



Facultad de Veterinaria  
Universidad Zaragoza



# Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

Comparación del nivel de proteínas séricas en terneros de carne y leche.

Comparison of serum protein level of beef and dairy calves.

Autor/es

Carmen Pilar Villellas Paraled

Director/es

Óscar Escobedo Granados

Facultad de Veterinaria

2020

---

## Índice

---

1. Introducción.....	5
2. Revisión bibliográfica.....	6
2.1 Características del calostro.....	7
2.2 Factores que influyen en la adquisición de transferencia de inmunidad pasiva....	8
2.2.1 Masa de IgG ingerida: Calidad y cantidad de calostro.....	9
2.2.1.1 Calidad de calostro.....	9
-Raza.....	10
-Volumen de producción.....	10
-Edad de la madre y número de parto.....	11
-Estado sanitario.....	11
2.2.1.2 Cantidad de calostro ingerido.....	11
2.2.2 Factores que afectan a la absorción .....	12
2.2.2.1 Capacidad de absorción de los terneros.....	12
-Presencia de la madre.....	13
2.2.2.2 Momento de la primera toma.....	14
2.2.3 Manejo.....	15
2.2.3.1 Forma de administración.....	15
-Amamantamiento natural.....	15
-Administración artificial.....	15
2.2.3.2 Mezcla de calostros.....	16
2.2.3.3 Distocia.....	16
2.2.3.4 Higiene en el manejo del calostro.....	17
2.2.3.5 Estación del parto.....	17
2.2.3.6 Monitoreo de las proteínas séricas.....	17
2.3 Monitorización de la transferencia de inmunidad pasiva.....	18
2.4 Consecuencias de un fallo en las transferencia de inmunidad pasiva.....	20
3. Justificación y objetivos.....	21
4. Metodología.....	21
4.1 Toma de muestras y recolección de datos.....	22
4.2 Revisión bibliográfica.....	23
4.3 Análisis de datos y discusión.....	23
5. Resultados.....	24
5.1 Análisis descriptivo.....	24

5.2 Comparación de los grupos C y L.....	25
5.2.1 Comparación de las medias de PST entre los grupos (C y L).....	25
5.2.2 Comparación de la distribución de los niveles de PST entre los dos grupos (C y L).....	26
5.2.3 Distribución de categorías buena, excelente, regular y mala entre los dos grupos (C y L).....	27
6. Discusión de los resultados.....	28
6.1 Punto de corte del refractómetro.....	31
6.2 Posibles mejoras a tener en cuenta.....	33
7. Conclusiones.....	35
7.1 Conclusions.....	35
8. Valoración personal.....	36
Bibliografía.....	37

## Agradecimientos

*Agradecer la realización del trabajo a mi tutor, a los ganaderos, porque sin ellos no habría sido posible, y a Teresa Tejedor por su ayuda en la parte estadística del trabajo.*

## RESUMEN

### Comparación del nivel de proteínas séricas en terneros de carne y leche.

Los objetivos de este trabajo fueron: 1) conocer el nivel de proteínas séricas de los terneros para conocer su nivel de inmunidad, 2) comparar los niveles de proteínas séricas entre los terneros de carne y leche, 3) conocer y analizar cuáles son los factores que afectan al encalostramiento y 4) detectar posibles deficiencias de manejo en las granjas estudiadas. Para ello se extrajo sangre de la vena yugular de 58 terneros (n), 23 de carne y 35 de leche, de entre 1 y 7 días de vida. Se obtuvo el suero y se midieron las proteínas séricas totales mediante refractometría óptica manual. Las medias obtenidas fueron de 5,41 y 5,13 g/dL, para terneros de carne y leche, respectivamente. La comparación de la media, así como el porcentaje de animales con fracaso en la transferencia de inmunidad pasiva ( $< 5,5$  g/dL) y porcentaje de animales para las categorías establecidas (Excelente:  $> 6,0$  g/dL; Buena:  $\geq 5.5 - \leq 6.0$  g/dL; Regular:  $< 5.0 - < 5.5$  g/dL y Mala:  $\leq 5.0$  g/dL), dieron como resultado diferencias no significativas para ambos grupos, en todas las pruebas. Al mismo tiempo, se enumeraron distintos factores influyentes en la adquisición de inmunidad de los terneros, destacando como base de los diferentes modelos productivos, el sistema de administración (amamantamiento natural en terneros de carne, y administración artificial en terneros lecheros) y la raza.

**Palabras clave:** inmunidad pasiva, proteínas séricas totales, terneros de carne, terneros de leche.

## **ABSTRACT**

### **Comparison of serum protein level of beef and dairy calves**

The work objectives were: 1) to know the level of serum proteins in calves to know their immunity level, 2) to compare the levels of serum proteins between beef and dairy calves, 3) to know and analyze which are the factors that affect colostrum and 4) to detect possible deficiencies of management in the studied farms. For this, blood was extracted from the jugular vein of 58 calves (n), 23 beef and 35 dairy calves, between 1 and 7 days old. Serum was obtained and total serum proteins were measured by manual optical refractometry. The averages obtained were 5,41 and 5,13 g/dL, for beef and dairy calves, respectively. Comparison of the mean, as well as the percentage of animals with passive immunity transfer failure ( $< 5,5$  g/dL) and percentage of animals for the established categories (Excellent:  $> 6,0$  g/dL; Good:  $\geq 5,5 - \leq 6,0$  g/dL; Fair:  $< 5,0 - < 5,5$  g/dL and Poor:  $\leq 5,0$  g/dL), resulted in non-significant differences in both groups, in all tests. At the same time, different factors influencing the acquisition of calf immunity were listed, highlighting as the basis of the different production models, the administration system (natural suckling in beef calves, and artificial administration in dairy calves) and the breed.

**Keywords:** passive immunity, total serum proteins, beef calves, dairy calves.

## 1. Introducción

La especie bovina presenta una placenta sindesmocorial (Weaver et al., 2000 y Godden, Lombard y Woolums, 2019) que impide el paso, a través de ella, de proteínas de alto peso molecular, entre las que se encuentran las inmunoglobulinas (Igs/Ig) (Tello Calderón y Zedeño Centeno, 2015). La consecuencia de esto es el nacimiento de terneros agammaglobulinémicos (Quigley, 2004 y Espada Aguirre, Ramos Antón y Ferrer Mayayo, 2011), lo cual hace imprescindible la ingestión de calostro como fuente de anticuerpos, inmediatamente después del nacimiento, para que de esta manera, el animal pueda afrontar los primeros días de vida, hasta que su sistema inmune sea funcional.

A este hecho, se le denomina transferencia de inmunidad pasiva (TIP) (Elionzo Salazar y Rodríguez Zamora, 2013) y, cuando sucede de manera inadecuada, se le conoce como fallo en la transferencia de inmunidad pasiva (FTIP), lo que se ha visto tener repercusiones tanto en los primeros días de vida, como en el futuro productivo (Weaver et al., 2000; Beam et al., 2009; Furman-Fratczak, Rzasa y Stefaniak, 2011; Elsohaby et al., 2019; Godden, Lombard y Woolums, 2019) y por tanto, consecuencias económicas (Matamala Capponi, 2014). En Francia, se ha estimado que el coste marginal de FTIP se encuentra entre 60-120€ para terneros lecheros y 80-140€ para cárnicos (Raboisson et al., 2018).

A pesar de que, la importancia del calostro es bien conocida por los ganaderos, su manejo sigue siendo uno de los puntos más críticos (NANTA, 2018) y sigue habiendo altos porcentajes de morbilidad, mortalidad neonatal y de terneros que llegan a cebaderos con FTIP, aunque asociados principalmente al ganado lechero (Quigley, 2004 y Renaud et al., 2018). Es decir, en general, el ganado de carne presenta menores tasas de FTIP que el lechero (Earley et al., 2000 y Suh et al., 2003), aunque éste último ha sido más estudiado y en muchos trabajos, el vacuno de carne se encontraba en condiciones controladas de investigación, de manera que en campo, no siempre se cumple esta aseveración (McGee y Earley, 2019). Estas diferencias son esperables, por las distintas formas de manejo de cada tipo productivo, la raza y, en general, por la multitud de factores que afectan tanto al calostro, como a la absorción del mismo. Así pues, por un lado tenemos al bovino de carne, en cuyo sistema productivo las crías son mantenidas con las madres, tomando calostro y leche *ad libitum* hasta el destete varios meses después, y por otro lado, tenemos el bovino lechero, en el que los terneros son destetados inmediatamente después de nacer y, tanto el calostro como la lactación, son artificiales. Además, en el ganado de leche, a menudo, el manejo se centra solamente en las vacas, restando tiempo y dedicación a los terneros.

Un estudio realizado en España, sobre ganado lechero, obtuvo un 55% y 53% de muestras de calostro con un elevado nivel de contaminación bacteriana y mala calidad, respectivamente, además de que uno de cada tres terneros padecían FTIP, lo que explicaría el alto porcentaje de enfermedades que sufren los animales, en sus primeros días de vida, en algunas explotaciones (Carbonell, 2018).

Para medir la TIP existen diversos métodos. En este trabajo se ha usado la refractometría óptica manual para cuantificar las proteínas séricas totales (PST), que se correlacionan altamente con el nivel de anticuerpos en sangre (Weaver et al., 2000; Deelen et al., 2014; Renaud et al., 2018 y Wilm et al., 2018). Así, se pretende determinar y comparar los distintos niveles de PST alcanzados por los terneros de una granja de carne y otra de leche, conocer los factores que afectan al correcto enalostamiento y cuáles de ellos causan de manera más importante las diferencias entre sistemas productivos.

## 2. Revisión bibliográfica

Como consecuencia del tipo de placenta de la especie bovina, los terneros nacen agammaglobulinémicos (Quigley, 2004 y Espada Aguirre, Ramos Antón y Ferrer Mayayo, 2011), lo cual se considera cuando el nivel de proteínas totales es  $< 4,0$  gramos por decilitro (g/dL) (Volgels, Chuck y Morton, 2013). Así pues, hasta que su sistema inmune no comienza a ser funcional, alrededor de la segunda semana de vida (Wilm et al., 2018), dependen completamente de una fuente externa de inmunidad pasiva, como es el calostro. Un mal manejo de éste, conlleva un FTIP, definido como la disminución por debajo de 10,0 gramos por litro (g/L) en la concentración de inmunoglobulina G (IgG) en el suero a partir de las 24 y 48 horas (h) de vida (Bielmann et al., 2010; Furman-Fratczak, Rzasa y Stefaniak, 2011; Deelen et al., 2014 y Osaka, Matsui y Terada, 2014), que equivale a 5,2 g/dL de PST (Tyler et al., 1999; Weaver et al., 2000 y Todd et al., 2018). Esto, junto con la adaptación al mundo del ternero, convierte al primer mes en uno de los momentos más críticos, como demostraron Todd et al. (2018) que obtuvieron que dos de cada tres procesos de enfermedad, ocurrieron en el primer mes de vida.

Para evitar un FTIP, el calostro ingerido debe ser de buena calidad, en cantidad suficiente y en el tiempo adecuado, dado que su absorción, realizada en el intestino mediante pinocitosis, va disminuyendo con el tiempo hasta ser nula a las 24 horas (h) (Quigley, 2004 y Godden, Lombard y Woolums, 2019).

## 2.1. Características del calostro

El calostro se trata de la primera secreción de la glándula mamaria tras el parto (Bielmann et al., 2010 y McGrath et al., 2016). Sus funciones primordiales son transferir anticuerpos al neonato, aportar nutrientes y energía y actuar como laxante (Tello Calderón y Zedeño Centeno, 2015). Su composición es muy variable ya que depende de numerosos factores. Elsohaby et al. (2017) afirman que la variabilidad de las prácticas ambientales, de manejo y nutricionales afectan a la calidad del calostro, por lo que cabe esperar diferencias entre el calostro de vacas de carne y de leche. Por lo general, se habla de que las vacas de carne poseen mejor calidad de calostro que las de leche (Gut et al., 1994 y Matamala Capponi, 2014), entiendo como pobre calidad, una concentración de IgG < 50 g/L (Elsohaby et al., 2017). Sin embargo, las vacas de leche tienen mucho más rendimiento que las de carne, es decir producen mayor cantidad. Por tanto, mientras que el factor limitante para conseguir una adecuada TIP, para las vacas de leche, con respecto a la masa de inmunoglobulinas (volumen x concentración de Ig), es la concentración de Ig, para las de carne es la cantidad (McGee y Earley, 2019).

Sus componentes más conocidos son las proteínas, concretamente las inmunoglobulinas, las cuales constituyen entre el 70 y 80% de la proteína total del calostro. Dentro de éstas, la IgG1 comprende más del 75% de los Igs, seguido de IgM, IgA e IgG2 (McGrath et al., 2016). Sin embargo, los beneficios del calostro no solo se deben a ellas, sino que contienen una gran cantidad de nutrientes y compuestos bioactivos que estimulan el crecimiento y desarrollo postnatal (Godden, Lombard y Woolums, 2019). Así pues, obviando las diferencias en las proporciones de las sustancias, el calostro también contiene carbohidratos (lactosa y oligosacáridos), nucleótidos, nucleósidos (McGrath et al., 2016) y ARNm (Godden, Lombard y Woolums, 2019), amino ácidos esenciales y no esenciales (Espada Aguirre, Ramos Antón y Ferrer Mayayo, 2011), ácidos grasos, vitaminas y minerales, compuestos biológicos activos como citoquinas, hormonas (insulina), enzimas e inhibidores enzimáticos como el inhibidor de la tripsina, factores de crecimiento, (Espada Aguirre, Ramos Antón y Ferrer Mayayo, 2011; McGrath et al., 2016; Godden, Lombard y Woolums, 2019) leucocitos, factores antimicrobianos no específicos como la lactoferrina, lactoperoxidasa y lisoenzimas (Godden, Lombard y Woolums, 2019) y probióticos (Carbonell, 2018).

En general, el calostro contiene menos lactosa y más grasas, proteínas, vitaminas y minerales que la leche madura. Excepto en el caso de la lactosa, los niveles de estos compuestos

disminuyen rápidamente durante los primeros tres días de lactancia (McGrath et al., 2016) (Tabla 1.).

Componente	Número de ordeños					11
	1	2	3	4	5	
	Calostro	Leche de transición			Leche entera	
Sólidos totales %	23.9	17.9	14.1	13.9	13.6	12.5
Grasa %	7.7	5.4	3.9	3.7	3.5	3.2
Proteína %	14.0	8.4	5.1	4.2	4.1	3.2
Anticuerpos %	6.0	4.2	2.4	0.2	0.1	0.09
Lactosa %	2.7	3.9	4.4	4.6	4.7	4.9
Minerales %	1.11	0.95	0.87	0.82	0.81	0.74
Vit A. Ug/dL	295.0	-	113.0	-	74.0	34.0

Tabla 1. Tabla ejemplo de la variación de la composición del calostro a la leche entera (Fernández Vázquez, 2018, pp-29).

El hecho de que las proteínas del calostro no se digieran las primeras 24 horas es debido a la velocidad de tránsito, a la presencia del factor inhibidor de la tripsina en el calostro, a que el abomaso no secreta ácido clorhídrico y a que la renina solo coagula a la caseína. (Espada Aguirre, Ramos Antón y Ferrer Mayayo, 2011 y López Rivero, 2016).

## 2.2 Factores que influyen en la transferencia de inmunidad pasiva (TIP)

La adquisición adecuada de inmunidad pasiva (> 10,0 g/L de IgG) (Beam et al., 2009; Biemann et al., 2010 y Deelen et al., 2014) depende de muchos aspectos (Figura 1), sobre algunos de los cuales se podrá actuar para mejorar esta TIP. De éstos, radican las diferencias entre el encalostamiento en terneros de carne y leche, así como entre sus distintas razas.

Hay tres factores fundamentales que son: la masa de IgG ingerida, que a su vez depende de la calidad y cantidad de calostro ingerido; el momento de la primera toma (Yepes Mejía y Prieto Quevedo, 2011; Elizondo Salazar y Rodríguez Zamora, 2013 y Matamala Capponi, 2014) y la capacidad de absorción de los terneros (Suh et al., 2003 y Osaka, Matsui y Terada, 2014). Además, Quigley (2002) añade el volumen plasmático o sérico del ternero y Beam et al. (2009) y Carbonell (2018), la contaminación bacteriana del calostro, de importancia en la administración artificial de éste.

A continuación van a ser explicados algunos de los factores que pueden influir en el nivel de adquisición de inmunidad pasiva, haciendo hincapié en las diferencias que se pueden encontrar para los dos tipos productivos. Estos factores van a ser divididos entre los que influyen en la masa ingerida, en la absorción y factores de manejo.

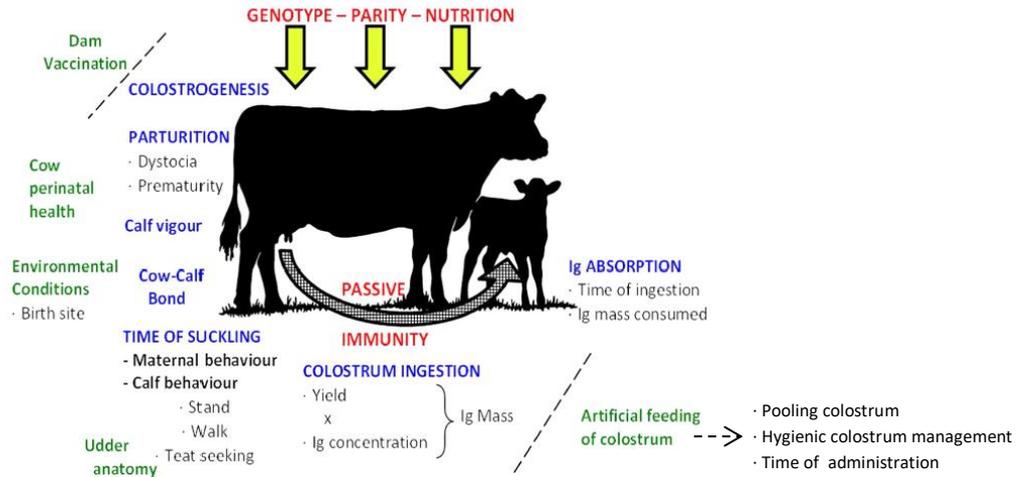


Figura 1. Factores que afectan a la inmunidad pasiva natural de los terneros de carne (McGee y Earley, 2019, pp-819) y leche.

## 2.2.1 Masa de IgG ingerida: Calidad y cantidad de calostro.

### 2.2.1.1. Calidad de calostro

Ya se ha dicho que un calostro de buena calidad es aquel que tiene > 50 g/L de IgG (Matamala Capponi, 2014 y McGrath et al., 2016), y que claramente, influirá en el nivel de anticuerpos que alcance el ternero en el suero y por tanto en la medición de las proteínas séricas (Tello Calderón y Zedeño Centeno, 2015). Furman-Fratczak, Rzaśa y Stefaniak (2011) determinaron que terneros que tenían FTIP coincidía con una mala calidad del calostro, de la misma manera que Tello Calderón y Zedeño Centeno (2015) obtuvieron como resultado una mayor concentración de proteínas séricas en aquellos terneros que consumieron calostro de calidad excelente, aunque en los de calidad superior y media no evidenciaron diferencias. Así mismo, concluyeron que con calostros de mayor densidad, la ganancia diaria de peso (GDP) y ganancia de peso total (GDT) hasta los 60 días era mayor. Por eso mismo, en algunas explotaciones de leche se evalúa el calostro, con el objetivo de administrar el de mayor calidad a las terneras frisonas destinadas a reposición, y en las explotaciones de nodrizas como prevención frente a enfermedades.

La calidad del calostro puede ser evaluada en campo mediante el refractómetro Brix (tanto óptico como digital) y el calostroméetro (Bielmann et al., 2010; Matamala Capponi, 2014 y Elsohaby et al., 2017). Si bien, en este trabajo no ha sido realizado por la dificultad de extraer calostro a las vacas Limousin y por la incapacidad de visitar las explotaciones un mayor número de veces.

La concentración de IgG que determina la calidad, está influida por muchos factores:

- **La raza/genotipo:** Uno de los más importantes a considerar en el estudio. En este sentido, se parte sabiendo que existe una gran variación entre los calostros de vacas cárnicas y lecheras (Earley et al., 2000). Gut et al. (1994) realizaron un estudio sobre las diferencias en la formación del calostro en vacas de carne y leche, para finalmente concluir que el ganado lechero, transporta una mayor masa de IgG a la glándula mamaria, pero su concentración se diluye debido a la alta actividad lactogénica. Así, se determinó que las vacas de carne, en general, producen calostro de mayor calidad, con hasta 2'5 veces más IgG/L, que las de leche. Debido a ello, en otros estudios, se vio que al momento del parto, la concentración de IgG1 en el calostro de las vacas de carne fue adecuado para proporcionar inmunidad pasiva al ternero, pero en las de leche fue menor que la requerida por las crías (Gut et al. 1994). Es por eso, y porque la cantidad de calostro consumida por un ternero es muy difícil de evaluar, por lo que el principal factor de riesgo identificable, asociado a una disminución de la concentración sérica de IgG en terneros de carne, es el consumo tardío de calostro (Homerosky et al., 2017). En contraposición, Murphy et al. (2005) no observaron un efecto de la raza (entre razas de carne e híbridas con leche) en la concentración de IgG del calostro, aunque sí en el suero del ternero. Este aspecto lo achacaron al mayor volumen de calostro producido por las razas híbridas, que suponía una mayor producción de masa de Ig y por tanto, mayor consumo de los terneros. Es decir, aunque las razas de carne poseen mayor calidad, las razas híbridas podrían presentar ventajas debido a esta mayor producción (Hickson et al., 2016). Pero la raza, no solo influye en la composición y rendimiento del calostro, sino también en el comportamiento materno (Earley et al. 2000), pudiendo favorecer o no, la ingesta de calostro.
- **Volumen de producción:** Tanto en vacas de leche como de carne, se ha visto un efecto negativo del volumen (McGee y Earley, 2019). Por ejemplo, en vacas lecheras, se ha observado que aquellas que producen menos de 8,5 kg de calostro en el ordeño, tienen una concentración de IgG1 significativamente mayor que las que producen más (Weaver et al., 2000 y Godden, Lombard y Woolums, 2019). Un menor volumen de calostro tiende a ser de mayor concentración, ofreciendo mayor calidad (Yepes Mejía y Prieto Quevedo, 2015) de manera que a medida que aumenta el volumen de calostro, disminuye la concentración de inmunoglobulinas (Gut et al., 1994 y Volgels, Chuck y Morton, 2013), aunque no es una relación constante (Quigley, 2002). Por lo que de nuevo, este hecho sería indicativo de una mejor calidad de calostro en vacas de carne. Si bien, hay que tener en cuenta el rendimiento para una suficiente producción de masa de inmunoglobulinas. Murphy et al. (2005) sugieren que el volumen de calostro

producido es más importante que la concentración de Ig para conseguir un adecuado estado inmune de los terneros.

- **Edad de la madre y número de parto:** En general, las vacas de primer parto tienen un calostro de menor calidad que las multíparas (Yepes Mejía y Prieto Quevedo, 2011), siendo más marcado para las razas lecheras que para las cárnicas (McGee y Earley, 2019), aunque no siempre se cumple (Filteau et al., 2003). Se ha visto que la concentración de IgG en la primera y segunda lactación son similares, mientras que en posteriores es mayor, con una notable diferencia en la tercera (McGrath et al., 2016) o cuarta lactación (Bielmann et al., 2010). En todo caso, aumenta con los partos, para estabilizarse posteriormente (Weaver et al., 2000). Como consecuencia, los terneros nacidos de vacas primíparas pueden estar en mayor peligro que los nacidos de multíparas (Furman-Fratczak, Rzasca y Stefaniak, 2011). Este suceso se debe principalmente a que las vacas mayores han estado expuesta a más patógenos y por tanto, han desarrollado inmunidad frente a más agentes, así como que las primíparas tienen menos desarrollado el mecanismo de transporte de las Igs a la glándula mamaria (Elizondo Salazar y Rodríguez Zamora, 2013). Pero, además, la edad, también afecta al rendimiento, siendo las multíparas las de mejor resultado, sobre todo en el caso de las cárnicas, ya que las primerizas lecheras no siempre tienen peor rendimiento (McGee y Earley, 2019).
- **Estado sanitario:** Con respecto a ello se tendrá en cuenta: la condición corporal (CC) y nutrición al final de gestación (McGee y Earley, 2019); la presencia de enfermedad; el estado de la ubre (Yepes Mejía y Prieto Quevedo, 2011), debido a que una pérdida de leche antes del parto puede reducir la concentración de Ig en el calostro (Quigley, 2002) y a que puede suponer una vía de infección para el ternero; la duración del periodo seco, de importancia en el ganado lechero (Matamala, 2014), (aunque afecta más al rendimiento que a la calidad (McGee y Earley, 2019)); así como las vacunaciones en esta etapa (Carbonell, 2018), ya que las vacunas que van a influir en la composición del calostro serán las que se apliquen entre las tercera y sexta semanas antes del parto (Matamala, 2014).

### 2.2.1.2 Cantidad de calostro ingerida

Junto con el momento de la primera toma y la calidad del calostro ingerido, constituye otro factor fundamental. A pesar de su importancia, hay distintas opiniones sobre cuál sería la cantidad óptima, aunque siempre habrá que adaptarla a las necesidades de cada animal (Quigley, 2002) y tener en cuenta la cantidad de anticuerpos que hay en el calostro, el peso del

ternero y las horas de vida con la primera toma (Fernández Vázquez, 2018). En general, para el ganado lechero se recomiendan que sea el 10% del peso del ternero (Anónimo, 2018), que equivaldría aproximadamente a 4 litros (L). En un estudio se vio que con una administración de 4L se obtuvo que un 85% de las muestras de calostro dieron una adecuada TIP, mientras que con 2L tan solo fueron el 36% (Weaver et al., 2000). La administración de 4 L en las primeras dos horas (Anónimo, 2018), podría suponer el uso de sonda esofágica, ya que hasta 3 L el ternero es capaz de consumirlo sin sonda. Por eso, algunos investigadores afirman que dando 3 L de calostro de buena calidad antes de las 6 horas tras el nacimiento, podría evitar un FTIP (Osaka, Matsui y Terada, 2014). Si bien, en estudios anteriores, obtuvieron que casi un tercio del calostro de vacas Holstein, no proporcionaba una inmunidad pasiva efectiva a los terneros que ingerían 3 L (Gut et al., 1994). Es por eso, que algunos autores recomiendan incrementar el volumen hasta 6L en 24 horas, y así aumentar el nivel de PST (Renaud et al., 2020). Otros, defienden la ingesta de 2 L después del nacimiento y 2 L en las 12 h siguientes (Fernández Vázquez, 2018) ya que en un estudio se atribuyó una mejor absorción de la primera toma a una segunda toma (Quigley, 2002 y Godden, Lombard y Woolums, 2019). Se deduce pues que lo óptimo serían > 2 L en la primera toma y dar una segunda toma de dos litros entre las 6 y 12h (Soberón, 2018).

Claramente, este aspecto es mucho más importante a discutir si hablamos de ganado lechero, debido a la administración artificial del calostro. Incluso en ocasiones, en granjas grandes, para optimizar el trabajo, sondan a los terneros sistemáticamente en la primera toma. En España se ha visto que un 14% de las explotaciones lecheras no alcanzan los 4L de consumo el primer día (NANTA, 2018). En el caso del vacuno de carne, la madre permanece con la cría, por lo que el volumen será ingerido de forma voluntaria y dependerá exclusivamente de su capacidad de succión (Furman-Fratczak, Rzasa y Stefaniak, 2011). Es por eso que, los datos sobre la cantidad que se puede consumir *ad libitum* al inicio de su alimentación son limitados, pudiendo ser a los 20 minutos de tan solo 1.5 L (Osaka, Matsui y Terada, 2014). En este aspecto, hay que considerar que los volúmenes exigidos a las vacas de leche, en ocasiones serían difíciles de lograr para las nodrizas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que tienen mayor concentración de Ig, por lo que se podría conseguir una masa de inmunoglobulinas equivalentes con menor volumen, de manera que con un 5% del peso en la primera hora se pueden alcanzar buenos niveles de inmunidad (McGee y Earley, 2019).

## **2.2.2. Factores que afectan a la absorción**

### **2.2.2.1 Capacidad de absorción de los terneros**

Es el factor más importante para determinar el momento de la primera toma, pues aunque se sabe que la capacidad de absorción inmediatamente después del nacimiento puede ser limitada (Osaka, Matsui y Terada, 2014), la eficiencia con que se absorben los anticuerpos va disminuyendo con el paso del tiempo, siendo mayor las primeras 4h tras el nacimiento y decreciendo rápidamente a partir de las 12h de edad, hasta ser ineficaz a las 24 horas (Weaver et al., 2000; Beam et al, 2009; Osaka, Matsui y Terada, 2014 y Tello Calderón y Zedeño Centeno, 2015), como se muestra en la Figura 2. Aquí, se ve como la capacidad de absorción es de entre el 20-35% las primeras horas y se reduce drásticamente hasta el 17% a las 13 horas de vida (Fernández Vázquez, 2018).

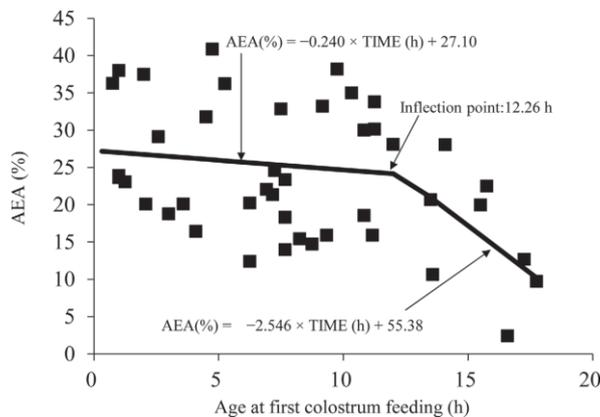


Figura 2. Relación entre la edad de la primera toma de calostro y la eficacia aparente de absorción (AEA) de IgG (Osaka, Matsui y Terada, 2014, pp-6610).

Una vez pasadas estas horas críticas, se puede seguir alimentando con calostro, incluso 2-4 días después como forma de combatir microorganismos infecciosos, debido a que aunque las Igs no se absorben, actúan a nivel local en el tracto digestivo (Yepes Mejía y Prieto Quevedo, 2011), pudiendo reducir la incidencia de diarreas durante las primeras semanas de vida (Quigley, 2002). Esto se debe, no solo al efecto local de las Igs, sino también al efecto de hormonas y oligosacáridos que estimulan el desarrollo (Godden, Lombard y Woolums, 2019) y la tasa de curación intestinal. En consecuencia, ayudan a reducir el uso de antibióticos, que tanto se busca hoy en día (Quigley, 2004 y Raboisson et al., 2018) y permite un incremento de la ganancia de peso, debido a que el sistema inmune se estimula menos y no gasta nutrientes destinados al crecimiento del animal (Quigley, 2004).

- **Presencia de la madre:** La presencia de la madre parece favorecer en la capacidad de absorción de las IgG por parte del ternero (Weaver et al., 2000 y Espada Aguirre, Ramos Antón y Ferrer Mayayo, 2011), aunque existe una ligera controversia al respecto. Este aspecto sería a considerar en el ganador lechero, donde se ha visto que los terneros que son retirados de la madre y alimentados artificialmente con un

volumen y calidad de calostro adecuado adquieren mayores concentraciones, por lo que la presencia de la madre no justifica lo suficiente el hecho de no destetar inmediatamente tras el parto (Weaver et al., 2000).

### **2.2.2.2 Momento de la primera toma**

Como se ha dicho, el momento de la primera toma viene marcado principalmente por la capacidad de absorción de los terneros. Sin embargo, no es el único elemento a tener en cuenta. Se ha visto que a partir de las 6 horas tras el parto, la madre ha reabsorbido hasta un 17% de las Ig (Carbonell, 2018) y a las 14 horas la concentración de IgG se reduce en 1/3 (Anónimo, 2018), de manera que la calidad del calostro es mayor en el primer ordeño tras el parto y se va reduciendo progresivamente (Matamala Capponi, 2014). Además, comienza la secreción de enzimas digestivas por parte de los terneros, que se produce de manera más marcada a las 12 horas, aproximadamente (Quigley, 2002).

Por todo esto, los terneros deberían consumir calostro, lo antes posible, a poder ser en las primeras 4 h tras el nacimiento (Furman-Fratczak, Rzasa y Stefaniak, 2011 y Homerosky et al., 2017), ya que además de lo citado anteriormente, se han demostrado ventajas clínicas respecto a los que lo hacían a las 6 horas (Homerosky et al., 2017). La ingesta, dentro de estas primeras 4h, es conseguida por la mayoría de los terneros que proceden de partos sin problemas (Earley et al., 2000).

Hay autores que afirman que el tiempo de la primera toma está influenciado por la raza, siendo más largo para las lecheras que para las cárnicas, en condiciones naturales. De la misma manera, la edad de las madres también influye, observando un mayor tiempo en primíparas (McGee y Earley, 2019). Sin embargo, por lo general, en el caso del vacuno de leche va a depender de cuando lo haga el ganadero, mientras que en el vacuno de carne, sí que dependerá del propio ternero y de la madre.

A pesar de la importancia de este factor, NANTA (2018) obtuvo que el 36% de las explotaciones lecheras relegaban el momento de la recolección del calostro al siguiente ordeño tras el parto, como ocurre en nuestra granja de leche, y un 17% superaba las 6 horas tras el nacimiento.

Además de estos aspectos fundamentales y otros incluidos dentro de ellos, hay factores ambientales y/o de manejo que también son importantes. Dentro de esta simple clasificación, se podría incluir la cantidad de calostro administrado, sobre todo en el ganado lechero, que se

hace de manera artificial. Sin embargo, se ha explicado anteriormente por la importancia que tiene en la masa de IgG ingerida.

### **2.2.3 Manejo**

#### **2.2.3.1 Forma de administración**

Es otro de los aspectos importantes a considerar en este estudio, dado las diferencias de manejos entre razas, al nacimiento, y el conocimiento de que el método de alimentación puede influir significativamente en las concentraciones séricas de Ig del recién nacido (Suh et al., 2003). Mientras que en el bovino de carne, las crías se alimentan de forma natural, en el ganado lechero lo hacen de forma artificial.

- **Amamantamiento natural** (Figura 3): Un FTIP, en este caso, vendría asociada a una ingesta insuficiente de calostro, a un ineficiente reflejo de succión (Beam et al., 2009 y Volgels, Chuck y Morton, 2013) o al tiempo transcurrido (Homerosky et al., 2017). En las razas lecheras, está demostrado que los terneros que toman el calostro de forma natural poseen mayor riesgo de FTIP (Suh et al., 2003; Beam et al., 2009 y Volgels, Chuck y Morton, 2013). Elionzo Salazar y Rodríguez Zamora (2013), obtuvieron que un 30% de las terneras de leche alimentadas por amamantamiento padecieron FTIP, frente al 17% que ingirieron calostro por biberón. En otro estudio se hallaron prevalencias de FTIP del 61%, 19% y 10% en terneros de leche alimentados directamente de la madre, mediante biberón y sonda esofágica, respectivamente (Weaver et al., 2000). Este hecho, podría venir asociado, además de a la menor calidad de calostro, a una menor capacidad maternal de las vacas de leche (Earley et al. 2000), cosa que también sería posible observar en razas híbridas de carne y leche (Hickson et al., 2016). Por el contrario, las razas cárnicas, donde este método es preferente, suelen conseguir una TIP relativamente efectiva (Suh et al., 2003). Sin embargo, en un estudio en el que se comparaba este sistema, con el biberón, en terneros de carne, se obtuvo un menor riesgo de FTIP para terneros alimentados con biberón (Filteau et al., 2003).

Otras causas que podrían aumentar la FTIP asociado a la toma de calostro natural son: madres con falta de experiencia (primíparas) (Waldner y Rosengren, 2009), partos distócicos o con estrés y problemas en la conformación y posicionamiento de la ubre y pezones (Hickson et al., 2016 y López Rivero, 2016).

- **Administración artificial** (Figura 4): Debido a las razones anteriores, y sobre todo al sistema de producción lechero, se hace necesario el uso de sistemas de alimentación

artificiales tales como el biberón, la sonda esofágica (Suh et al., 2003), el cubo o combinaciones entre ellos (Renaud et al., 2020). Hay autores que recomiendan evitar administrarlo con sonda esofágica debido a que el calostro no pasa al abomaso si no que se queda en el rumen durante un tiempo en el que el intestino va madurando, disminuyendo la capacidad de absorción (Quigley, 2002). Otros, sin embargo, consideran que no es una limitación significativa porque el paso al intestino delgado ocurre aproximadamente en tres horas (Godden, Lombard y Woolums, 2019).



Figura 3. Amamantamiento natural. Vaca y ternero de carne.



Figura 4. Lactancia artificial. Ternero de leche.

### 2.2.3.2 Mezcla de calostros

Se trata de una práctica bastante común, pero contraproducente, ya que puede aumentar la probabilidad de FTIP hasta 2.2 veces más, según Beam et al. (2009). El sentido de la agrupación de los calostros radica en la compensación de aquellos de menor volumen e inmunoglobulinas. Desafortunadamente, como ya se ha dicho, las vacas más productoras tienden a tener concentraciones más bajas de Igs (Weaver et al., 2000).

### 2.2.3.3 Distocia

Afecta a la vitalidad del ternero, y por tanto a su capacidad de succión (Beam et al., 2009). Por eso, sería importante a tener en cuenta, sobre todo, en el ganado de carne, en el que el animal depende de la madre. Furman-Fratczak, Rzasa y Stefaniak (2011) concluyeron que la causa principal de FTIP en terneros fue la poca vitalidad asociada a distocia y un bajo volumen de calostro ingerido. Esta falta de vitalidad, puede deberse a la **acidosis respiratoria** o metabólica (Weaver et al., 2000) que sufren los terneros durante partos complicados. En este caso, las crías tienen la capacidad para absorber una cantidad suficiente de Ig pero se ve mermada por la dificultad para levantarse y amamantar, no por la de absorber (Weaver et al., 2000 y Godden, Lombard y Woolums, 2019). Sin embargo, según Waldner y Rosengren, (2009) sí que puede verse afectada la capacidad de absorción. En contraposición, López Rivero (2016) no obtuvo diferencias significativas con diferentes tipos de partos para el nivel de PST.

#### **2.2.3.4 Higiene en el manejo del calostro.**

Es un aspecto muy importante a considerar en la administración artificial, dado que, la presencia de bacterias puede producir enfermedad y reducir la absorción. El manejo higiénico del calostro, la conservación adecuada en refrigeración o congelación, el descongelado al baño maría (Carbonell, 2018) y el hecho de evitar alimentar con calostros de vacas infectadas (Godden, Lombard y Woolums, 2019), son prácticas necesarias para que el calostro cumpla su función.

#### **2.2.3.5 Estación de parto**

La exposición a altas temperaturas durante el último periodo de la gestación, está asociado a una reducción de la calidad del calostro por una disminución en la concentración de IgG e IgA, proteínas totales, caseína, lactoalbúmina, grasa y lactosa (Luna Nesvara, 2015) debido a una reducción de la ingesta de materia seca y del flujo sanguíneo mamario (Godden, Lombard y Woolums, 2019). Así pues, se ha visto que la densidad de calostro era mayor para vacas paridas en otoño, seguida de invierno y primavera (McGrath et al., 2016). Además, cualquier temperatura fuera de la zona termoneutra del ternero, como el estrés por frío, puede implicar efectos directos sobre la absorción y transporte intestinal, así como el retraso de ponerse en pie y mamar (Quigley, 2002 y Filteau et al., 2003).

#### **2.2.3.6 Monitoreo de las Proteínas Séricas**

Esta práctica permite conocer el nivel de inmunidad, de forma indirecta, y concienciar a los ganaderos para mejorar el manejo del calostro. En un estudio se obtuvo hasta 13'8 veces más probabilidad de FTIP en aquellas granjas que no se monitoreaban las PST (Beam et al., 2009). A pesar de esto, pocas granjas incorporan esta actividad como rutina (Deelen et al., 2014). En España, se ha visto que tan solo un 4% de explotaciones lecheras evalúan la TIP (NANTA, 2018).

Además de todos estos, hay muchos más factores que se podrían considerar: el tamaño del rebaño, la región (Bean et al., 2009 y Todd et al., 2018) o la administración de suplementos y reemplazantes calostrales, destinados a aumentar la masa de IgG (Quigley, 2002).

Sin embargo, no hay que olvidar que un FTIP es solo un factor que influye en la supervivencia y aparición de enfermedad. Por ejemplo, Filteau et al. (2003) y más autores no encontraron asociación entre FTIP y enfermedad. Existen otras causas ambientales como la higiene de la explotación, la densidad, la presión de infección, la virulencia de los microorganismos y la especificidad de los anticuerpos, que generan una tasa de mortalidad basal propia de cada granja, de la cual, un porcentaje no podrá ser modificado por mucho que se mejore el nivel de

PST (Weaver et al., 2000) y por tanto, de inmunidad. Así pues, a esta tasa basal de mortalidad se le añadiría un riesgo exponencial, mayor, cuanto más baja sea la concentración de inmunoglobulinas (Volgels, Chuck y Morton, 2013) y PST.

### 2.3 Monitorización de la transferencia de inmunidad pasiva

La monitorización del FTIP permite conocer el nivel de inmunidad de los terneros e identificar deficiencias en el manejo para posteriormente mejorarlas, reduciendo los problemas de morbilidad, mortalidad y producción (Furman-Fratczak, Rzasa y Stefaniak, 2011).

Para ello, existen diversos métodos; directos e indirectos. La técnica más precisa, y por tanto de referencia, es la inmunodifusión radial (RID). Sin embargo, a la hora de trabajar en campo, se ve limitada, al tratarse de una técnica laboratorial y más cara (Bielmann et al., 2010; Deelen et al., 2014; Elsohaby et al., 2017 y Todd et al., 2018). Otros métodos directos son el ELISA (también muy usado en la actualidad (McGee y Earley, 2019)), la espectroscopia infrarroja, el inmunoensayo turbidimétrico automatizado (Elsohaby et al., 2019) y la aglutinación pasiva. Por otro lado, tenemos los métodos indirectos tales como la refractometría óptica o digital, pruebas de turbidez con sulfato de zinc o sulfato de sodio y pruebas de coagulación con glutaraldehído (Espada Aguirre, Ramos Antón y Ferrer Mayayo, 2011 y Elsohaby et al., 2019). En este trabajo se ha utilizado la refractometría óptica manual.

La refractometría mide las proteínas séricas totales (PST) en el suero y proporciona una aproximación de la concentración de inmunoglobulina (Ig) en él (Bielmann et al., 2010, Espada Aguirre, Ramos Antón y Ferrer Mayayo, 2011, Tello Calderón y Zedeño Centeno, 2015), debido a que las Igs constituyen una gran proporción de la proteína del suero de los terneros neonatales, y la concentración del resto de proteínas son relativamente constantes (Calloway et al., 2002 y López Rivero, 2016). Los terneros nacen con un nivel basal de proteínas séricas, que tras el consumo de calostro, aumenta como consecuencia del paso de las IgG al torrente sanguíneo (Volgels, Chuck y Morton, 2013 y Tello Calderón y Zedeño Centeno, 2015). Numerosos estudios han documentado la relación entre las PTS y las IgG y su asociación estadística, presentando una alta correlación (Deelen et al., 2014; Renaud et al., 2018 y Wilm et al., 2018).

El refractómetro (Figura 5) mide la cantidad de luz que es desviada de la trayectoria original (Quigley, 2001). Las proteínas hacen que se desvíe esta luz, de manera que a mayor cantidad de proteínas, mayor será la luz que se desvía (Tello Calderón y Zedeño Centeno, 2015).



Figura 5. Refractómetro óptico manual. Marca Fionavet®.

Se trata de un método ampliamente extendido, de fácil uso, con resultados rápidos, aplicable en campo (Deelen et al., 2014 y Wilm et al., 2018) y con una buena correlación con la prueba de oro (RID) (Wilm et al., 2018). Sin embargo, algunos autores hablan de la existencia de ciertas dudas acerca de su fiabilidad en situaciones de deshidratación (Elizondo Salazar y Rodríguez Zamora, 2013), en los que las PST aumentan su concentración artificialmente debido a la disminución del volumen sanguíneo (Tyler et al., 1999 y Volgels, Chuck y Morton, 2013). Lecturas altas, mayores a 7,2 g/dl, puede ser indicativo de deshidratación (Yepes Mejía y Prieto Quevedo, 2011). En contraposición, Renaud et al. (2018) observaron que la deshidratación clínica no influía en los niveles de PST. Es por eso, que hay autores que advierten de que puede no ser la mejor prueba para evaluar la TIP a terneros enfermos (Tyler et al., 1999).

El valor límite que indicaría un FTIP está muy discutido, incluso hay autores que hablan de una posición simplista a la hora de determinar que un animal está bien o mal encalostrado si supera un punto de corte (Godden, Lombard y Woolums, 2019), y es por ello que se establecen distintos niveles de riesgo, en función del nivel de inmunidad y se correlacionan con la probabilidad de morbilidad y mortalidad. Sin embargo, tampoco hay un consenso respecto a estas categorías.

De forma general, el punto de corte usado para definir un FTIP, en terneros de leche, oscila entre <5,0 y <5,5 g/dL, siendo el <5,2 g/dL el más usado (Todd et al., 2018), debido a que equivale a 10 g de IgG/L (Bielmann et al., 2010 y Deelen et al., 2014). En el caso del de carne, hay todavía menos consenso pero se habla de usar valores mayores (Luna Nesvara, 2015 y Todd et al., 2018). Si bien, actualmente, muchos trabajos afirman la necesidad de aumentar este punto de corte debido a la influencia encontrada sobre el estado de salud de los terneros.

Esta cuestión, será posteriormente ampliada y discutida en el punto 6.1. Aquí, simplemente recalcar que para la realización del trabajo, finalmente se optó por establecer unas categorías (Figura 6), según la bibliografía revisada y que posteriormente serán explicadas. Dentro de estas categorías, se considera que a partir de  $\geq 5,5$  g/dL de PST, los terneros tanto de leche como de carne, adquieren un correcto nivel de encalostramiento, es decir, no padecen FTIP.

Categorías	Niveles de PST (g/dL)	
Excelente	> 6,0	✓ Adecuada
Buena	$\geq 5,5 - \leq 6,0$	
Regular	< 5,0- < 5,5	✗ No adecuada
Mala	$\leq 5,0$	

Figura 6. Categorías para la clasificación de la TIP en terneros de carne y leche en función de sus niveles de PST.

## 2.4 Consecuencias de un fallo en la transferencia de inmunidad pasiva

En general, una inadecuada absorción de la inmunidad pasiva, se refleja en una baja concentración de Igs en el suero, con la consecuente disminución de las PST (Deelen et al., 2014). Esto, por sí solo y junto a un ambiente deficiente, conlleva a que el animal no pueda expresar su potencial genético, aumentando la morbilidad, mortalidad y por tanto, las pérdidas económicas, como consecuencia de la disminución del rendimiento e incremento de las muertes e intervención del veterinario (Quigley, 2004).

Hay que tener en cuenta que, las ganancias conseguidas en estas primeras etapas, pueden perderse más adelante si las condiciones ambientales no son adecuadas (Soberón, 2018).

El correcto encalostramiento no es solo importante para sobrevivir a los primeros días de vida sino que se ha demostrado una influencia en el rendimiento y enfermedades futuras (Espada Aguirre, Ramos Antón y Ferrer Mayayo, 2011, Furman-Fratczak, Rzasa y Stefaniak, 2011, Carbonell, 2018). Esto último, probablemente más relacionado con los compuestos biológicos activos del calostro que con el sistema inmune (Soberón, 2018). Así pues, con respecto al ganado lechero, se ha visto que un mal encalostramiento, conlleva una menor producción láctea en la primera y segunda lactación así como un aumento del desvieje en la primera lactación (Beam et al., 2009 y Elsohaby et al., 2019). Furman-Fratczak, Rzasa y Stefaniak (2011) demostraron que terneras con niveles séricos de  $\gamma$ -globulina  $>10$  g/L a las 30 a 60 h de vida, mostraron un mejor estado de salud y alcanzaron pesos corporales adecuados más pronto, permitiendo que la primera inseminación se realizara antes. Además, partiendo de la base de que la diarrea y la mortalidad perinatal, son las principales causas de muerte en terneros de hasta 14 días, también mostraron que la morbilidad e intensidad de la enfermedad, fueron más bajas en las terneras que superaban dichos niveles (Furman-Fratczak, Rzasa y Stefaniak, 2011), pudiendo aumentar la tasa de mortalidad con FTIP hasta dos veces más que con altas concentraciones de IgG (Osaka, Matsui y Terada, 2014). En estudios sobre la salud de terneros de carne, también se ha encontrado una mayor tasa de supervivencia al destete para animales bien encalostrados (Hickson et al., 2016). Se halló que los terneros con FPIT tenían un mayor riesgo de mortalidad y morbilidad neonatal y antes del destete, asociadas a septicemias, diarreas y problemas respiratorios (Weaver et al., 2000 y Suh et al., 2003), así como una menor producción durante el cebo y un mayor riesgo de mortalidad y morbilidad de Complejo Respiratorio Bovino (Weaver et al., 2000 y Carbonell, 2018), lo cual podría incluir a aquellos terneros lecheros que finalmente van a sistemas de cebo. Sin embargo, la relación de la ganancia media diaria (GMD) y ganancia diaria total (GDT) con las PST no está tan clara. Yepes

Mejía y Prieto Quevedo (2011) y Tello Calderón y Zedeño Centeno (2015), no encontraron correlación positiva entre ambas variables. Al igual, Luna Nesvara (2015), no obtuvo una correlación estadísticamente significativa entre la ganancia diaria de peso (GDP) y las PST, es decir, las PST no influían en la GDP al destete.

### 3. Justificación y Objetivos

Objetivos:

- Conocer el nivel de inmunidad pasiva a través de la medición de las proteínas séricas totales, que adquieren los terneros de dos granjas, una de carne y otra de leche.
- Comparar el nivel de PST e indirectamente el nivel de inmunidad, entre los terneros de leche y los de carne.
- Conocer y analizar los factores que afectan al encalostamiento de ambos sistemas productivos.
- Detectar posibles deficiencias en el manejo del calostro de las granjas y poder aportar posibles soluciones a los problemas detectados.

El distinto manejo que reciben los terneros en cada tipo de producción puede reflejarse en diferentes niveles de adquisición de inmunidad pasiva. Si bien, éste nivel de inmunidad debería ser similar dado que se trata de animales de la misma especie y por tanto con problemas patológicos semejantes. Además, por lo general, aunque en el ganado lechero, las terneras nacidas se destinan a la reposición de la propia granja, los machos acaban en sistema productivos de cebo igual que en el caso del ganado cárnico, por lo que el destino y manejo final de los animales no se difiere tanto para parte de ellos.

La comparación y el conocimiento del nivel de inmunidad de los terneros permitirá mostrar a los ganaderos la situación de su explotación y reflexionando sobre los factores que cada una de las granjas, hallar cuales serían las principales deficiencias para poderlas corregir.

### 4. Metodología

El estudio se llevó a cabo en dos explotaciones, una de leche, en Zaragoza y otra de carne, en Huesca.

La granja de leche desteta los animales inmediatamente tras el nacimiento, pero la administración de calostro se realiza en el momento de ordeño de la madre, habiendo dos ordeños al día, de manera que los que nacen inmediatamente después del ordeño, pueden

tardar hasta 12 horas en ingerir calostro. Los terneros consumen 2,5 L de calostro por toma (2 tomas/día) mediante cubo o tetina, y en ocasiones, se administra durante más días. No usan suplementos de calostro y el manejo por sexos no difiere. Las hembras son destinadas a la reposición de la propia granja, y los machos a producción de carne.

La granja de carne mantiene a los terneros nacidos con su madre hasta el momento del destete, aproximadamente a los 5 meses. En el momento del nacimiento se vigila que el ternero mame para asegurar el encalostamiento. A veces, a terneros más débiles, se les suministra suplementos de calostro, aunque en este caso ningún ternero ingirió. Los animales de esta granja son destinados a venta de genética, con excepción de animales con alguna deficiencia que se destinan a cebo.

#### 4.1 Toma de muestras y recolección de datos

Las muestras fueron obtenidas del 21 de noviembre de 2019 al 8 de mayo del 2020, entre los días 1 y 7 de nacimiento, mediante la punción de la vena yugular y la extracción de sangre en tubos Vacutainer® (Figuras 7). El número total de muestras fueron 58 (23 de terneros de carne y 35 de terneros de leche). Dichas muestras se identificaron con el número de la explotación asignado a cada ternero (o en el caso de que no estuviera identificado en el momento de la muestra, con el número de la madre) y se dejaron reposar a temperatura ambiente para que se produjera la retracción del coágulo y conseguir el suero para la medición de las PST (Figura 8).

Para cada ternero que se sacaba sangre, se registró el número de crotal o el número de la madre sino lo tenían, la raza, el sexo y el día de recogida.

La medición se realizó con un refractómetro óptico manual de marca Fionavet® (Figura 5), sobre el cual se colocaba una gota del suero. Previa a las mediciones de las muestras, era calibrado con agua destilada y posterior a la medición, limpiado.

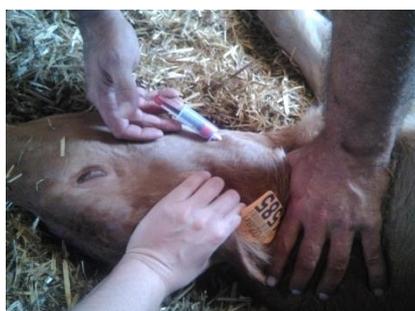


Figura 7. Extracción de sangre en la vena yugular mediante tubos Vacutainer.



Figura 8. Reposo de la muestra y retracción del coágulo.

## 4.2 Revisión bibliográfica

Se dispuso a realizar una recolección de información sobre distintos aspectos del calostro, manejo, factores que influyen en él para vacuno de carne y de leche, así como aspectos relacionados con la metodología usada. Cabría destacar que la información encontrada sobre el bovino de carne fue menor que para el de leche.

Para realizar dicha revisión se usaron páginas web científicas y bases de datos, muchas de ellas recomendadas por la Universidad de Zaragoza: Alcorze, Scienes Direct, JSTOR, Pubmed, onlinelibrary, Research Gate, Dialnet, Google Académico, repositorios académicos como Zamorano o Universidad de la Salle. Así como páginas web específicas del sector, como RumiNews y revistas en papel como Mundo Ganadero.

Algunas de las palabras clave usadas fueron: “serum protein level”, “dairy calves”, “beef calves”, “optical refractometer”, “colostrum”, “passive immunity” e iguales en castellano.

Además, como gestor bibliográfico, para ordenar toda la información obtenida y realizar una bibliografía y citas adecuadas, fue usado RefWorks ProQuest<sup>®</sup>.

## 4.3 Análisis de datos y discusión

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante el programa IBM SPSS Statistics 22.0, siguiendo el texto de Petrie y Watson (2013) para la aplicación e interpretación de los test estadísticos.

Los datos fueron ordenados en una única tabla y divididos en dos grupos, terneros de carne (C) y terneros de leche (L). Tras ello, se realizó una descripción estadística de la población y se compararon ambos grupos para los resultados de las variables ya establecidas: Adecuada/ No adecuada, cuando los terneros tenían  $\geq 5,5$  g/dL de PST y  $< 5,5$  g/dL, respectivamente, y TIP Excelente, Buena, Regular y Mala, como se indica en la Figura 6.

Para comparar las medias de PST se usó el test de t para muestras independientes; previamente, la prueba de Levene para comparación de varianzas, permitió comprobar que se cumplía esta condición (-varianzas iguales-) para la aplicación del test de t. Para la comparación de proporciones entre los diversos grupos considerados se utilizó la prueba de Chi Cuadrado de Pearson ( $\chi^2$ ). En todos los casos, valores de p inferiores a 0,05 se consideran como significativos.

Una vez obtenidos los resultados, se dispuso discutir las posibles razones de los mismos y compararlos con los resultados de otros trabajos. La metodología usada para la búsqueda de dichos trabajos fue la misma que para la revisión bibliográfica.

## 5. Resultados

### 5.1 Análisis descriptivo

El tamaño final de la muestra (n) fue de 58 animales, 23 de carne y 35 de leche.

En la Tabla 2, y las Figuras 9 y 10 correspondientes, se puede ver una descriptiva de los valores observados para la variable PST en los grupos C y L, respectivamente.

	Grupo	N	Media	Desv. Desviación	Error estándar de la media	Mediana	Máximo	Mínimo
PST (g/dL)	C	23	5,413	0,8433	0,1758	5,600	6,8	3,6
	L	35	5,134	0,6329	0,1070	5,100	6,3	3,7

Tabla 2. Características de los individuos analizados.

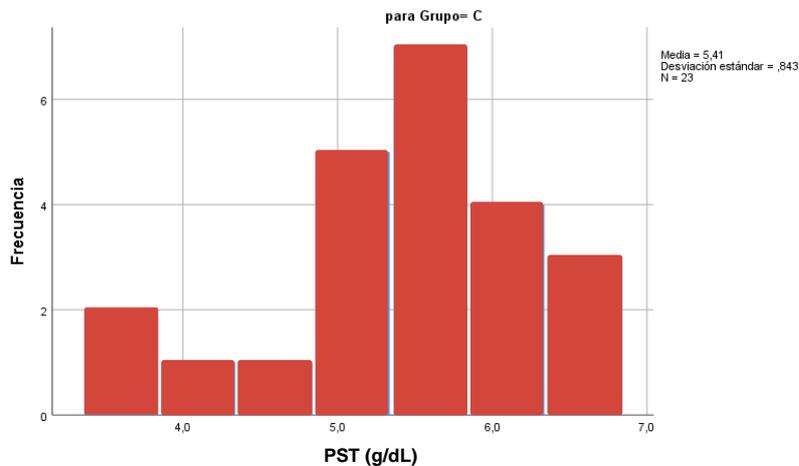


Figura 9. Histograma de los datos para el Grupo C. Indica la media, desviación estándar, tamaño de muestra y frecuencia de los resultados.

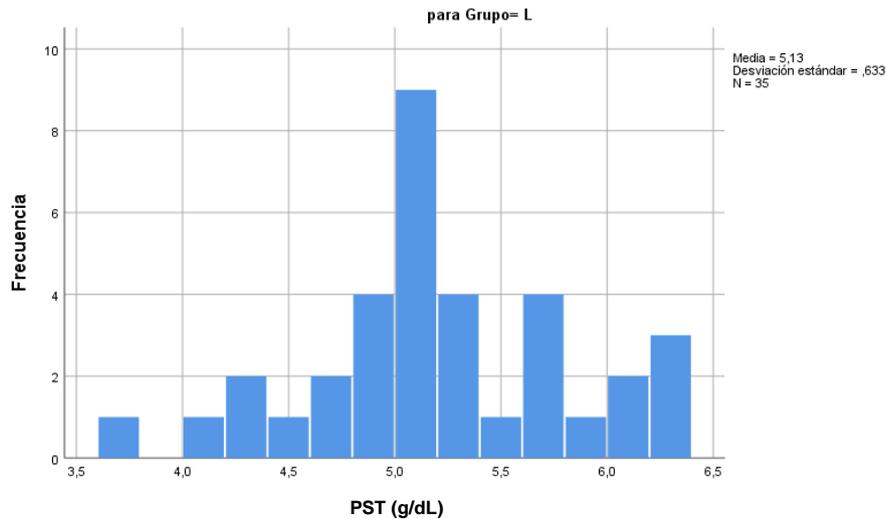


Figura 10. Histograma de los datos para el Grupo L. Indica la media, desviación estándar, tamaño de muestra y frecuencia de los resultados

La siguiente figura, el diagrama de cajas (Figura 11), muestra la variabilidad de los datos. Los puntos que se quedan fuera de las barras de error, son datos atípicos. En este caso, tenemos un único dato que aparece como atípico por ser muy bajo. Sin embargo, es un valor plausible y por tanto no se considerará un error de medida. Por debajo de la mediana, que muestra los valores 5,6 g/dL para C y 5,1 g/dL para L, se observa el 50% de los valores más bajos obtenidos. Por debajo de la base inferior de la caja, se encuentra el 25% de los valores más bajos observados y por debajo de la base superior de la caja, el 75% de los valores más bajos observados. En la gráfica vemos que aunque los valores para C sean algo mayores que para L, las cajas y barras de error de ambos grupos se solapan.

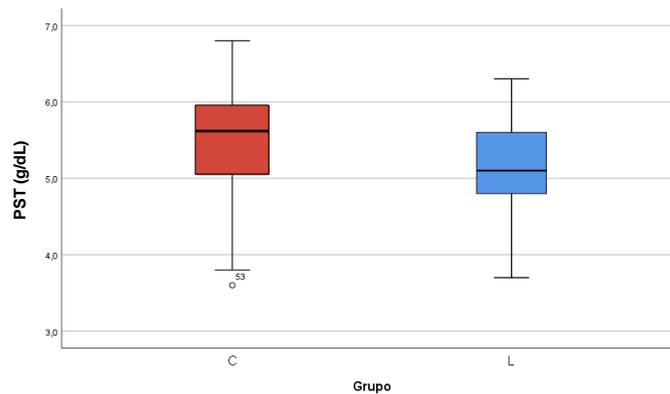


Figura 11. Diagrama de cajas para los Grupos C y L.

## 5.2 Comparación de los grupos C y L

### 5.2.1 Comparación de las medias de PST entre los grupos

Las varianzas de los dos grupos fueron iguales ( $F=2,143$  NS y  $p=0,149$ ) y no se detectaron diferencias significativas entre las medias de C y L ( $t=1,437$  NS,  $gl=56$ ,  $p=0,156$ ), ya que el valor de  $p$  es mayor de 0,05 (Tabla 3).

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias							
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
								Inferior	Superior	
PST (g/dL)	Se asumen varianzas iguales	2,143	0,149	1,437	56	0,156	0,2788	0,194	-0,11	0,6675
	No se asumen varianzas iguales			1,354	37,936	0,184	0,2788	0,2058	0,1379	0,6955

Tabla 3. Prueba de muestras independientes. Comparativa de varianzas y medias de grupos C y L.

### 5.2.2 Comparación de la distribución de los niveles de PST entre los dos grupos (C y L).

Con respecto a la variable Adecuada/ No adecuada de la TIP, el porcentaje de animales de cada grupo (C y L), considerados como adecuados o no adecuados, al superar los 5,5 g/dL PST, se muestran en la Tabla 4. Como se ve, no se detectaron diferencias significativas entre ambos grupos en cuanto a la distribución de adecuada y no adecuada (Chi cuadrado de Pearson con corrección de continuidad=2,358 NS,  $gl=1$ ,  $p=0,125$ ).

			Grupo		Total
			C	L	
Nivel PST	Adecuada	Recuento	12 <sub>a</sub>	10 <sub>a</sub>	22
		% dentro de Grupo	52,20%	28,60%	37,90%
	No adecuada	Recuento	11 <sub>a</sub>	25 <sub>a</sub>	36
		% dentro de Grupo	47,80%	71,40%	62,10%
Total	Recuento	23	35	58	
	% dentro de Grupo	100,00%	100,00%	100,00%	

*Cada letra del subíndice denota un subconjunto de Grupo categorías cuyas proporciones de columna no difieren de forma significativa entre sí en el nivel ,05.*

Tabla 4. Tabla cruzada entre el nivel de PST ( $\geq 5,5$  g/dL) y los grupos C y L. Muestra los porcentajes de animales con una adecuada TIP para cada grupo y para el total de animales.

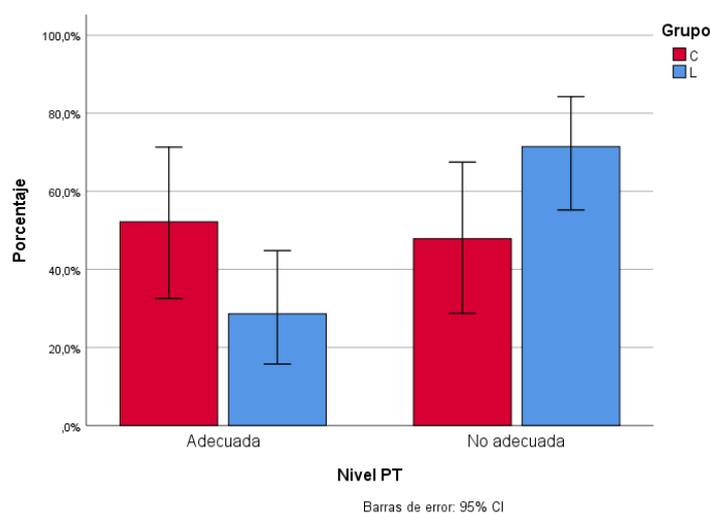


Figura 12. Comparación del porcentaje de animales con TIP adecuada y no adecuada para los dos grupos (C y L) ( $p > 0,05$ ).

### 5.2.3 Distribución de categorías buena, excelente, regular y mala entre los dos grupos (C y L)

En la Tabla 5 se pueden ver la proporción de terneros de carne y leche, así como el total de terneros, que pertenecen a cada una de las categorías establecidas.

			Grupo		Total
			C	L	
Categoría	Buena	Recuento	8 <sub>a</sub>	6 <sub>a</sub>	14
		% dentro de Grupo	34,80%	17,10%	24,10%
	Excelente	Recuento	4 <sub>a</sub>	4 <sub>a</sub>	8
		% dentro de Grupo	17,40%	11,40%	13,80%
	Mala	Recuento	6 <sub>a</sub>	16 <sub>a</sub>	22
		% dentro de Grupo	26,10%	45,70%	37,90%
	Regular	Recuento	5 <sub>a</sub>	9 <sub>a</sub>	14
		% dentro de Grupo	21,70%	25,70%	24,10%
Total	Recuento	23	35	58	
	% dentro de Grupo	100,00%	100,00%	100,00%	

*Cada letra del subíndice denota un subconjunto de Grupo categorías cuyas proporciones de columna no difieren de forma significativa entre sí en el nivel ,05.*

Tabla 5. Tabla cruzada entre categorías y grupo. Muestra la proporción de animales para cada una de las categorías, tanto de leche como de carne y sobre el total.

De la misma forma que en el anterior análisis, la prueba de chi-cuadrado de Pearson ( $\chi^2$ ) no detectó diferencias significativas entre los dos grupos para la distribución de categorías ( $\chi^2=3,647$  NS;  $gl=3$ ;  $p=0,302$ ) (Figura 8).

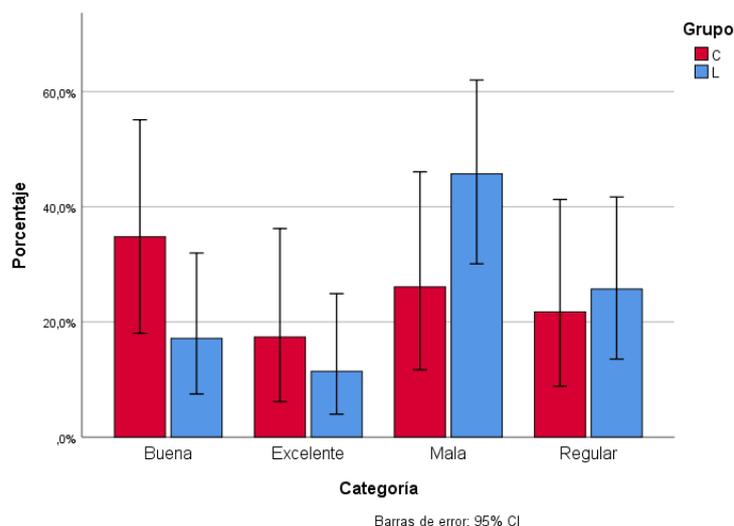


Figura 13. Comparación del porcentaje de terneros de carne y de leche para cada categoría ( $\chi^2=3,647$ ;  $p > 0,05$ ).

## 6. Discusión de los resultados

El hecho de que no se hayan detectado diferencias significativas entre C y L en ningún caso indica que las diferencias aritméticas observadas son meramente aleatorias y no tenemos razones para afirmar que ningún grupo es superior a otro para las variables analizadas.

En los distintos trabajos revisados, se han encontrado resultados favorables tanto para los terneros de carne como para los de leche. En todo caso, en las granjas estudiadas, hay que tener en cuenta que los principales factores que posiblemente pudieran marcar una diferencia en los resultados, fuesen la raza y el manejo. La raza, asociando las vacas de carne a una mejor calidad de calostro (Gut et al. 1994) y el manejo, asociado a un mayor intervalo de tiempo en la primera toma para el ganado lechero. Es por eso y por el sistema de producción, que no hubiera sido sorpresa si la granja de carne hubiera obtenido mejores resultados. Se trata de una granja dedicada a genética y por tanto, a la venta de animales para vida, lo que hace que el manejo de los recién nacidos sea mucho más cuidadoso. Sin embargo, estos aspectos podrían ser discutidos. Tello Calderón y Zedeño Centeno, (2015) no obtuvieron diferencias entre tres calidades de calostro con respecto al porcentaje de terneros que adquirieron correcta inmunidad por lo que deducen que no es tan importante la calidad sino el tiempo de administración. Mientras que Osaka, Matsui y Terada (2014) dan más importancia a la masa de Ig en el calostro que al tiempo de administración, siempre dentro de las 6 primeras horas, debido a que la absorción las primeras horas escasamente disminuye.

Los resultados de Todd et al (2018), para las proteínas totales tendieron a ser más bajos para los terneros de carne en comparación con los de leche. De la misma manera, para el resto de pruebas de inmunidad pasiva, los valores fueron significativamente más bajos también para los

terneros de carne. Como consecuencia, obtuvieron una mayor probabilidad de complejo respiratorio bovino, onfalitis y poliartritis en terneros de carne hasta los 6 meses de vida, aunque menores tasas de diarreas que en los de leche. Los límites usados para clasificar a los animales, a diferencia de este trabajo, fueron más altos y distintos para los terneros de carne y de leche, oscilando entre 5.3 -6.3 g/dL y 5.7 -5.9 g/dL, respectivamente. En base a éstos, el 68% de los terneros de carne, y el 40% de los de leche, fueron clasificados con FTIP. Esta mayor proporción de terneros de carne con FTIP, podría deberse a que usaron un punto de corte más alto que para los terneros de leche. Al igual, Volgels, Chuck y Morton (2013), compararon la raza Holstein-Friesian con cruces de razas de leche y carne y obtuvieron una mayor probabilidad de FTIP y agammaglobulinemia para los híbridos con carne. Sin embargo, los híbridos Jersey-carne, tuvieron la mitad de probabilidades de FTIP. Estos resultados, se asociaron al tamaño de los terneros. Los cruces con Jersey son más pequeños y por tanto con menos requerimientos de Igs, mientras que los cruces con animales cárnicos, son de mayor tamaño, lo que además se asocia a una mayor probabilidad de distocia y menor vitalidad del ternero (Volgels, Chuck y Morton, 2013). Contrarios a estos resultados, Murphy et al., 2005 hallaron un nivel de inmunidad mayor para los terneros de carne e híbridos, y dentro de estos, al igual que Hickson et al. (2016), para los híbridos. Sin embargo, este último no obtuvo diferencias en la tasa de supervivencia entre las distintas razas. El efecto del tipo de raza sobre el estado inmune, en este caso, lo achacaron a las diferencias de volumen de calostro producido y por tanto, a la masa de Ig consumida por el ternero. Se deduce así que el estado de inmunidad pasiva de los terneros cruzados puede ser mejor, debido a una combinación de una mayor producción de leche adquirida de las vacas lecheras y un mayor comportamiento maternal adquirido de las vacas de carne. Si bien, la AEA no se ve influida por estos aspectos (McGee y Earley, 2009).

En contra posición, Earley et al. (2000) no obtuvieron un efecto significativo de la raza para las concentraciones de IgG1 e Ig sérica total. Sin embargo, hallaron concentraciones séricas de IgG1 significativamente más bajas en los terneros comprados para el estudio, lo cual sugería que los terneros nacidos en rebaños lecheros, eran recibidos con insuficiente calidad o cantidad de inmunoglobulinas calostrales. Por otro lado, Suh et al. (2003) mostraron niveles medios de IgG, IgM y IgA en suero significativamente más altos para terneros de carne que de leche durante todo su experimento.

Con respecto a los valores encontrados en otros trabajos, varían mucho de unos a otros, aunque por lo general, el valor máximo suele estar algo alejado de lo hallado en este estudio. Si bien, muchos de ellos, son trabajos realizados en el sector lechero.

Luna Nesvara (2015), halló un valor mínimo y máximo de 5,6 y 11,6 g/dL, respectivamente, y una media de 9,2 g/dL, para terneros de carne, mientras que Volgels, Chuck y Morton (2013) observaron unos niveles que oscilaron entre 2,4 y 9,2 g/dL, para terneros de leche e híbridos. Ambos valores máximos, y sobre todo los de Luna Nesvara (2015) se encuentran bastante alejados de los obtenidos en este trabajo (6,8 g/dL). En otros estudios se obtuvo: una oscilación entre 3,5 – 10 g/dL para terneras lecheras, con un promedio de 6,2 g/dL (Elionzo Salazar y Rodríguez Zamora, 2013); un rango de entre 4,4 y 8,8 g/dL, con una media de 6,0 g/dL (Deelen et al., 2014); unas concentraciones de PST entre el 3,0 y 7,0 g/dL, con media de 5,5 g/dL (Elizondo Salazar y Alfaro Alvarado, 2013); y en otro, un intervalo de entre 4,0 a 9,4 g/dL de PST y una media de 5,69 g/dL (Tyler et al., 1999). Mientras que en este estudio, en el total de muestras, los valores oscilaron entre 3,6 y 6,8 g/dL, con media 5,24 g/dL. Claramente, son distintas granjas, manejos, razas y localizaciones que hacen esperable la existencia de diferencias en la TIP. Ahora bien, el conocimiento de los resultados de otros trabajos permite conocer en que rangos de PST se encuentra el sector, y valorar los obtenidos en las granjas estudiadas. Por tanto, se podría decir que aunque los valores hallados estarían dentro de lo observado en las publicaciones nombradas, hay otros autores que proponen valores más altos (Hickson et al., 2016; Renaud et al., 2018 y Todd et al., 2018), lo cual da a pensar que podrían ser necesarias medidas de mejora en el encalostramiento de los terneros de las granjas estudiadas.

De la misma forma, comparar la prevalencia de FTIP (< 5,5 g/dL) con otros trabajos tiene relativa importancia dado que, sobre todo en terneros de carne, dicha prevalencia varía mucho dependiendo de la prueba utilizada, cómo se clasifican y sobre todo, el valor de corte (McGee y Early, 2019). En este trabajo, se obtuvo un 47,8% de terneros de carne con FTIP, un 71,4% para los de leche (L) y sobre el total de la muestra, un 62,5%. Si bien, esta prevalencia hubiera sido diferente si se hubiera optado por un punto de corte de 5,2 g/dL, el cual se planteó usar durante la toma de muestras, debido a que en terneros de los que se obtenían niveles de encalostramiento de regular o mala calidad (Figura 6), no se observaba patología y la mortalidad perinatal no era mayor de la esperada. Con todo, finalmente se decantó por un valor más alto (5,5 g/dL) porque, en los artículos revisados, en los que relacionaban la salud perinatal y repercusiones futuras con el encalostramiento, proponían niveles más altos (punto 6.1).

Otro aspecto que se podría haber tenido en cuenta es el sexo de los animales. Ahora bien, dado que la granja de leche, a diferencia de otras en las que los mejores calostros se destinan a las hembras, no diferiría en el manejo de ambos sexos, al igual que en la explotación de carne,

se decidió no incluirlo en el trabajo. De igual forma, los resultados obtenidos en otras publicaciones también varían mucho.

En aquellos estudios en los que el manejo no era distinto por sexos, no encontraron diferencias significativas en el nivel de PST pre y post encalostrado (Filteau et al. 2003; Luna Nesvara, 2015; López Rivero, 2016 y Wilm et al., 2018).

Otros estudios, realizados en granjas de leche, han obtenido menores concentraciones de PST, y por tanto más probabilidad de FTIP e incluso agammaglobulinemia en machos que en hembras. Este hecho podría estar asociado a un manejo menos cuidadoso con los machos en las granjas de leche (Volgels, Chuck y Morton, 2013 y Renaud et al., 2020), así como a un mayor peso, y por tanto, mayor volumen plasmático, lo que les hace tener mayores requerimientos de inmunoglobulinas (Volgels, Chuck y Morton, 2013 y Elizondo Salazar y Alfaro Alvarado, 2013) y mayor probabilidad de distocia (Filteau et al. 2003). Hay otros autores que lo asocian a una menor capacidad de absorción, debido a que el mayor tamaño, influye en su estado metabólico, que a la vez, afecta a la absorción de Igs (Quigley, 2002).

#### 6.1 Punto de corte del refractómetro

Como se ha dicho, la cantidad de IgG del suero reconocida como una adecuada TIP es de 10 g/L, que corresponde a 5,2 g/dL de PST (Bielmann et al., 2010 y Deelen et al., 2014), pudiendo ser referida a nivel individual o a nivel de rebaño, considerando este último cuando el 80-90% de los terneros evaluados superan el punto de corte (Godden, Lombard y Woolums, 2019). Sin embargo, este valor es muy discutido, como se puede ver en los distintos trabajos revisados, en los cuales, se usaban diferentes límites; desde 5,0 g/dL (Donovan et al., 1998; Calloway et al., 2002 y Volgels, Chuck y Morton, 2013) hasta incluso 6,3 g/dL (Todd et al., 2018). A pesar de ello, uno de los puntos de corte más usados, y sobre el que hay más consenso es el de 5,5 g/dL (Quigley, 1999; Tyler et al., 1999; Courtney et al., 2000; Weaver et al., 2000; Yepes Mejía y Prieto Quevedo, 2011; Elizondo Salazar y Rodríguez Zamora, 2013). Si bien, hay que decir que la mayoría de estos estudios están basados en ganado lechero, por lo que para el sector cárnico hay todavía menos consenso, aunque por lo general se defienden valores más altos que para los terneros lecheros (Luna Nesvara, 2015 y Todd et al., 2018).

Se ha visto que un límite de 5,5 g/dL tiene como resultado una mayor sensibilidad del refractómetro (Tyler et al., 1999 y Espada Aguirre, Ramos Antón y Ferrer Mayayo, 2011), de manera que se obtienen menos falsos negativos, es decir, se minimiza el número de animales con concentraciones inadecuadas de IgG en suero que se clasifican erróneamente como

adecuados (Weaver et al., 2000). También ha sido recomendado por el posible efecto de la deshidratación (Volgels, Chuck y Morton, 2013). Por el contrario, Calloway et al. (2002) y Hernandez et al. (2016) desaconsejan valores mayores de 5,2 g/dL por un aumento del número de terneros clasificados incorrectamente. Otros, defienden unos valores de corte para el FTIP de 5,2 g/dL en terneros sanos y 5,5 g/dL en terneros clínicamente enfermos (Wilm et al., 2018).

Sin embargo, varios estudios que han correlacionado el nivel de inmunidad, tanto mediante la medición de Igs en suero como de PST, con la salud futura, coinciden en aumentar el punto de corte. Así pues, se ha visto que la probabilidad de muerte puede aumentar hasta 3 veces si no se llega a 5,5 g/dL de PST (Courtney et al., 2000) e incluso, en algunos estudios, consideran que valores por debajo de 5,7 g/dL, dan mayor riesgo para SRB (síndrome Respiratorio Bovino) (Todd et al., 2018). Por ejemplo, Renaud et al. (2018) propusieron umbrales más altos para el nivel de IgG, de en torno a 16,7 g/L de IgG, viendo que mejoraba la capacidad de predecir la mortalidad (aunque obtuvieron una mayor sensibilidad para 5,1 g/dL de PST), mientras que Hickson et al. (2016), hablaban de niveles de 16 g/L de IgG. Donovan et al. (1998) mostraron una disminución dramática en la mortalidad a medida que las proteínas totales (TP) aumentaron de 4,0 a 5,0 g/dL, una pequeña mejora de 5,0 a 6,0 g/dL y prácticamente ninguna mejora de las tasas por encima de 6,0 g/dL. Así mismo, observaron que los terneros con valores bajos de TP (<5,0 g/dL) tenían 3 a 6 veces más probabilidades de morir dentro de los primeros seis meses de vida que aquellos con concentraciones de proteína total en suero > 6,0 g/dL. Waldner y Rosengren, (2009) usaron como punto de 24 g/L IgG en lugar de 10 g/L recomendados para ganado lechero y hallaron que aquellos terneros con niveles > 24 g/L tenían probabilidades significativamente menores de muerte o tratamiento antes de los 3 meses de edad. Todd et al. (2018), usaron un valores límites de 5,3 g/dL y 6,3 g/dL para terneros de carne y 5,7 y 5,9 g/dL para terneros de leche, y hallaron mayores probabilidades de muerte y enfermedad para aquellos animales que no alcanzaban dichos niveles.

A esto añadir que, hay quienes, consideran que utilizar un solo valor para determinar si un animal está bien o mal encalostrado es algo simplista (Godden, Lombard y Woolums, 2019) dado que no es una única causa de enfermedad, pues como se ha visto, depende también de otros factores. Es por eso que hay autores que establecen una serie de categorías según el nivel de encalostramiento. Por desgracia, en este sentido tampoco hay un consenso y claramente la mayoría de los estudios son en base a terneros de leche (Tablas 6, 7, 8 y 9).

Una de las principales razones de esta falta de acuerdo, para considerar una inmunidad pasiva exitosa en suero o plasma, posiblemente sean los diferentes aspectos metodológicos usados (McGee y Earley, 2019) en los distintos estudios.

Por todo ello, finalmente, tras la revisión y reflexión sobre la gran variedad de puntos de corte, para este trabajo se optó por dividir los resultados en distintas categorías según las conclusiones deducidas, y dentro de estas categorías, dividir las en adecuada y no adecuada (Figura 6). Destacar que no se ha realizado ninguna valoración experimental que garantice un valor científico a dichas categorías.

Categoría	Nivel de PST (g/dL)
Excelente	≥6.2
Bueno	5.8-6.1
Regular	5.1-5.7
Malo	<5.1

Tabla 6. Categorías consensuadas en EEUU y Canada. (Godden, Lombard y Woolums, 2019, pp-548)

Categoría	Nivel de PST (g/dL)
Adecuada	≥ 5.5
Marginales	< 5.5
Deficientes	≤5.2
Deshidratación	≥7.2

Tabla 7. Categorías Yepes y Prieto (2015), pp-20.

Concentración Proteica	Nivel de inmunidad
<4.9 g/dL	Alto riesgo
5.0 a 5.4 g/dL	Riesgo medio
5.5 a 6.9 g/dL	Bajo riesgo

Tabla 8. Categorías Casas y Canto (2015).

Categoría	Nivel de PST (g/dL)
Exitosa	>5.5
Medianamente exitosa	5.0- 5.4
Incompleta	< 5.0

Tabla 9. Categorías Quigley, 1999, p-1.

## 6.2 Posibles mejoras a tener en cuenta.

A pesar de que ninguna de las granjas, a primera vista, presentaba problemas importantes relacionados con el encalostamiento, sí se han hallado, sobre el total de animales, un mayor número de terneros con regular o mal nivel de TIP (Tabla 5), así como más porcentaje de animales por debajo de 5,5 g/dL de PST (Tabla 4). Y, si se hubieran usado puntos de corte más elevados, como los que proponen algunos trabajos, el porcentaje de animales con FTIP hubiera sido mayor. No obstante, aunque en un presente no se observen enfermedades, sí se puede ver afectada su futura salud y capacidad productiva, siendo necesaria una mejora.

En el caso de los terneros de carne, los productores no deben asumir que los animales consiguen una adecuada TIP aunque el ternero haya permanecido con la madre tras el nacimiento, ya que se desconoce la cantidad real, la concentración de IgG del calostro y el tiempo transcurrido hasta que lo ha consumido (Elizondo Salazar y Alfaro Alvarado, 2013). Por eso, es importante la vigilancia tras el parto tanto del ternero como de la madre, y así verificar la ingesta de calostro dentro del tiempo recomendado, y en caso de detección de problema,

actuar. Una manera de asegurar que los terneros ingieran el calostro dentro de las primeras 4 horas e identificar aquellos con un mayor riesgo de no hacerlo, es evaluando el vigor de los animales mediante la medición del reflejo de succión (Homerovsky et al., 2017). Otra práctica, sería evaluar el estado de la ubre, los pezones y sus conformaciones (Hickson et al., 2016), así como realizar valoraciones de calidad del calostro. Hay quienes, incluso recomienda que los partos se lleven a cabo en box para favorecer el vínculo materno-filial, ya que madres agresivas son otra causa de FTIP (Hickson et al., 2016). Filteau et al. (2003) y Waldner y Rosengren, (2009) coincidieron en que los terneros que nacían en corrales o establos, en lugar de box, tenían una mayor probabilidad de ser diagnosticados con FTIP.

Algo similar sería recomendable para el sector lácteo. La vigilancia exhaustiva del área de parto permitirá destetar a los terneros lo más pronto posible y administrar a mano el calostro inmediatamente después de sacarlos y lo más cercano posible al parto (Volgels, Chuck y Morton, 2013). En la granja de leche estudiada, el principal fallo lo encontramos en el intervalo entre ordeños y toma de calostro. Sería fundamental disminuir el tiempo de encalostado para animales que nacen después del ordeño. Para ello habría que ordeñar a la madre tras el parto y administrarlo inmediatamente al ternero o en el caso de que no se pudiera ordeñar, usar calostro congelado de buena calidad o reemplazantes.

Ahora bien, el tiempo dedicado al manejo del calostro no debe excederse, dado que puede tornarse en ausencia de beneficios o pérdidas respecto a dicha actividad (Raboisson et al., 2018), ya que como se ha visto, la enfermedad no solo depende del nivel de inmunidad, sino también del ambiente, higiene, microorganismos, etc. (Weaver et al., 2000). En un estudio se estimó que el tiempo óptimo dedicado al manejo del calostro, tanto para carne como para leche, debería estar en torno a 14-18 minutos y que con ello se podía lograr hasta un 90% de reducción de la tasa de FTIP. Claramente, aunque este tiempo sea el mismo, se empleará de diferente manera para los dos sistemas productivos (Raboisson et al., 2018), ya que las actividades respecto al manejo son distintas.

## 7. Conclusiones

- > Sobre el total de animales (cárnicos y lecheros), se obtuvo un porcentaje de fallo de transferencia de inmunidad pasiva (FTIP) del 62,10%, lo cual podría ser indicativo de una necesidad de mejora en el manejo del calostro.
- > No se obtuvieron diferencias significativas para el nivel de proteínas séricas entre terneros de carne y leche, respecto a la variable adecuado/no adecuado, las categorías excelente/buena/regular/mala y las medias.
- > La falta de consenso en el punto de corte para la evaluación de proteínas séricas total (PST), no debe ser un impedimento para mejorar el manejo del calostro. Conociendo los factores que influyen y analizando las deficiencias de cada granja, se puede aumentar el nivel de inmunidad de los terneros.
- > Para ello habrá que tener en cuenta que:
  - El principal limitante para las vacas de carne es el volumen de calostro, y para las de leche la concentración. Pero lo importante es la combinación de las dos para dar lugar a una adecuada masa de inmunoglobulinas G (IgG).
  - Las vacas de carne necesitan una vigilancia exhaustiva para verificar el encalostamiento en el tiempo adecuado y las de leche necesitan reducir el intervalo parto-ingesta del calostro.
  - El FTIP es un factor de supervivencia y aparición de enfermedad, por lo que no hay que olvidar la higiene del ambiente, manejo y sanidad de los animales.

### 7.1 CONCLUSIONS

- > Of the total animals (beef and dairy), a percentage of failure of passive transfer (FTIP) of 62,10%, which could be indicative of a need for improvement in the management of colostrum, was obtained.
- > No significant differences were obtained for serum protein level between beef and dairy calves, with respect to the adequate/not adequate variable, the excellent/good/fair/poor categories and the averages.
- > Lack of consensus on the cut-off point for total serum protein (PST) evaluation should not be an impediment to improved colostrum management. Knowing the factors that influence and analyzing the deficiencies on each farm, the level of immunity of calves can be increased.
- > For this purpose, it will have to take into account that:

- The main limitation for beef cows is the volume of colostrum, and for dairy cows the concentration. But the most important factor is the combination of the two to obtain an adequate mass of immunoglobulin G (IgG).
- Beef cows need an exhaustive monitoring to verify colostrum intake at the right time and dairy cows need to reduce the delivery- colostrum intake intervals.
- The FTIP is a factor of survival and appearance of disease, so we must not forget the hygiene of the environment, handling and health of the animals.

## 8. Valoración personal

---

La realización de este trabajo me ha servido principalmente para conocer y adquirir mayores conocimientos sobre la importancia del calostro en el manejo de los animales. Si bien, durante el grado, nos hacen incapié en la relevancia que tiene, no solo para la especie bovina, si no para todas. Pero con este estudio he podido profundizar mucho en el tema, he conocido muchos factores que influyen en él y cuyo conocimiento es necesario para poder asesorar a los ganaderos, que estos puedan entender la magnitud y relevancia del encalostado, y así corregir prácticas erróneas.

Muchas veces se nos dice que la mayoría de las patologías son causadas por manejos incorrectos y es, en los distintos estudios revisados, donde se muestra un claro ejemplo de ello. De como, manejos inadecuados en edades tempranas pueden repercutir en el futuro.

Además, me ha permitido aprender a evaluar de forma indirecta el nivel de inmunidad de las granjas, así como trabajar con datos y saber interpretarlos. De la misma forma, he adquirido una mayor capacidad de búsqueda, ordenación y sintetización de información de calidad.

En conclusión, a través de la elaboración del trabajo, he adquirido varias destrezas y conocimientos, que con certeza sé que me servirán en mi futuro profesional.

## Bibliografía

---

Beam, A.L., Lombard, J.E., Kopral, C.A., Garber, L.P., Winter, A.L., Hicks, J.A. y Schlater, J.L. (2009). "Prevalence of failure of passive transfer of immunity in newborn heifer calves and associated management practices on US dairy operations". *Journal of Dairy Science*, 92(8), pp. 3973-3980 DOI: 10.3168/jds.2009-2225.

Bielmann, V., Gillan, J., Perkins, N.R., Skidmore, A.L., Godden, S. y Leslie, K.E. (2010). "An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle". *Journal of Dairy Science*, 93(8), pp. 3713-3721 DOI: 10.3168/jds.2009-2943.

Calloway, C.D., Tyler, J.W., Tessman, R.K., Hostetler, D. y Holle, J. (2002). "Comparison of refractometers and test endpoints in the measurement of serum protein concentration to assess passive transfer status in calves". *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 221(11), pp. 1605-1608 DOI: 10.2460/javma.2002.221.1605.

Carbonell, C. (2018). "Aspectos claves del manejo en la primeras edades". *Mundo Ganadero*, 29(280), pp. 35-40.

Casas, M. y Canto, F. (2015). "¿Cómo evaluar la calidad de calostro y la inmunidad de las terneras?". Investigaciones Agropecuarias (INIA). *Ergomix*. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/como-evaluar-calidad-calostro-t31644.htm> [Consultado el 08/07/2020]

Courtney, A. K.; Epperson, W. B.; Wittig, T. A.; and Pruitt, R. J., "Defining Failure of Passive Transfer in South Dakota Beef Calves" (2000). *South Dakota Beef Report, 2000*. 16. Disponible en: [https://openprairie.sdstate.edu/sd\\_beefreport\\_2000/16](https://openprairie.sdstate.edu/sd_beefreport_2000/16) [Consultado el 08/07/2020]

Deelen, S.M., Ollivett, T.L., Haines, D.M. y Leslie, K.E. (2014). "Evaluation of a Brix refractometer to estimate serum immunoglobulin G concentration in neonatal dairy calves". *Journal of Dairy Science*, 97(6), pp. 3838-3844 DOI: 10.3168/jds.2014-7939.

Donovan, G.A., Dohoo, I.R., Montgomery, D.M. y Bennett, F.L. (1998). "Associations between passive immunity and morbidity and mortality in dairy heifers in Florida, USA". *Preventive Veterinary Medicine*, 34(1), pp. 31-46 DOI: 10.1016/S0167-5877(97)00060-3.

Earley, B., McGee, M., Fallon, R.J., Drennan, M.J., Murray, M. y Farrell, J.A. (2000). "Serum immunoglobulin concentrations in suckled calves and dairy-herd calves". *Irish Journal of*

*Agricultural and Food Research*, 39(3), pp. 401-407. Disponible en: [www.jstor.org/stable/25562407](http://www.jstor.org/stable/25562407) [Consultado el 16/11/2019].

“El calostro, un tesoro infravalorado” (2018). *RumiNews*. Disponible en: <https://rumiantes.com/el-calostro-un-tesoro-infravalorado/> [Consultado el 14/11/2019]

Elizondo Salazar, J.A. y Rodríguez Zamora, J. (2013). "Transferencia de inmunidad pasiva en terneras de lechería que reciben calostro por dos métodos diferentes". *Nutrición Animal Tropical*, 7(1), pp. 1-13. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5166292> [Consultado el 30/03/2020]

Elizondo Salazar J. A. y Alfaro Alvarado M. (2013). “Transferencia de inmunidad pasiva en terneras y terneros de engorde”. *Universidad Técnica Nacional-Inforna*, 64, pp. 48-51. Disponible en: [http://eeavm.ucr.ac.cr/Documentos/ARTICULOS\\_PUBLICADOS/2013/181.pdf](http://eeavm.ucr.ac.cr/Documentos/ARTICULOS_PUBLICADOS/2013/181.pdf) [Consultado el 25/03/2020]

Elsohaby, I., McClure, J.T., Cameron, M., Heider, L.C. y Keefe, G.P. (2017). "Rapid assessment of bovine colostrum quality: How reliable are transmission infrared spectroscopy and digital and optical refractometers?". *Journal of Dairy Science*, 100(2), pp. 1427-1435 DOI: 10.3168/jds.2016-11824.

Elsohaby, I., McClure, J.T., Waite, L.A., Cameron, M., Heider, L.C. y Keefe, G.P. (2019). "Using serum and plasma samples to assess failure of transfer of passive immunity in dairy calves". *Journal of Dairy Science*, 102(1), pp. 567-577 DOI: 10.3168/jds.2018-15070.

Espada Aguirre, M., Ramos Antón, J.J. y Ferrer Mayayo, L.M. (2011). *El calostro: guía práctica para un correcto encalostado de los terneros*. Zaragoza, Servet.

Fernández Vázquez, M. (2018). “La importancia del calostro en la cría de terneros”. *Mundo Ganadero*, 29 (280), pp. 29-31.

Filteau, V., Bouchard, E., Fecteau, G., Dutil, L. y DuTremblay, D. (2003). “Health status and risk factors associated with failure of passive transfer of immunity in newborn beef calves in Québec”. *Can Vet J*, 44(11), pp.907-913 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC385448/> [Consultado el 06/07/2020.]

Furman-Fratczak, K., Rzas, A. y Stefaniak, T. (2011). "The influence of colostrum immunoglobulin concentration in heifer calves' serum on their health and growth". *Journal of Dairy Science*, 94(11), pp. 5536-5543 DOI: 10.3168/jds.2010-3253.

Godden, S.M., Lombard, J.E. y Woolums, A.R. (2019). "Colostrum Management for Dairy Calves". *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 35(3), pp. 535-556 DOI: 10.1016/j.cvfa.2019.07.005.

Guy, M.A., McFadden, T.B., Cockrell, D.C. y Besser, T.E. (1994). "Regulation of Colostrum Formation in Beef and Dairy Cows". *Journal of Dairy Science*, 77(10), pp. 3002-3007 DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(94)77241-6.

Hernandez, D., Nydam, D.V., Godden, S.M., Bristol, L.S., Kryzer, A., Ranum, J. y Schaefer, D. (2016) "Brix refractometry in serum as a measure of failure of passive transfer compared to measured immunoglobulin G and total protein by refractometry in serum from dairy calves." *Vet J*, 211, pp.82–87. DOI: [10.1016/j.tvjl.2015.11.004](https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.11.004)

Hickson, R.E., Back, P.J., Martin, N.P., Kenyon P.R. y Morris S.T. (2016). "The influence of age and breed of cow on colostrum indicators of suckled beef calves". *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 76, pp. 163-168. Disponible en: <https://mro.massey.ac.nz/handle/10179/8542> [Consultado el 05/07/2020]

Homerovsky, E.R., Timsit, E., Pajor, E.A., Kastelic, J.P. y Windeyer, M.C. (2017). "Predictors and impacts of colostrum consumption by 4h after birth in newborn beef calves". *The Veterinary Journal*, 228, pp. 1-6 DOI: 10.1016/j.tvjl.2017.09.003.

López Rivero, R. (2016). *Eficiencia de los métodos de calostrado en terneros Holando*. Tesis de Grado. Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Veterinaria. Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/10381> [Consultado el 25/03/2020]

Luna Nesvara, S. C. (2015). *Niveles de proteínas séricas totales en terneros híbridos de carne y su relación con indicadores sanitarios y productivos*. Tesis Pregrado. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias; Escuela de Ciencias Veterinarias. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/140710> [Consultado el 27/03/2020]

Matamala Capponi, N. (2014). *Evaluación en terreno de la calidad del calostro en vacas de lecherías de alta producción, medido a través de dos métodos*. Tesis Pregrado. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias; Escuela de Ciencias Veterinarias. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/131831> [Consultado el 16/04/2020]

McGee, M. y Earley, B. (2019). "Review: passive immunity in beef-suckler calves". *Animal (Cambridge, England)*, 13(4), pp. 810-825 DOI: 10.1017/S1751731118003026.

McGrath, B., Fox, P., McSweeney, P. y Kelly, A. (2016). "Composition and properties of bovine colostrum: a review". *Dairy Science & Technology*, 96(2), pp. 133-158 DOI: 10.1007/s13594-015-0258-x.

Murphy B. M., Drennan M. J., O'Mara F. P. y Earley B. (2005). "Cow Serum and Colostrum Immunoglobulin (IgG<sub>1</sub>) Concentration of Five Suckler Cow Breed Types and Subsequent Immune Status of Their Calves". *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 44(2), pp. 205-213. Disponible en:

[https://www.jstor.org/stable/25562548?seq=1#metadata\\_info\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/25562548?seq=1#metadata_info_tab_contents) [Consultado el 05/07/2020]

NANTA; Prima: Programa de recría de terneras (2018). *Encuesta sobre recría de novillas*. Disponible en: <http://www.programaprima.es/> [Consultado el 24/04/2020]

Osaka, I., Matsui, Y. y Terada, F. (2014). "Effect of the mass of immunoglobulin (Ig)G intake and age at first colostrum feeding on serum IgG concentration in Holstein calves". *Journal of Dairy Science*, 97(10), pp. 6608-6612 DOI: 10.3168/jds.2013-7571.

Petrie, A. y Watson, P. (2013). *Statistics for veterinary and animal science (third edition)*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd Publication.

Quigley, J.D. (2001). *Notas Acerca de Terneros #39-Usando el refractómetro*. Disponible en: <http://www.calfnotes.com/pdf/CN039.pdf> [Consultado el 16/11/2019].

Quigley, J.D. (2002). "Passive immunity in newborn calves". *Advances in Dairy Technology*, 14, pp. 273-292. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/255653431\\_Passive\\_Immunity\\_in\\_Newborn\\_Calves](https://www.researchgate.net/publication/255653431_Passive_Immunity_in_Newborn_Calves) [Consultado el 22/11/2019]

Quigley, J.D. (2004) *The Role of Oral Immunoglobulins in Systemic and Intestinal Immunity of Neonatal Calves*. Diamond V Mills. Cedar Rapids, IA 52407. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/247986176\\_THE\\_ROLE\\_OF\\_ORAL\\_IMMUNOGLOBULINS\\_IN\\_SYSTEMIC\\_AND\\_INTESTINAL\\_IMMUNITY\\_OF\\_NEONATAL\\_CALVES](https://www.researchgate.net/publication/247986176_THE_ROLE_OF_ORAL_IMMUNOGLOBULINS_IN_SYSTEMIC_AND_INTESTINAL_IMMUNITY_OF_NEONATAL_CALVES) [Consultado el 22/11/2019]

Raboisson, D., Trillat, P., Dervillé, M., Cahuzac, C. y Maigné, E. (2018). "Defining health standards through economic optimisation: The example of colostrum management in beef and dairy production". *PlosOne*, 13(5). DOI: 10.1371/journal.pone.0196377

Renaud, D.L., Duffield, T.F., LeBlanc, S.J. y Kelton, D.F. (2018). "Short communication: Validation of methods for practically evaluating failed passive transfer of immunity in calves arriving at a veal facility". *Journal of Dairy Science*, 101(10), pp. 9516-9520 DOI: 10.3168/jds.2018-14723.

Renaud, D.L., Waalderbos, K.M., Beavers, L., Duffield, T.F. y Leslie, K.E. (2020). "Risk factors associated with failed transfer of passive immunity in male and female dairy calves: A 2008 retrospective cross-sectional study". *Journal of Dairy Science*, 103 (4), pp.3521-3528 DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17397>

Rodríguez, J.V., Colla, C., Ginés, M.B., Osorio, J. y Schröder, G. (2018). *El uso del refractómetro en el Laboratorio Clínico Veterinario. Manual*. UNR Editora, Editorial de la Universidad Nacional de Rosario. ISBN: 978-987-702-310-7. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/329886741> [Consultado el 14/11/2019]

Soberón, F. (2018). "Forjando su futuro: etapa críticas de desarrollo". *Vaca Pinta*. 3. pp. 86-92 Disponible en: <https://vacapinta.com/es/articulos/forjando-su-futuro-etapas-criticas-de-desarrollo.html> [Consultado el 24/04/2020]

Suh, G., Hur, T., Son, D., Choe, C., Jung, Y., Ahn, B., Lee, C. y Lee, C. (2003). "Differences in the serum immunoglobulin concentrations between dairy and beef calves from birth to 14 days of age". *Journal of veterinary science*, 4(3), pp. 257 DOI: 10.4142/jvs.2003.4.3.257.

Tello Calderón, A.M y Zedeño Centeno, J.J. (2015). *Relación de la densidad del calostro y la refractometría del suero sanguíneo en el desarrollo de terneros hasta los 60 días de nacidos*. Proyecto de graduación. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/4639> [Consultado el 14/11/2019].

Todd, C.G., McGee, M., Tiernan, K., Crosson, P., O’Riordan, E., McClure, J., Lorenz, I. y Earley, B. (2018). "An observational study on passive immunity in Irish suckler beef and dairy calves: Tests for failure of passive transfer of immunity and associations with health and performance". *Preventive Veterinary Medicine*, 159, pp. 182-195 DOI: 10.1016/j.prevetmed.2018.07.014.

Tyler, J.W., Parish, S.M., Besser, T.E. y Van Metre, D.C., Barrington, G.M. (1999). "Detection of Low Serum Immunoglobulin Concentrations in Clinically Ill Calves". *J Vet Intern Med*, 13, pp. 40-43. DOI: 10.1111/j.1939-1676.1999.tb02163.x.

Vogels, Z., Chuck, G. y Morton, J. (2013). "Failure of transfer of passive immunity and agammaglobulinaemia in calves in south-west Victorian dairy herds: prevalence and risk factors". *Australian Veterinary Journal*, 91(4), pp. 150-158 DOI: 10.1111/avj.12025.

Waldner, C.L. y Rosengren, L.B. (2009). "Factors associated with serum immunoglobulin levels in beef calves from Alberta and Saskatchewan and association between passive transfer and health outcomes". *Can Vet J*, 50(3), pp.275-281. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2643452/> [Consultado el 06/07/2020]

Weaver, D.M., Tyler, J.W., VanMetre, D.C., Hostetler, D.E. y Barrington, G.M. (2000). "Passive Transfer of Colostral Immunoglobulins in Calves". *Journal Veterinaty Internal Medicine*, 14, pp. 569-577. DOI: [10.1111/j.1939-1676.2000.tb02278.x](https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2000.tb02278.x)

Wilm, J., Costa, J.H.C., Neave, H.W., Weary, D.M. y von Keyserlingk, M.A.G. (2018). "Technical note: Serum total protein and immunoglobulin G concentrations in neonatal dairy calves over the first 10 days of age". *Journal of Dairy Science*, 101(7), pp. 6430-6436 DOI: 10.3168/jds.2017-13553.

Yepes Mejía, M. y Prieto Quevedo, C. (2011). *Relación de concentración de proteína sérica, la calidad de calostro y la ganancia de peso en terneros lactantes en hatos de la sabana de Bogotá*. Trabajo de grado. Universidad de La Salle. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/112> [Consultado el 27/03/2020]