterona antes del parto, la inhibición de la producción de leche es suprimida, por lo que se cree que el desencadenante para el inicio de la lactancia es dicha disminución de los

progestágenos y el aumento de la prolactina al final de la gestación (Morresey, 2012).

En la yegua, los cambios endócrinos preparto parecen ser, al menos en parte, diferentes de los de otras especies. A diferencia del ganado vacuno y ovino, las concentraciones hormonales totales aumentan en los últimos 30 días de gestación, seguidos solo por un rápido descenso horas antes del nacimiento del potro (Haluska, Currie, 1988).

La prolactina parece desempeñar un papel importante para la lactogénesis, pero no para el mantenimiento de la lactancia en el equino. Esto se demostró en un estudio en el cual, al tratar yeguas en lactación con un agonista D2 de dopamina (bromocriptina), si bien disminuyó la concentración de prolactina plasmática, no varió la producción de leche ni el tamaño de la ubre.

Los niveles de prolactina aumentan repentinamente en los últimos días de gestación y hacen un pico en el momento del parto, manteniéndose elevados por tres meses postparto (Morresey, 2012). En promedio, los niveles máximos de prolactina se alcanzan 2 a 3 días postparto. (Neuschaefer, 1990; Neuschaefer y col., 1991), mientras que el pico de lactación está dado a los 30 a 60 días postparto (Morresey, 2012).

Los receptores de prolactina están presentes en el tejido mamario y aumentan en número durante la gestación y luego del parto (Morresey, 2012).

Dos semanas después del parto, las concentraciones plasmáticas de prolactina van disminuyendo, pero se ha documentado que, a las 10 semanas, que corresponden a la primera mitad de la lactancia, dichas concentraciones en las yeguas lactantes siguen siendo superiores que en las no lactantes (Deichsel, J. Aurich, 2005).

Esta elevación en las concentraciones de prolactina aparentemente es estimulada por la succión del potro (Worthy y col., 1987; Heidler y col., 2003).

La prolactina, además de ser esencial para el inicio de la lactancia, parece ser importante en la preparación de la yegua para el parto (Ireland y col., 1991).

2.3.2. Composición de la leche:

La leche de yegua está compuesta en su mayoría por agua, y en menor medida por grasa, proteínas, lactosa y minerales, siendo la fracción de sólidos la que la diferencia de la producida por otras especies como lo muestra el Cuadro 1.

Cuadro 1: Aspectos nutricionales de la leche (Potočnik y col., 2011).

	Leche de yegua	Leche de vaca
Grasa (g/100ml)	0,5 - 2,0	3,3 – 5,4
Proteína total (g/100ml)	1,5 - 2,8	3,1 - 3,9
Lactosa (g/100ml)	5,8 - 7,0	4,4 – 4,9
Cenizas (g/100ml)	0,3 – 0,5	0,7 – 0,8
Valor energético (Kcal/100ml)	39 – 55	65 – 71

2.3.3. Eyección de la leche:

La eyección de la leche en la mayoría de las especies es estimulada por la oxitocina, que se libera en respuesta a la estimulación táctil de la ubre y de los pezones (Deichsel K., Aurich J., 2005).

El calostro es el término usado para definir la primera leche producida por una yegua en lactancia durante las últimas 2 o 4 semanas de gestación; éste es reemplazado progresivamente por leche propiamente dicha 12 horas después de la primera succión del potrillo, y al ser consumido completamente por su cría la yegua no vuelve a producirlo. Su consistencia es viscosa y es de color amarillento. (Videla, 2006).

Debido a la estructura de la placenta equina (epiteliocorial difusa, ya que toda la superficie del corion presenta microvellosidades para el intercambio de nutrientes) no existe un paso de anticuerpos entre la madre y el feto durante la gestación, y la inmunización del potro neonato tiene lugar a través de la transferencia pasiva por el calostro. Éste contiene un concentrado de inmunoglobulinas, componentes que asegurarán la defensa del potro durante sus primeros momentos de vida, siendo extremadamente importante el apropiado consumo del mismo para la supervivencia y el pronóstico del potro neonato. El calostro tiene una consistencia más espesa que la leche y puede estimarse su calidad midiendo directamente la concentración de inmunoglobulinas o mediante el empleo de otras técnicas indirectas, ya sea calculando la concentración de proteínas o solutos totales (refractómetro Brix) (Austin, 2013).

2.3.4. Aspectos nutricionales del calostro:

Su composición está dada por lípidos, carbohidratos (principalmente lactosa), factores de crecimiento, factores laxantes, factores promotores de la absorción intestinal de proteínas, y lo más importante, contiene altos niveles de anticuerpos, principalmente inmunoglobulina clase IgG (Hines, 2003; William, 2005).

La composición de sólidos varía con respecto a la leche, teniendo como principal variación un alto contenido de proteínas como lo muestra el Cuadro 2.

Cuadro 2: Aspectos nutricionales del calostro (Ullrey y col, 1966)

	Al parto	12 horas post parto
Grasa (g/100ml)	0,7±0,1	2,4±0,2
Proteína (g/100ml)	19,1±1,5	3,8±0,4
Lactosa (g/100ml)	4,6±0,7	4,8±0,5

Un potrillo normal comienza a ingerir calostro enseguida de haber nacido, apenas es capaz de mantenerse en pie y mamar (una hora de vida). La mayor absorción de inmunoglobulinas se da en las primeras seis horas de vida, siendo detectables los primeros anticuerpos en la sangre del potrillo a las 6 horas, y se completa aproximadamente a las 24 horas (Hines, 2003).

La calidad del calostro puede evaluarse cualitativamente por su aspecto macroscópico. Un líquido espeso, amarillento y viscoso suele ser de buena calidad, mientras que si está diluido, blanco o translúcido es probablemente inadecuado. Mientras que la evaluación cuantitativa puede llevarse a cabo mediante el uso de un refractómetro Brix® (Cuadro 3), un lactodensímetro o mediante métodos moleculares.

Un calostro cuya densidad específica asciende a 1060, tendrá más de 60 g/dl de IgG, lo cual se considera un nivel adecuado de protección si es consumido preferentemente durante las primeras dos horas de vida y como mínimo entre 1.5 y 2 litros (Leblanc y col.,1986).

Cuadro 3: Valores de referencia del refractómetro Brix® (García, P; Daba, M. 2011).

BRIX (%)	Concentración IgG (g/dl)	Calidad del calostro
<10-15	0-28	Mala
15-20	28-50	Mínima adecuada
20-30	50-80	Adecuada
>30	>80	Muy buena

Son limitados los informes recientes sobre producción de leche en las yeguas. Gibbs, P. y col. (1982) encontraron que la producción diaria promedio, estimada por el método “Weight-suckle-weight” a partir de ordeñes manuales en 14 yeguas cuarto de milla varió de 11,8 litros en lactancia temprana a 9,8 litros en lactancia tardía. Oftedal y col. (1983) calcularon la producción diaria promedio en aprox. 16 litros a los 11 días post-parto, 15 litros a los 25 y 17 litros a los 39 días.

Durante el pico de lactación (30 a 60 días postparto), la producción láctea diaria promedio es aproximadamente de 15 litros en yeguas PSC y de 12 a 13 en Cuarto de Milla (Chavatte P, 1997; Doreau M, Boulot S, 1989).

En contraste con la mayoría de las otras especies, el crecimiento folicular y la ovulación se reanudan temprano después del parto en yeguas lactantes (Ginther, 1992) y no se detienen por el amamantamiento o por la presencia de un potro. Menos del 10% de las yeguas no ovulan dentro de los 20 días posteriores al parto (Neuschaefer, 1990) y por lo tanto el anestro lactacional no existe como condición fisiológica en el caballo.

Las yeguas pueden satisfacer el aumento del gasto energético durante la lactancia principalmente al aumentar la ingesta de alimento, mientras que la movilización de las reservas corporales es limitada (Deischel y col., 2006).

Durante la segunda mitad de gestación, la liberación de LH en la yegua es inhibida por opioides endógenos (Aurich y col., 2000). Luego de parir, ésta inhibición se desactiva, aumentando los niveles de LH, así como de IGF – 1, considerándose esta la causa de la pronta reanudación de la ciclicidad.

A medida que disminuye la demanda de leche por parte del potro, la glándula mamaria va sufriendo una involución progresiva (Morresey, 2012).

Los requerimientos nutricionales exactos para el óptimo crecimiento de un potrillo sano todavía no han sido bien definidos. Se estiman 100 ml de leche por kg de peso vivo o 10% del peso vivo para un neonato. Este régimen brindaría alrededor de 2250 kcal por día para un animal de 45 kg (Koterba y Drummond, 1985).

2.4. Métodos de crianza de potrillos huérfanos:

2.4.1. Yeguas nodrizas:

Una yegua nodriza podría ser una yegua que recientemente ha perdido su potrillo, o una yegua que se preña todos los años con el objetivo de criar potrillos huérfanos de alto valor, siendo destetado el suyo propio tempranamente. Existen establecimientos comerciales que venden o alquilan nodrizas con el propósito de estar disponibles para adoptar potrillos huérfanos en caso de ser necesario. Más allá de lograr la introducción del potrillo a la yegua nodriza, la cual puede llegar a ser dificultosa, este método tiene la ventaja de no tener que hacerse cargo el personal de la alimentación, pudiendo el potrillo mamar a voluntad y crecer y desarrollarse como un potrillo normal. La yegua nodriza también brinda compañía y contribuye a la educación social del potrillo. Como desventajas se destacan la poca disponibilidad de nodrizas en el mercado, el costo de las mismas y el riesgo para la bioseguridad del haras que implica introducir un animal nuevo (Paradis M. R., 2012).

2.4.2. Sustitutos lácteos:

Una gran desventaja de la alimentación manual es la intervención humana en los primeros meses de vida del potrillo. Esto puede incrementar los problemas comportamentales en el futuro. Los sustitutos lácteos vienen en polvo, deben ser preparados con agua tibia y administrados varias veces al día con mamadera o balde, implicando costos adicionales de personal. La mayor diferencia observada en su composición con la leche de yegua es un aumento en los sólidos totales, pudiendo esto provocar diarreas osmóticas (Paradis M. R., 2012).

2.4.3. Leches de otras especies:

Como se observó en el Cuadro 1, la leche de vaca presenta valores superiores en grasas e inferiores en azúcares que la de yegua, por lo cual se recomienda la administración de leche descremada con el agregado de miel o dextrosa como fuente de azúcar. Este método tiene un costo significativamente menor al uso de sustitutos lácteos, pero es el que más se aleja de la composición de la leche de yegua normal (Paradis M. R., 2012).

2.4.4.1. Inducción hormonal de la lactancia:

La inducción de la lactancia sin la necesidad de una preñez previa podría ofrecer muchas ventajas prácticas y económicas.

Varios productos se han utilizado en los últimos años para aumentar la secreción endógena de prolactina en yeguas, ya sea para apurar el inicio de la actividad reproductiva en la primavera temprana o para contrarrestar los efectos de toxicosis por festuca en hembras a término. Los resultados de estos estudios indican que la lactancia puede ser inducida en yeguas que han parido en años anteriores, pero que la producción de calostro por esta vía es mínima o inexistente (Daels, 2002).

Una gran ventaja de la inducción de la lactancia es que se puede utilizar en yeguas de edad avanzada, excluidas del plantel reproductivo de los criaderos, evitando así su descarte, y a su vez no haciéndolas pasar por una gestación y un parto, que podrían resultar de alto riesgo para ellas (Rojas, 2015).

Como los agonistas de dopamina sintéticos o naturales pueden inhibir el inicio de la lactancia en la yegua a través de una marcada reducción en la liberación de prolactina, se puede esperar que los antagonistas de la dopamina estimulen la lactancia. De hecho, el Sulpiride (antagonista de dopamina D2) aumenta las concentraciones plasmáticas de prolactina en yeguas, pero la progesterona y los estrógenos parecen ser necesarios para inducir la secreción de leche (Aurich y col., 2000; Guillaume y col., 2003).

Existen diferentes protocolos en la actualidad; la mayoría utilizan progesterona, prostaglandinas, estrógenos y antagonistas D2 de dopamina (Domperidona y Sulpiride). Estos últimos son indispensables para la inducción de la lactancia, ya que aumentan la secreción de prolactina endógena a nivel de la hipófisis, al bloquear a los receptores de dopamina. Los protocolos suelen durar aproximadamente dos semanas, pero la producción de leche puede comenzar incluso al segundo día de tratamiento. La leche obtenida debería ser de calidad y cantidad normal (Rojas, 2015).

Experiencia de campo sugiere que, en yeguas cíclicas, la suplementación con progesterona y estrógeno puede no ser absolutamente necesaria, siendo éstas capaces de producir leche únicamente con la administración de antagonistas D2. En cambio, si la yegua está en anestro, la progesterona y el estrógeno se tornan indispensables. De todas formas, Daels y col. (2006), recomiendan realizar la inducción en estro o diestro y suplementar con progesterona y estrógeno siempre que sea posible.

Las yeguas tienen capacidad limitada de almacenamiento de leche y se deben ordeñar la mayor cantidad de veces diarias posibles (ideal: 4 a 7 veces/día, mínimo 2 o 3 veces al día (Vita, 2013).

Las ventajas de inducir la lactación en una yegua vacía son las mismas que las de las yeguas nodrizas, pero con el beneficio agregado de no producir otro potrillo huérfano. También suele ser mucho más fácil conseguir una yegua adecuada para inducir la lactancia que una nodriza a nivel local (Chavatte-Palmer, P., 2002a).

2.4.4.2. Distintos protocolos de inducción hormonal de la lactancia:

Protocolo 1: Este protocolo fue publicado en 2012 por Korosue y col., los fármacos utilizados y el orden cronológico de su administración se encuentran en el Cuadro 4.

Cuadro 4: Protocolo 1. (Korosue y col. 2012).

Día	Fármacos utilizados	
1-14	Altrenogest (72mg/día PO)	Benzoato de estradiol (7,1mg/día IM)
8	Benzoato de estradiol (50mg IM)	Prostaglandina (5mg IM)
8-22	Sulpiride (1mg/kg. BID IM)	
14	Introducir al potrillo huérfano	

Nota. PO: vía oral; IM: vía intramuscular; BID: dos veces por día

Protocolo 2: Publicado por Daels en 2006, se utilizaron los fármacos que se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5: Protocolo 2. (Daels, P., 2006).

Día	Fármacos utilizados	
1-7	Esponja vaginal con 500mg de Altrenogest y 50mg de Benzoato de estradiol	
8	Benzoato de estradiol (50mg IM)	Prostaglandina (5mg IM)
	Sulpiride (1mg/kg BID IM)	Oxitocina (5UI IM) y ordeñar 5 veces por día
8-14	Esponja vaginal con 500 mg de Altrenogest y 50mg de Benzoato de estradiol	

Nota. IM: vía intramuscular; BID: dos veces por día; UI: unidades internacionales

Protocolo 3: Este protocolo lo cita Rojas en 2014 y su fuente es una comunicación personal con Losinno. Los fármacos a utilizar se encuentran en el Cuadro 6.

Cuadro 6: Protocolo 3. (LosinnoL., comunicación personal a Rojas. 2014).

Día	Fármacos utilizados			
1	Prostaglandina F2 α (5mg)	Sulpiride (500mg BID por 10 días) ó Domperidona (2,2mg/kg SID por 10 días)	Progesterona P4LA (1500mg)	Cipionato de estradiol 4mg SID por 6 días) ó Benzoato de estradiol (10mg SID por 6 días)
7	Prostaglandina F2 α (5mg)		Oxitocina (5UI 2 minutos previo al ordeño), 4-5 ordeños al día, estimulación manual del cervix	
10	Suspender Sulpiride o Domperidona			

*Nota.*BID: dos veces por día; SID: una vez por día; UI: unidades internacionales

2.5. Frecuencia de alimentación:

La frecuencia normal de amamantamiento de un potrillo de una semana ronda en las 5 - 8 veces por hora. Es imposible imitar este patrón sin una madre sustituta. Naylor y Bell (1987) sugieren que los potrillos de 1 a 15 días de edad deberían ser alimentados cada 1 hora y media con 300 ml, 16 veces por día, y después de los 15 días de vida unas 5 veces por día con 3 litros.

Es importante intentar familiarizar a los potrillos huérfanos con alimentos como ración y fardo lo antes posible (Paradis M. R., 2012).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general:

Evaluar la respuesta en producción y calidad de leche de un tratamiento de inducción farmacológica de la lactación en una yegua no gestante.

3.2. Objetivos específicos:

- Realizar y documentar por primera vez en Uruguay, un tratamiento de inducción medicamentosa de la lactación en una yegua no gestante, midiendo producción y calidad de leche, y utilizando fármacos disponibles en plaza.
- Evaluar, mediante la medición de la composición proteica de la leche, si dichos valores son sugerentes o no de producción de calostro.
- Comparar los valores de calidad obtenidos del tratamiento, con valores de leche y calostro de yeguas con lactaciones fisiológicas.
- Comparar con otros métodos de alimentación para potrillos huérfanos.
- Investigar este recurso como una herramienta de reciclaje reproductivo de animales cuyo destino sería el descarte.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se dividió en dos etapas, la Etapa 1 corresponde al proceso de inducción de la lactación en una yegua no gestante; mientras que la Etapa 2, o control, se realizó un tiempo más tarde en otro haras.

4.1 Etapa 1: Se indujo la lactación en una yegua no gestante.

4.1.1. Animal (Foto 1):

- Especie: *Equus caballus*
- Sexo: Hembra
- Raza: Cruza
- Edad: 20 años
- Peso: 450kg
- Antecedentes: Multípara, actualmente descartada del plantel de reproductoras.
- Estado reproductivo: Diestro. Ovario izquierdo con folículo de 38 mm, ovario derecho con cuerpo lúteo, sin edema, tono uterino 3 y cérvix cerrado.



Foto 1: Yegua que recibió el tratamiento

4.1.2. Instalaciones:

- Haras del Campo Militar N°1 "Gral. Fausto Aguilar". Servicio de Veterinaria y Remonta del Ejército. Los Cerrillos, Canelones.

4.1.3. Drogas utilizadas:

- Análogo de prostaglandina F2 α : Cloprostenol dextrógiro 75 μ g/ml (Dalmaprost-D[®] - Fatro S.R.L., Uruguay).
- Sulpiride (Prometar[®] 200mg–Gramón Bagó de Uruguay S.A., Uruguay).
- Progesterona LA (P4 LA[®] 300mg/ml –BetPharm©, EEUU).
- Benzoato de estradiol (Estradiol[®] 5mg/ml – Dispert S.A., Uruguay).
- Oxitocina (Hipofamina[®] 10UI/ml – Dispert S.A., Uruguay).

4.1.4. Protocolo utilizado:

Cuadro 7: Protocolo utilizado (Losinno L. comunicación personal a C. Rojas 2014).

Día	Tratamiento
0	Exploración por tacto rectal y ecografía para evaluar estado reproductivo
1	PGF2 α 0,5ml (37,5 μ g) IM SID, Sulpiride 500mg PO BID, P4LA 5ml (1500mg) IM SID, Benzoato de Estradiol 2ml (10mg) IM SID
2	Sulpiride 500mg PO BID, Benzoato de Estradiol 2ml (10mg) IM SID
3	Sulpiride 500mg PO BID, Benzoato de Estradiol 2ml (10mg) IM SID
4	Sulpiride 500mg PO BID, Benzoato de Estradiol 2ml (10mg) IM SID
5	Sulpiride 500mg PO BID, Benzoato de Estradiol 2ml (10mg) IM SID
6	Sulpiride 500mg PO BID, Benzoato de Estradiol 2ml (10mg) IM SID
7	Sulpiride 500mg PO BID, PGF2 α 0,5ml (37,5 μ g) IM SID, comienzo del ordeño. Oxitocina 5UI IM 2' pre ordeño (si es necesario)
8	Sulpiride 500mg PO BID, Oxitocina 5UI IM 2 min pre ordeño (si es necesario)
9	Sulpiride 500mg PO BID, Oxitocina 5UI IM 2 min pre ordeño (si es necesario)
10	Sulpiride 500mg PO BID, Oxitocina 5UI IM 2 min pre ordeño (si es necesario)

Nota. SID: una vez por día; BID: dos veces por día; PO: vía oral; IM: vía intramuscular; min: minutos.

4.1.5. Ordeño:

- Día 4-6: Se observó un aumento de tamaño de la glándula mamaria (Foto 2).



Foto 2: Ultrasonido

- Día 7: Comienzo del ordeño. Para facilitar la bajada de la leche se administró oxitocina 5UI IM 2 minutos antes del ordeño.
- La extracción de la leche de la glándula se realizó a mano (Fotos 3 y 4) con una frecuencia de 2-4 veces/día, hasta el día 8 de finalizado el tratamiento farmacológico. Luego se pasó a ordeñar 1 vez diaria, con el objetivo de ir secando la ubre progresivamente, hasta el día 13 post- suspensión del tratamiento, en el que dejó de producir leche.



Foto 4: Ordeño



Foto 3: Ordeño

- Se tomaron 19 muestras de leche en envases con agregado de conservantes (azida sódica) para evaluación de su composición (grasa, proteína, lactosa) (Foto 5). Las mismas fueron clasificadas según el día del protocolo que fueron obtenidas (Cuadro 8) y refrigeradas (5°C) hasta su remisión al laboratorio (COLAVECO, Colonia, Uruguay), para su análisis mediante espectrofotometría de infrarrojo (NIRS, Milko-Scan, Fross Electric, HillerØd, Denmark- COLAVECO).

Cuadro 8: Muestras enviadas al laboratorio.

Número de muestra	Día del protocolo
1, 2	7
3, 4	8
5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	9
12, 13, 14, 15	10
16, 17, 18, 19	11

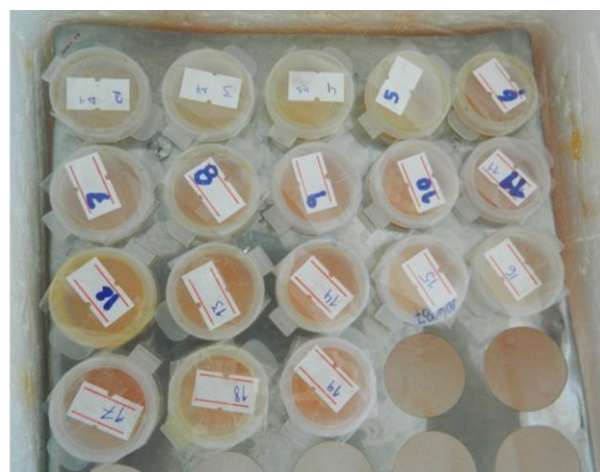


Foto 5: Muestras de leche con preservante previo a envío

4.2. Etapa2 (control): Se extrajeron muestras de leche de 5 yeguas que habían parido en distintas fechas y que tenían su potrillo al pie. Se evaluó su composición de la misma forma que con la leche de la yegua de la Etapa 1 (análisis en COLAVECO). También se mandaron analizar 6 muestras de calostro que estaba congelado del 2017. Dichas muestras fueron enviadas en envases con agregado de conservantes (azida sódica). Las mismas fueron refrigeradas (5°C) hasta su remisión al laboratorio (COLAVECO, Colonia, Uruguay), para su análisis mediante espectrofotometría de infrarrojo (NIRS, Milko-Scan, Fross Electric, Hillerød, Denmark- COLAVECO).

4.2.1. Instalaciones:

- Haras Don Alfredo – San José, Uruguay

4.2.2. Animales (Foto 6):

- Especie: *Equus caballus*
- Sexo: Hembra
- Raza: PSC

4.2.3. Alimentación:

- Pradera de avena y raigrás.

4.2.4. Muestras frescas:

- Muestra 1: 15 días post parto
- Muestra 2: 47 días post parto
- Muestra 3: 59 días post parto
- Muestra 4: 00 días post parto
- Muestra 5: 41 días post parto

4.2.5. Ordeño: Técnica manual, con potrillo presente.



Foto 6: Una de las yeguas control con su potrillo al pie

4.2.6. Muestras de calostro congelado de 2017:

Estas muestras se encontraban ya clasificadas en grados Brix (°Bx) mediante un refractómetro Brix® previo a su congelación.

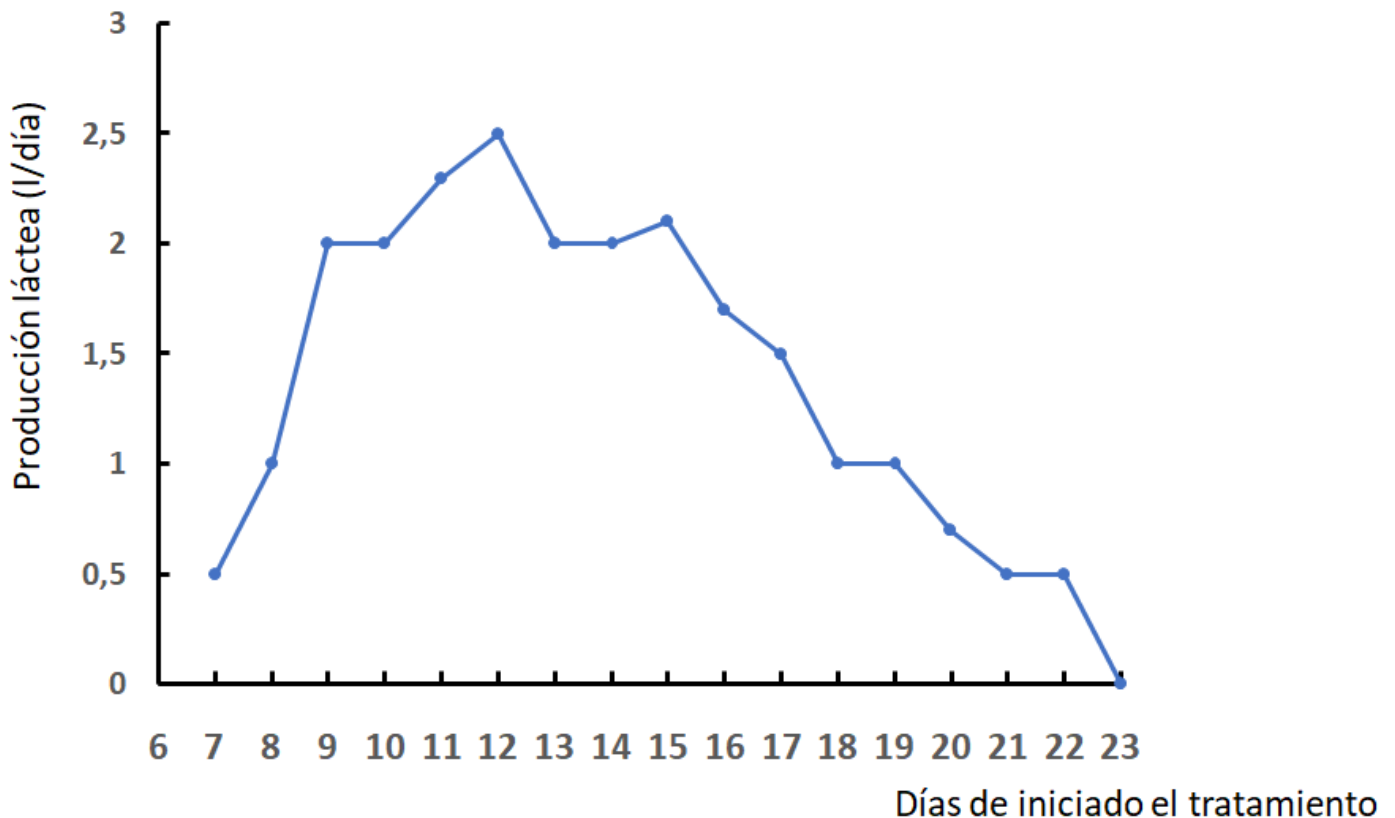
- Muestra 6 – 20°Bx
- Muestra 7 – 18°Bx
- Muestra 8 – 27°Bx
- Muestra 9 – 23°Bx
- Muestra 10 – 22°Bx
- Muestra 11 – 23°Bx

5. RESULTADOS

5.1. Etapa 1:

En la mañana del día 7 del protocolo se produjo la secreción láctea, siendo necesaria la administración de Oxitocina para facilitar la bajada de la leche solo en esta ocasión. En este primer ordeño se obtuvo un volumen de 0,5L, se ordeñó hasta que dejó de eyectar leche.

El volumen de leche fue incrementando hasta el día 12, para luego descender hasta el día 23 en el que cesó la producción (Gráfica 1).



(Día 1= inicio de tratamiento; Día 10= fin de tratamiento)

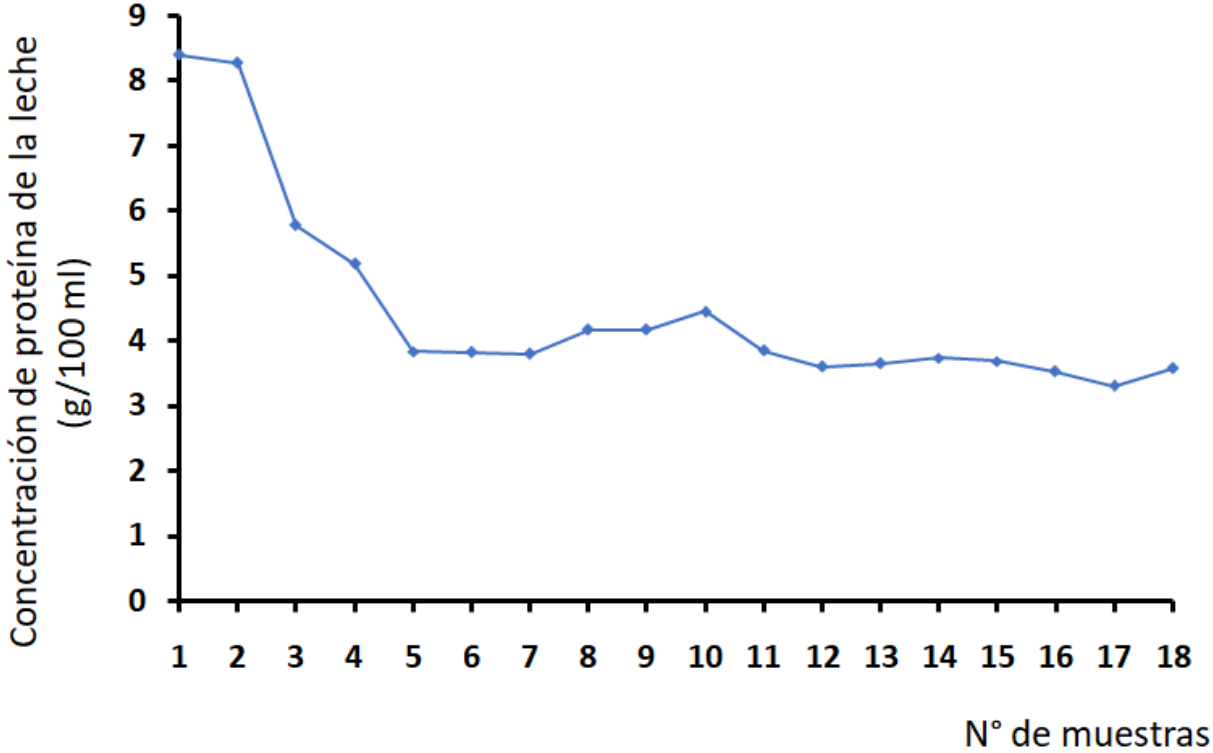
Gráfica 1: Producción de leche en la yegua tratada.

En cuanto a la composición de la leche analizada se obtuvieron los valores reflejados en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Composición de la leche de la yegua tratada

N°Muestra	Grasa	Proteína	Lactosa
	(g/100ml)		
1	0,45	8,39	3,63
2	0,55	8,27	3,67
3	0,55	5,77	4,95
4	1,47	5,18	5,04
5	0,57	3,84	5,46
6	0,55	3,82	5,45
7	0,53	3,80	5,47
8	0,46	4,17	5,38
9	0,46	4,17	5,39
10	0,33	4,45	4,98
11	0,43	3,85	5,31
12	0,61	3,60	5,36
13	0,54	3,65	5,24
14	0,92	3,74	4,46
15	2,30	3,69	4,24
16	0,99	3,52	4,43
17	0,95	3,30	4,83
18	1,51	3,58	4,14
Promedio	0,79	4,49	4,86
Desvío estandar	0,51	1,52	0,62

La concentración de proteína fue disminuyendo hasta el día 9, luego se mantuvo en una meseta hasta el día 11, en el que finalizó el muestreo (Gráfica 2).



(Muestras 1,2 = Día 7 del protocolo; Muestras 3,4 = Día 8 del protocolo; Muestras 5-11 = Día 9 del protocolo; Muestras 12-15 = Día 10 del protocolo; Muestras 16-19 = Día 11 del protocolo)

Gráfica 2: Evolución de la concentración proteica en la leche de la yegua tratada.

5.2. Etapa 2:

La composición de la leche de las yeguas muestreadas como control se representa en el Cuadro 10, mientras que la composición del calostro, tanto fresco como congelado, se puede apreciar en el Cuadro 11.

Cuadro 10. Composición de leches control (15 – 59 días post parto)

N° Muestra	Grasa	Proteína	Lactosa
	(g/100ml)		
1	2,36	3,15	6,63
2	1,12	2,37	7,14
3	1,51	2,42	7,04
5	3,60	4,47	6,53
Promedio	2,15	3,10	6,84
Desvío estándar	1,10	0,98	0,30

Cuadro 11. Composición de calostros control (fresco y congelados)

N° Muestra	Grasa	Proteína	Lactosa
	(g/100ml)		
Calostro fresco*			
4	0,75	22,5	3,52
Calostros congelados**			
6	2,58	9,55	5,21
7	2,61	9,88	5,27
8	0,38	19,68	3,14
9	1,24	15,16	4,34
10	0,83	15,38	4,16
11	0,83	15,41	4,16

*Calostro colectado en yegua recién parida

** Calostros colectados en el 2017, provenientes de yeguas sanas de distintas edades

6. DISCUSIÓN

El tratamiento de inducción de la lactación fue exitoso, comenzando la secreción láctea al día 7, tal como lo indicaba el protocolo seleccionado. Hasta ese día no se le administró oxitocina a la yegua ni se realizaron intentos de ordeño.

Con respecto al volumen de leche adquirido en los ordeños, los resultados que se obtuvieron son similares a los de Chavatte-Palmer, P. y col. (2002b).

No sería adecuado comparar los valores de volumen arrojados por la inducción de la lactación en una yegua no gestante con la producción láctea fisiológica ya que el potrillo representa un estímulo constante para la bajada de la leche, mamando ad libitum. Dicho estímulo no está representado únicamente por la succión del potrillo al mamar, sino que su mera presencia (contacto visual, táctil, auditivo y olfativo) incita a la producción de oxitocina por parte de la madre (Caroprese, M. y col. 2007).

Chavatte-Palmer, P. y col. (2002b) sostienen que es posible que en un período de tratamiento más largo se incremente la producción láctea por más tiempo.

En este caso coincidió la disminución de la producción láctea con el aumento del intervalo entre ordeños, ya que se realizó un secado progresivo intencionalmente.

Por otro lado encontramos diferencias en la composición de la leche obtenida en comparación con los valores fisiológicos. La concentración de grasa fue menor a la fisiológica según Potočnik y col., 2011, lo mismo sucedió con la de lactosa, mientras que la concentración de proteína de la yegua inducida fue considerablemente mayor.

Al analizar la composición de las muestras control hallamos algunos valores por encima de dichos rangos también. Según Doreau y Boulot (1989) dicha variación puede deberse a factores tales como la etapa de la lactancia, la raza, la condición corporal, la edad, la cantidad de lactancias anteriores, variaciones individuales y composición de la dieta.

Con respecto a la raza, de acuerdo a Kulisa (1977), quién comparó tres razas, el contenido graso de la leche puede variar de una raza a otra 3 g kg⁻¹, mientras que la proteína y la lactosa no varían tanto.

Las variaciones individuales de la composición láctea parecen estar relacionadas con características anatómicas, como la forma de la ubre y el tamaño de los pezones (Doreau M, Boulot S., 1989).

La nutrición durante la lactancia, así como la nutrición en la preñez tardía, afectan la producción y composición de la leche al influir en el metabolismo de la glándula mamaria, crecimiento fetal y el subsecuente apetito de la yegua.

Al estudiar la evolución de la composición proteica de la leche obtenida en la Etapa 1, observamos valores altos (hasta 8,4 g/100ml) de proteína al inicio de la lactancia (días 7 al 9). Como no medimos inmunoglobulinas no podemos atribuir el incremento de la concentración de proteínas a la presencia de calostro, y, además, por más que estos valores comienzan siendo altos y luego descienden hasta una meseta, al compararlos con los fisiológicos (Cuadros 2 y 4) y con los obtenidos en nuestras muestras control (Cuadro 8), hallamos que son notablemente más bajos.

Estudios como el realizado por Daels (2002) indican que la producción de calostro vía inducción de la lactancia es nula o inexistente.

En cuanto al costo del tratamiento completo, basados en precios de venta al público

en veterinarias y farmacias, nos encontramos con un total de \$U 3.500 (tres mil quinientos pesos uruguayos). Dicho precio es mucho menor al estimado para el alquiler de nodrizas, (U\$ 8.550 - ocho mil quinientos cincuenta pesos uruguayos - cada nodriza por temporada) (Cazales N., comunicación personal 2019); a la alimentación con sustitutos lácteos especializados para equinos, cuyo precio ronda los U\$ 1.000 (mil pesos uruguayos) a la venta en la página del fabricante (Centaur Horse Feed, 2019) , sin incluir costos de aduana; o al de la leche de vaca, con un costo diario estimado de U\$ 150 (ciento cincuenta pesos uruguayos), debiendo añadir el costo de la fuente de azúcares.

Por otra parte, comparando con el método de nodrizas tradicional, contamos con un menor consumo de alimento por la yegua a tratar en relación a una yegua en gestación. Además, se evitan los riesgos implicados en la monta y posterior preñez, mientras que el destino habitual para los potrillos hijos de nodrizas es el destete precoz y ser regalados entre el personal del establecimiento; por lo que una inducción farmacológica de la lactación es una alternativa más adecuada al tener en cuenta el bienestar animal (Estradé M, comunicación personal 2019; Stemper T, 2016).

De los protocolos mencionados previamente optamos por el Protocolo 3 principalmente por la disponibilidad de fármacos en plaza. Además, cuenta con una frecuencia de administración de los fármacos fácil de llevar a cabo y una duración total de tratamiento de 10 días.

Con respecto a los fármacos utilizados en el tratamiento se encuentra la limitante de que Sulpiride es una droga de venta únicamente bajo receta médica (no veterinaria), lo cual puede representar un impedimento. Como sustituto al Sulpiride se puede utilizar Domperidona. El problema con esta droga en nuestro país es que no se encuentra en presentaciones para grandes animales por lo que sería mucho más costoso y engorroso. Las presentaciones de Domperidona para grandes animales presentes en nuestro país son producto de importación puntual (Cazales N, comunicación personal 2019).

Con los resultados de este trabajo recomendamos la utilización de la inducción de la lactancia como método de alimentación de potrillos huérfanos, siendo una alternativa menos costosa que los métodos más utilizados en nuestra producción y con grandes ventajas en cuanto a bienestar animal y al comportamiento del potrillo.

7. CONCLUSIONES

Presentamos un método de cría alternativo para potrillos huérfanos con un resultado satisfactorio en nuestras condiciones y con fármacos disponibles en plaza. La composición de la leche obtenida arrojó valores levemente distintos a los de la leche normal, sugiriendo esto que la inducción de la lactación proviene de mecanismos similares a los fisiológicos, pero sin poder asegurar la presencia de calostro. El volumen fue el esperado teniendo en cuenta la ausencia de estímulos por parte del potrillo.

Si bien al tratarse de un caso único no podemos asegurar su repetitividad en la población, esta información abre nuevas puertas de investigación sobre la inducción de la lactación para la crianza de potrillos huérfanos y su comparativa a campo con los otros métodos disponibles. Sería interesante añadir variables, como por ejemplo la presencia de un potrillo huérfano, pudiendo cuantificar su tasa de crecimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aurich, C., Parvizi, N., Brunklaus, D., Hoppen, H.-O., Aurich, J.E., 2000. Opioidergic and dopaminergic effects on LH and prolactin release in pony mares at different times of the year. *Journal of Reproduction and Fertility* 56:195-203.
2. Austin, S.M. (2013). Assesment of the equine neonate in ambulatory practice. *EquineVeterinaryEducation* 25:585-589.
3. Caroprese, M., Albenzio, M., Marino, R. O. S. A. R. I. A., Muscio, A., Zezza, T., & Sevi, A. (2007). Behavior, milk yield, and milk composition of machine-and hand-milked Murgesse mares. *Journal of Dairy Science*, 90(6), 2773-2777.
4. Castro ER, Gil AD, Arbiza J. (2016). Estudio de seroprevalencia y de factores que afectan el nivel anticuerpos seroneutralizantes contra EHV-1 en equinos que participan en actividades hípico-deportivas en el Uruguay. *Veterinaria (Montevideo)* 52 (203): 4-9.
5. Centaur Horse Feed. (2019). Kušić promet d.o.o. Sveti Ivan Zelina, Croacia. Disponible en: <https://www.centaur.hr/en/how-does-centaur-concept-of-nutrition-work/34-centaur-en/centaur-horse-feed/centaur-supplementary-feed-for-horses/113-centaur-equilact-milk-substitute-for-foals> Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2019.
6. Chavatte-Palmer, P. (2002a). Lactation in the mare. *Equine Veterinary Education*, 14(S5), 88-93.
7. Chavatte-Palmer, P., Arnaud, G., Duvaux-Ponter, C., Brosse, L., Bougel, S., Daels, P., & Palmer, E. (2002b). Quantitative and qualitative assessment of milk production after pharmaceutical induction of lactation in the mare. *Journal of veterinary internal medicine*, 16(4), 472-477.
8. Daels, P. F., Duchamp, G., Massoni, S., & Chavatte, P. (2002). Induction of lactation in non-foaling mares and growth of foals raised by mares with induced lactation. *Theriogenology*, 58(2-4), 859-861.
9. Daels, P. F., Duchamp, G., Porter, D. (2002). Induction of lactation and adoption of foals by non-parturient mares. *Proceedings of the Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners* 48: 68-71.

10. Daels, P. F. (2006). Induction of lactation and adoption of the orphan foal. Proceedings of the 8^o Annual Resort Symposium of the American Association of Equine Practitioners Roma, Italia. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/238088846_Induction_of_Lactation_and_Adoption_of_the_Orphan_Foal/link/547703bf0cf245eb43729a71/download
Fecha de consulta: 26 de setiembre de 2019.
11. Daels, P.F. (2009) Induction of lactation and adoption of an orphan foal. Proceedings of 8th AAEP Annual Resort Symposium. Belgian Equine Practitioners Society, 26: 28-33.
12. Deichsel, K.; Aurich, J. (2005). Lactation and lactational effects on metabolism and reproduction in the horse mare. *Livestock Production Science*, 98: 25-30.
13. Deichsel, K., Aurich, J., Parvizi, N., Bruckmaier, R. M., Aurich, C. (2006). LH and IGF-1 release during oestrus and early luteal phase in lactating and non-lactating horse mares. *Animal Reproduction Science*, 91(1-2): 97-106.
14. Doreau M, Boulot S. (1989) Recent knowledge on mare milk production: a review. *LivestockProdSci*; 22:213–235.
15. Ferrari A. (2012). Caracterización y potencialidades del sector ecuestre en Uruguay. Informe final. Montevideo, Uruguay XXI, 150 pp.
16. Frantz, A. G., & Wilson, J. D. (1985). Disorders of breasts in men. *Williams textbook of endocrinology*, pp 402-421.
17. Ghezzi, M., Castro, A., Domínguez, M., Islas, S., Illia, M. (2011). Anatomía regional y veterinaria de los animales domésticos - glándula mamaria. Departamento de Ciencias Biológicas, Área Anatomía II, Facultad de Ciencias Biológicas - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
18. Gibbs, P. G., Potter, G. D., Blake, R. W., & McMullan, W. C. (1982). Milk production of quarter horse mares during 150 days of lactation. *Journal of animal science*, 54(3), 496-499.
19. Gil A, Nari A, Hirigoyen D. (2009). Cadena Equina. Propuesta de líneas de investigación y acciones para el PLANISA. Montevideo, IICA, pp.160-172.
20. Ginther, O. J. (1992). *Reproductive Biology of the Mare*. Cross Plains (WI), Equiservices, 642 p.

21. Glauber, C. E. (2007). Fisiología de la lactación en la vaca lechera. *Veterinaria Argentina*, 234, 274.
22. Guillaume, D., Chavatte-Palmer, P., Combarous, Y., Duchamp, G., Martinat, N., Nagy, P., Daels, P. (2003). Induced Lactation with a Dopamine Antagonist in Mares: Different Responses between Ovariectomized and Intact Mares. *Reproduction in Domestic Animals*, 38(5):394–400.
23. Haluska, G. J., and W. B. Currie. "Variation in plasma concentrations of oestradiol-17 β and their relationship to those of progesterone, 13, 14-dihydro-15-keto-prostaglandin F-2 α and oxytocin across pregnancy and at parturition in pony mares." *Reproduction* 84.2 (1988): 635-646.
24. Heidler, B., Parvizi, N., Sauerwein, H., Bruckmaier, R.M., Heintges, U., Aurich, J.E., Aurich C., (2003). Effects of lactation on metabolic and reproductive hormones in Lipizzaner mares. *Domestic Animal Endocrinology*. 25: 47-59
25. Hill, R.;Wyse, G.; Anderson, M., (2006). *Fisiología Animal*. Buenos Aires, Argentina. Editorial Medica Panamericana, 916 p.
26. Hines MT. Immunodeficiencies of foals. En: Robinson NE (ed), *Current Therapy in Equine Medicine*, 5. Saunders, Philadelphia, 2003: 692-697.
27. Ireland, F. A., Loch, W. E., Worthy, K., & Anthony, R. V. "Effects of bromocriptine and perphenazine on prolactin and progesterone concentrations in pregnant pony mares during late gestation." *Reproduction* 92.1 (1991): 179-186.
28. Korosue, K., Murase, H., Sato, F., Ishimaru, M., Harada, T., Watanabe, G., ... & Nambo, Y. (2012). Successful induction of lactation in a barren Thoroughbred mare: growth of a foal raised on induced lactation and the corresponding maternal hormone profiles. *Journal of Veterinary Medical Science*, 1203280800-1203280800.
29. Koterba, A. M., & Drummond, W. H. (1985). Nutritional support of the foal during intensive care. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 1(1), 35-40.
30. Kulisa, M. (1977). Zawartosc niektórych wolnych aminokwasow oraz kwasow tuszczowych w mleku klaczy arabskich malopolskich i huculskich. *Roczniki Naukowe Zootechniki*, 4, 79–89.

31. LeBlanc, Michelle, McLaurin, B. I., Boswell, R. (1986). Relationship among serum immunoglobulin concentration in foals, colostral specific gravity and colostral immunoglobulin concentration. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 189: 57–60.
32. Morresey P R. (2012) Agalactia, dysgalactia, and Nutrition of postpartum mare. *AAEP Proceedings*. 581 (212):370-374.
33. Naylor, J. M., & Bell, R. J. (1987). Feeding the sick or orphaned foal. *Current Therapy in Equine Medicine*, 2nd. edn. WB Saunders, Philadelphia, 205-209.
34. Neuschaefer A, Bracher V, Allen WR. (1991) Prolactin secretion in lactating mares before and after treatment with bromocriptine. *Journal of Reproduction and Fertility*; 44 (Suppl): 551–559.
35. Neuschaefer, A., (1990). Prolactin Levels in Lactating Mares Before and After Treatment with Bromocriptine. Tesis. College of Veterinary Medicine, Hannover, pp.150 pp. ref.21 pp.
36. Oftedal, O. T., Hintz, H. F., & Schryver, H. F. (1983). Lactation in the horse: milk composition and intake by foals. *The Journal of nutrition*, 113(10), 2096-2106.
37. Paradis, M. R. (2012). Feeding the orphan foal. In *Proceedings of the 58th Annual Convention of the AAEP*, In: <http://www.avis.org/proceedings/aaep/2012/Paradis2.pdf>, acedido a (Vol. 20, p. 2014).
38. Pérez y Pérez, F., (1970), *Fisiopatología y clínica de la glándula mamaria*. Barcelona, Editorial científico – Médico, 376 p.
39. Potočnik, Klemen, y col. Mare's milk: composition and protein fraction in comparison with different milk species. *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka* 61.2 (2011): 107-113.
40. Rojas, C. (2015). Inducción de la lactancia en una yegua no gestante. *Actualización en Reproducción equina*. SOLARA. Buenos Aires, Argentina. 21 – 24.
41. Sepúlveda, E. (2013). Inducción hormonal consecutiva de la lactancia y funciones matemáticas para curvas de lactancias inducidas en vacas Holstein, Tesis de posgrado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 79 p.
42. Stemper, T. Dream Equine Therapy Center. (2016). Nurse Mare Foals. Disponible en: <http://www.dreamequinetherapycenter.org/nurse-mare-foals/> Fecha de consulta 21 de noviembre de 2019.

43. Ullrey, D. E., Struthers, R. D., Hendricks, D. G., & Brent, B. E. (1966). Composition of mare's milk. *Journal of animal science*, 25(1), 217-222.
44. Valdés, V., & Pérez, A. (2015). *Fisiología de la glandula mamaria y lactancia*. UNICEF Chile.
45. Videla, R. (2006). Niveles de inmunoglobulinas calostrales totales en yeguas con y sin secreción mamaria preparto y su relación con inmunoglobulinas séricas de sus respectivos potrillos. Tesis de Grado. Escuela de Ciencias Veterinarias, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, 46 p.
46. Vita, E. (2013). Inducción de la lactación en la yegua y adopción en el potro huérfano. 14º Congreso Internacional de Medicina y Cirugía Equina: SICAB'13, Sevilla, 6 y 7 de diciembre de 2013,p 147 – 152.
47. William H. MinerAgricultural Research Institute. (2005).The Stable Sheet. Disponible en: <http://www.whminer.com> Fecha de consulta: 14 de enero de 2006.
48. Worthy, K., Colquhoun, K., Escreet, R., Dunlop, M., Renton, J.P., Douglas, T.A., (1987). Plasma prolactin concentrations in non-pregnant mares at different times of the year and in relation to events in the cycle. *Journal of Reproduction and Fertility*. Supplement. 35: 269 – 276.