

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y COMPORTAMIENTO DE
DISTINTOS TIPOS DE ALOJAMIENTO EN VACAS HOLSTEIN
SEMIESTABULADAS**

por

Martín Ezequiel DIBOT RIVOIR

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2017**

Tesis aprobada por:

Director:
Ing. Agr. (PhD.) Alejandro La Manna

.....
Ing. Agr. (PhD.) Laura Astigarraga

.....
Ing. Agr. (MSc.) Lorena Román

Fecha: 04 de diciembre de 2017

Autor:
Martín E. Dibot Rivoir

AGRADECIMIENTOS

A mi madre en especial por todo el apoyo brindado desde el primer momento, y a mis hermanos que de alguna manera hicieron posible que estudiara tan linda carrera.

A mis primos Sebastián y María que fueron grandes referentes a la hora de realizar una carrera terciaria.

A mis amigos por apoyarme, aguantarme y comprenderme todo este tiempo.

A mi novia Camila que estuvo en todo momento.

A mis tíos Joselo, Roxana y abuelos (políticos y de corazón) que siempre mostraron su apoyo y me ayudaron.

A las personas que de una u otra manera estuvieron de alguna manera a lo largo de toda mi carrera y a los que no están que de seguro me acompañan siempre.

A la Ing. Agr. Lorena Román por su apoyo brindado al comienzo de la tesis.

Al Ing. Agr. Alejandro La Manna por su tiempo y gran disposición y atención brindada.

Al personal de INIA, en especial al lobo y a Tomás por su dedicación y tiempo para enseñarnos y ser partícipes de nuestra etapa de campo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. <u>OBJETIVOS</u>	1
1.1.1. <u>Objetivo general</u>	1
1.1.2. <u>Objetivos específicos</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. BIENESTAR ANIMAL	3
2.2. INDICADORES DE BIENESTAR ANIMAL	4
2.2.1. <u>Salud</u>	7
2.2.2. <u>Alimentación</u>	8
2.2.3. <u>Alojamiento</u>	9
2.2.4. <u>Comportamiento</u>	9
2.3. TIPOS DE ALOJAMIENTO	11
2.3.1. <u>Sistemas pastoriles</u>	11
2.3.2. <u>Sistemas estabulados</u>	11
2.3.2.1. Free stall	11
2.3.2.2. Drylot	14
2.3.2.3. Cama de compostaje o camas calientes	15
2.3.2.4. Resumen de los tipos de alojamiento	16
2.4. HIPÓTESIS	17
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	18
3.1. LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL	18
3.2. ANIMALES Y TRATAMIENTOS	18
3.3. MANEJO DE LOS ANIMALES E INSTALACIONES	19
3.4. DETERMINACIONES EN EL AMBIENTE	20
3.4.1. <u>Caracterización del ambiente</u>	20
3.5. ÁREA DE DESCANSO-FESTUCA	20
3.6. DETERMINACIONES EN LOS ANIMALES	21
3.6.1. <u>Producción de leche</u>	21
3.6.2. <u>Peso vivo y condición corporal</u>	21
3.6.3. <u>Limpieza de los animales</u>	21
3.6.4. <u>De comportamiento</u>	23
3.6.5. <u>Determinaciones en los alimentos</u>	23
3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	23

4. <u>RESULTADOS</u>	25
4.1. CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE	25
4.2. FESTUCA	26
4.3. DETERMINACIONES EN LOS ANIMALES	26
4.3.1. <u>Producción de leche</u>	26
4.3.2. <u>Producción de leche corregida por sólidos</u>	28
4.3.3. <u>Peso vivo</u>	29
4.3.4. <u>Condición corporal</u>	30
4.3.5. <u>Comportamiento animal</u>	30
4.3.5.1. Parada	30
4.3.5.2. Parada en alojamiento	31
4.3.5.3. Parada en no alojamiento	33
4.3.5.4. Echada	36
4.3.5.5. Echada en alojamiento	38
4.3.5.6. Echada en no alojamiento	40
4.3.5.7. Rumia	42
4.3.5.8. Comida	44
4.3.6 <u>Score de limpieza</u>	46
4.3.6.1. Flanco	46
4.3.6.2. Ubre	48
4.3.6.3. Pata	50
5. <u>DISCUSIÓN</u>	54
5.1. PRODUCCIÓN DE LECHE	54
5.2. PRODUCCIÓN DE LECHE CORREGIDA POR SÓLIDOS	54
5.3. PESO VIVO Y CONDICIÓN CORPORAL	55
5.4. COMPORTAMIENTO ANIMAL	56
5.5. SCORE DE LIMPIEZA	57
6. <u>CONCLUSIONES</u>	59
7. <u>RESUMEN</u>	60
8. <u>SUMMARY</u>	61
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	62

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Ejemplo de indicadores basados en el animal y el ambiente: su vinculación con los principios y criterios con el que se corresponde su evaluación	6
2. Tiempo (horas/día) que la vaca dedica a diversas actividades si no existe factores limitantes.....	10
3. Dimensiones de cubículos.....	13
4. Composición de la ración totalmente mezclada (TMR) en kg de materia seca por animal por día (kg ms/a/d)	20
Figura No.	
1. El diagrama muestra los tres conceptos de bienestar	4
2. Diagrama de free stall de tipo abierto	14
3. Alojamientos estudiados	19
4. Score de limpieza	22
5. Precipitaciones en mm en el período experimental	25
6. Gráfica de balance hídrico	25
7. Temperaturas mínima, máxima y promedio en los días de evaluación	26
8. Evolución de la producción de leche (kg/a/d) en función de la semana experimental para los diferentes	

tratamientos	27
9. Evolución de la producción de leche (PL) durante el período experimental	27
10. Evolución de leche corregida por sólidos (kg/a/d) en función de la semana experimental para los diferentes tratamientos	28
11. Leche corregida por sólidos en función de la semana experimental	29
12. Evolución del PV (kg/animal) en función de los distintos días de medición (22, 36, 51) para los cuatro tratamientos	30
13. Tiempo (min/hora) en que los animales estuvieron parados en función de las distintas horas de medición (hora experimental)	31
14. Tiempo (min/hora) en que las vacas estuvieron paradas en el alojamiento en función de los distintos días de medición (día experimental) para los cuatro tratamientos	32
15. Tiempo (min/hora) en que los animales estuvieron parados en su respectivo alojamiento en función de las distintas horas de medición (hora experimental)	33
16. Tiempo (min/hora) en que los animales estuvieron parados fuera de su alojamiento en función de la hora de medición (hora experimental) para los distintos tratamientos	34
17. Tiempo (min/hora) en que las vacas estuvieron paradas fuera de su alojamiento en función de los distintos días de medición (día experimental) para los cuatro tratamientos ..	35
18. Tiempo (min/hora) en que los animales estuvieron parados	

fuera de su alojamiento en función de las distintas horas de medición (hora experimental)	36
19. Tiempo (min/hora) en que los animales estuvieron echados en función de la hora de medición (hora experimental) para los distintos tratamientos	37
20. Tiempo (min/hora) en que los animales estuvieron echados en función de las distintas horas de medición (hora experimental)	38
21. Tiempo (min/hora) en que los animales estuvieron echados su respectivo alojamiento en función de la hora de medición (hora experimental) para los distintos tratamientos	39
22. Tiempo (min/hora) en que los animales estuvieron echados en sus respectivos alojamientos en función de las distintas horas de medición (hora experimental)	40
23. Tiempo (min/hora) en que los animales estuvieron echados fuera de su alojamiento en función de la hora de medición (hora experimental) para los distintos tratamientos	41
24. Tiempo (min/hora) en que los animales estuvieron echados fuera de su alojamiento en función de las distintas horas de medición (hora experimental)	42
25. Tiempo (min/hora) de rumia en función de la hora de medición (hora experimental) para los distintos tratamientos.	43
26. Tiempo (min/hora) de rumia en función de las distintas horas de medición (hora experimental)	44
27. Tiempo (min/hora) en que los animales estaban comiendo en función de la hora de medición (hora experimental) para los distintos tratamientos	45
28. Tiempo (min/hora) que los animales estaban comiendo en función de las distintas horas de medición (hora experimental)	46

29. Score de limpieza (unidades) en función de los días de medición (fecha) para los cuatro tratamientos	47
30. Score de limpieza (unidades) en función del día de experimental (fecha)	48
31. Score de limpieza (unidades) en función de los días de medición (fecha) para los cuatro tratamientos	49
32. Score de limpieza (unidades) en función del día de experimental (fecha)	50
33. Score de limpieza (unidades) en función de los días de medición (fecha) para los cuatro tratamientos	52
34. Score de limpieza (unidades) en función del día de experimental (fecha)	53

1. INTRODUCCIÓN

El sector lechero uruguayo ha mostrado grandes cambios en los que respecta a los últimos años tendiendo a una mayor intensificación, con un aumento de la carga y la producción individual, ya que, con menos área por causa de la competencia con otros rubros, principalmente la agricultura, tuvo aumentos crecientes en la producción (MGAP. DIEA, 2016). Por esta causa y para alcanzar producciones elevadas se propone la opción de realizar sistemas semiestabulados que permitan en épocas críticas o con precios de los commodities favorable realizar encierros estratégicos.

En la actualidad se está planteado al bienestar animal como un factor clave, que adquiere una gran atención tanto a nivel social, como a nivel productivo. La sociedad está cambiando su forma de seleccionar el producto y busca ver la procedencia de los mismos y si existieron condiciones de confort para esos animales (García et al., 2009).

Teniendo en cuenta los parámetros de comportamiento y performance en los diferentes tratamientos se quiere ver si existen diferencias y si existe un impacto entre los mismos, en cuanto a producción y confort. De ahí determinar con el mínimo costo de inversión que infraestructura se ajusta mejor para las condiciones de Uruguay. Ya que trabajos publicados por Grant (2006), Callejo (2012) mostraron que un mayor tiempo de descanso se asocia a mayor confort lo que se traduce en una mayor productividad.

En el presente ensayo se midió para cuatro sistemas de semiestabulación la suciedad y el comportamiento, puntos claves del confort animal.

1.1. OBJETIVO

1.1.1 Objetivo general

Evaluar los diferentes sistemas de semiestabulación: cama de goma individual (CGI), cama de goma colectiva (CGC), pastura (P) y corral de tierra (CT), en cuanto al desempeño productivo y comportamental en vacas Holstein.

1.1.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto comportamental de los distintos sistemas de semiestabulación.
- Evaluar la condición corporal y el peso vivo de los cuatro tratamientos.

- Evaluar el efecto de los cuatro tratamientos de semiestabulación, sobre la respuesta productiva de vacas lecheras de alta producción.
- Estudiar el efecto de los distintos sistemas de semiestabulación, sobre el score de limpieza de los animales.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. BIENESTAR ANIMAL

La ciencia del bienestar animal (BA) fue creada en la década de 1960, pero aún no existe una definición científica única de lo que significa el bienestar animal (Broom y Molento, citados por Zanin et al., 2016).

Las primeras menciones de bienestar animal (Brambell, 1965) lo definen como un término amplio que abarca tanto los aspectos físicos como los aspectos psíquicos del animal. Por lo tanto, todo intento de evaluación del bienestar debe tener en cuenta las pruebas científicas disponibles relativas a los sentimientos de los animales que puedan deducirse de su estructura, su función y su comportamiento.

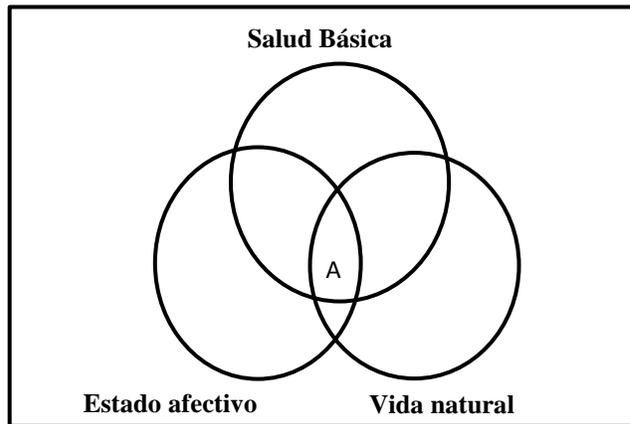
Por otro lado, se define bienestar al estado del animal y sus intentos de hacer frente a cambios en el medio ambiente que lo rodea (Broom, 1986). Esta definición hace hincapié en la capacidad del animal para adaptarse a un entorno con posibles dificultades. En algunos casos, el animal puede hacer frente a los cambios con poco esfuerzo y gasto de recursos, en cuyo caso el bienestar del individuo es satisfactorio. Sin embargo, en otros casos el animal no pueda hacer frente a todo, en cuyo caso su bienestar es obviamente negativo (Broom, 1986).

La unificación del criterio es importante tanto en el estudio del bienestar como en su aplicación a los animales en los establecimientos, laboratorios, etc. El gobierno británico creó el FAWC (Farm Animals Welfare Council= Consejo de Bienestar de los Animales de Granja, en español, FAWC, 2009), que estableció las cinco libertades de los animales, que son aceptadas hoy en día como una visión general de bienestar de los animales. Estas son:

- 1) libertad del hambre, la sed y la desnutrición
- 2) libertad de la incomodidad
- 3) libertad de dolor, lesiones y enfermedades
- 4) libertad de expresar su comportamiento
- 5) libertad de miedo y el estrés.

Fraser (2009) con otra visión basándose en los mismos conceptos, ha establecido que la definición de bienestar animal más aceptada hoy en día se describe en tres conceptos: 1) la salud de los animales y el funcionamiento, 2) el estado emocional de los animales y 3) la adaptación natural de los animales. Como ejemplo de estos tres conceptos, el término de salud incorpora enfermedades, estrés físico y lesiones; en lo que refiere al estado emocional, incorpora incomodidad, hambre, sed, dolor y el miedo; y en términos de adaptación natural

encarnar la libertad para llevar a cabo un comportamiento natural. El concepto de bienestar ideal está dado por la combinación de estos tres conceptos (Figura 1, el área A, Fraser, 2009).



La zona "A" es el bienestar del animal doméstico ideal para asociar los tres conceptos.

Figura 1. El diagrama muestra los tres conceptos de bienestar

Fuente: Fraser (2009).

Un enfoque complementario del bienestar animal proviene del reconocimiento por parte de los consumidores que pueden afectar los hábitos de compra. Las encuestas llevadas a cabo en la UE muestran que los consumidores a menudo declaran que las cuestiones de bienestar de los animales son importantes para ellos en la toma de decisiones de compra, aunque a veces éstos son de importancia secundaria en comparación con la seguridad alimentaria, el sabor y la nutrición (Weatherell et al. 2003, Grunert et al. 2004).

2.2. INDICADORES DE BIENESTAR ANIMAL

Dada la importancia que parece tener el bienestar para los animales, surge una pregunta: ¿se puede medir el BA? La respuesta es positiva. Una forma de evaluar el bienestar animal según Zanin et al. (2016) es mediante indicadores fisiológicos como la salud, la enfermedad y el estrés. Según Broom (1986) cuando se utilizan indicadores de bienestar es el bienestar de cada individuo más que el del grupo en su conjunto, que debe ser evaluado. Según Huertas (2013) el BA se puede cuantificar a través de dos tipos de indicadores: los basados en el animal (son los más fehacientes, aunque a veces los más difíciles de medir), y los basados en el medio ambiente que rodea al animal.

Los factores basados en el animal (Huertas, 2013) se clasifican como:

- Indicadores clínicos: registro de enfermedades (ejemplo: rengueras, mastitis, lesiones, etc.).
- Indicadores biológicos: registros fisiológicos (ejemplo: liberación de hormonas); registros hematológicos (ejemplo: número de leucocitos, neutrófilos, monocitos, etc.); registros biofísicos (ejemplo: temperatura corporal, frecuencia cardíaca, ganancia de peso).
- Indicadores etológicos (comportamentales): observación y descripción de patrones de comportamiento.
- Experimentación, por medio de pruebas de preferencia o análisis de motivación.

Los factores que rodean al animal o ambientales, se pueden clasificar de la siguiente forma de acuerdo a Huertas (2013):

- El ambiente, un espacio que integra las condiciones de alojamiento, el alimento, la disponibilidad de agua y el ambiente social, entre otros.
- El personal que los maneja, teniendo en cuenta su conocimiento sobre la biología de los animales, su capacidad de observación y empatía con los mismos.
- El sistema de manejo, como adecuación a la especie, raza, edad y genética de los animales.

De acuerdo con FAWC (2009), se estableció para los criterios basados en el animal y el ambiente, los principios y criterios para su evaluación (Cuadro 1). Welfare Quality tiene por objetivo desarrollar un protocolo de referencia para el bienestar animal, el cual sea científicamente válido y aceptado. Para ello los protocolos se basan en cuatro principios:

1. Buena alimentación
2. Buen alojamiento
3. Buena salud
4. Comportamiento apropiado

Cada principio a su vez se define en base a diferentes criterios y cada criterio se evalúa mediante uno o varios indicadores, como lo muestra el siguiente cuadro. Esto permite tener una visión global del estado de los animales.

Cuadro 1. Ejemplo de indicadores basados en el animal y el ambiente: su vinculación con los principios y criterios con el que se corresponde su evaluación

	Indicador	Principio	Criterio
Basado en el animal	Condición Corporal	Alimentación Salud	Ausencia de hambre prolongada
	Limpieza de los animales	Alojamiento	Confort en relación con el descanso e higiene
	Tos	Salud	Ausencia de enfermedad.
	Alteraciones tegumentarias	Salud	Ausencia de enfermedad.
	Descarga nasal y/u ocular y/o vulvar	Salud	Ausencia de enfermedad.
	Respiración agitada	Salud	Ausencia de enfermedad.
	Locomoción	Salud	Ausencia de enfermedad.
	Mastitis	Salud	Ausencia de enfermedad.
	Mortalidad	Salud	Ausencia de enfermedad.
	Distancia de fuga	Comportamiento	Interacción positiva humano-animal.
Basado en el ambiente	Provisión de agua	Alimentación	Ausencia de sed prolongada.
	Limpieza de agua	Alimentación	Ausencia de sed prolongada.
	Comedero	Alimentación	Ausencia de hambre prolongada.
	Ventilación de corral	Alimentación	Confort en relación con el descanso.
	Cama	Alimentación	Confort en relación con el descanso.
	Densidad de animales	Alimentación	Facilidad de movimiento.
	Instalaciones	Salud	Ausencia de dolor o heridas causadas por prácticas de manejo.
	Acceso a la pastura	Comportamiento	Expresión adecuada de otras conductas.

Fuente: FAWC (2009).

Según Broom (1986) cuando se utilizan indicadores de bienestar es el bienestar de cada individuo más que el del grupo en su conjunto, que debe ser evaluado. Por ejemplo, si se está midiendo la tasa de crecimiento, o el éxito reproductivo, una escasez de alimentos podría llevar a efectos sobre todos los individuos presentes, lo que indicaría una disminución en el bienestar. Si bien la tasa media de crecimiento, o la producción reproductiva puede ser normal, el bienestar de algunos individuos puede ser negativa; por consiguiente, o bien se debe cambiar el sistema, o ver una disposición alternativa para estos individuos.

2.2.1. Salud

Parece evidente que la mala salud puede ser una de las principales causas de malestar, y que la aparición de la enfermedad puede ser utilizada para evaluar el bienestar de los animales (Zanin et al., 2016). Es sabido que la ausencia de enfermedad no necesariamente sugiere un nivel óptimo del bienestar de los animales, queda claro que la presencia de alguna o algunas enfermedades, por lo general, conllevan un estatus de bienestar insuficiente (Webster, 2005). Los animales de todas las edades, tanto en sistemas de alojamiento tradicionales como en sistemas modernos, y bajo gestión intensiva y extensiva, sufren de una variedad de enfermedades endémicas, tanto infecciosas como no infecciosas, así como brotes de enfermedades epidémicas (Rushen et al., 2008). Dentro de los indicadores de salud más relevantes en cuanto al bienestar animal, de relativamente fácil medición a campo y que generalmente pueden ser tomados de la base de datos de los tambos se destacan, entre otros: la mastitis, las enfermedades pódales, la condición corporal, los índices y causas de descarte y/o mortandad, los problemas de fertilidad y los índices productivos (Webster, 2009).

La mastitis es la inflamación de la glándula mamaria, en la mayoría de los casos como consecuencia de infecciones causadas por distintos microorganismos, especialmente bacterias, y con menos frecuencia debido a traumatismos, lesiones e irritaciones de origen químico. La mastitis es la enfermedad infecciosa más costosa en los rodeos lecheros. La eliminación completa de la mastitis de un rodeo es imposible, sin embargo, se puede reducir el número de nuevas infecciones y disminuir la duración de las infecciones. El grado de inflamación puede variar mucho, desde subclínico hasta clínico, en sus diversas formas, dependiendo esto de la severidad con que la ubre reaccione a la fuente de irritación (Chaves, 2004). Las mastitis tanto clínica como subclínica son las patologías más frecuentes de las vacas lecheras a lo largo de todo el mundo. Causando grandes pérdidas en producción y perjudicando el bienestar de los animales (Martínez et al., 2016).

Las afecciones pódales son la tercera causa de descarte en vacas de tambos luego de las reproductivas y la mastitis. Los factores de riesgo son

cuatros. El primero es la predisposición genética vinculado con los aplomos y el ángulo de la pezuña, en segundo lugar, se encuentra el medio ambiente relacionado al estado del piso, las calles y la sala de ordeño y los cuales potencian los problemas cuando hay barro dificultando la locomoción de los animales. En tercer lugar, se encuentra el manejo adquiriendo un rol importante en cuanto a los kilómetros recorridos y la concentración de las vacas. Por último y siendo el factor que tiene mayor incidencia es la nutrición, relacionado con la calidad y el nivel de alimentación. Siendo la acidosis ruminal la principal promotora de las afecciones pódales en los rodeos lecheros (Rutter et al., 2003).

En un trabajo nacional publicado por Ramos (2004) señala que un brote de Laminitis en un tambo redujo la producción en un 70 % y se rechazaron 100 vacas de un total de 170 que había en ordeño. Por lo que dicha enfermedad adquiere gran relevancia.

2.2.2. Alimentación

Según FAWC (2009) la forma de caracterizar la alimentación es detectando la ausencia de hambre y de sed prolongadas por parte de los animales. Por lo que se tiene que tener en cuenta la asignación del alimento, las dimensiones de los comederos como de los bebederos.

Un análisis realizado por Amores (2014) sobre la influencia de la alimentación en sistemas cada vez más intensivos, explica que para alcanzar volúmenes elevados de leche las dietas deben tener una alta proporción de concentrados. Esto conlleva a un cambio en los ácidos grasos volátiles producidos a nivel ruminal, aumentando considerablemente el ácido propiónico el cual induce a la producción de glucosa y eventualmente a un mayor volumen de leche. Pero al trabajar con altos niveles de carbohidratos en las dietas se está corriendo un riesgo, por una disminución del pH ruminal que puede causar problemas de acidosis perjudicando el bienestar del animal. La acidosis ruminal es uno de los problemas digestivo de origen nutricional más importante trayendo problemas no solo en la producción de leche si no en la salud del propio animal (Salcedo et al., 2012).

Por otro lado, la malnutrición de los animales influencia la aparición de enfermedades, especialmente aquellas relacionadas con desórdenes metabólicos y problemas al parto que, a su vez, afecta negativamente a la ovulación y a la tasa de fertilidad (Roche et al., 2009).

2.2.3. Alojamiento

No existe un sistema de alojamiento perfecto en términos de bienestar animal, puesto que el manejo en cada explotación tiene un efecto mucho más importante que el sistema de alojamiento en sí mismo (Temple et al., 2016). Sin embargo, diseñar alojamientos adecuados y funcionales es una tarea importante y compleja, peor cuanto mayor es su tamaño. En el diseño se deben considerar numerosos aspectos relacionados con el bienestar de los animales, la logística, el ambiente y la propia eficiencia del trabajo diario (Callejo, 2016). El alojamiento tiene un impacto sustancial sobre la conducta de descanso, la salud y el rendimiento de las vacas lecheras (Temple et al., 2016), ya que, un menor tiempo de descanso conlleva a que la vaca permanezca levantada durante más tiempo y aumente la incidencia de cojeras, exacerbadas por factores adicionales como los fisiológicos, nutricionales, suelos abrasivos o resbaladizos (Callejo, 2016).

El índice Animal Needs Index (ANI) apareció por primera vez en la primera publicación en inglés en 1991. El índice claramente no evalúa la gama completa de necesidades esenciales que los respectivos animales podrían poseer. Evalúa las condiciones de vivienda de los animales sobre la base de lo que se sabe que es importante para satisfacer las necesidades de los animales y asegurar su bienestar. Como todos los índices, utiliza un sistema de puntos graduados con el que se evalúan cinco aspectos del sistema de alojamiento. Estas cinco categorías fueron elegidas por su importancia para el bienestar de los animales y son: 1) el movimiento y la locomoción, 2) la interacción social, 3) tipo y condición de los suelos, 4) condiciones de luz y aire y 5) Condiciones de la infraestructura (Bartussek et al., 2000).

2.2.4. Comportamiento

El conocimiento del comportamiento de los animales puede proporcionar información sobre cómo diseñar alojamientos a fin de proporcionar comodidades para los animales, buscando que el mismo se encuentre en su zona de confort. El estudio del comportamiento animal puede ayudar a determinar necesidades de los animales, y así servir de base para los criterios basados en los insumos para lograr el bienestar animal. Además, los animales en los sistemas de alojamiento modernos en ocasiones se comportan de maneras que parecen ser anormales, y la realización de tales conductas se ha propuesto para indicar malestar (Rushen et al., 2008).

En el Cuadro 2. se define el tiempo dedicado a distintas actividades como lo son la alimentación, descanso, interacción social, rumia, consumo de agua, el tiempo de ordeño y el traslado hacia la sala. Los datos fueron tomados para animales en régimen de estabulación. La actividad que adquiere mayor relevancia en el ganado lechero, ocupando alrededor de 50% tiempo diario es el

descanso. Los beneficios del descanso traducen a una mayor síntesis de leche, debido a un mayor flujo sanguíneo a través de la ubre, mayor flujo sanguíneo al útero durante la lactancia, mayor efectividad de la rumia, menor estrés y mayor consumo de alimento (Grant, 2006). Sabiendo que se produce 1 kg más de leche al día por cada hora adicional de descanso (Callejo, 2016). Otra actividad que adquiere gran relevancia y está muy asociada al descanso y a todos los beneficios que genera, es la rumia ocupando 35% de la actividad, la reducción de la rumia y un posible aumento en la tasa de alimentación puede causar acidosis y problemas relacionados con ella como son los problemas de reingrera (Grant, 2011). Por eso la rumia juega un papel fundamental tanto en la producción diaria, como en evitar problemas sanitarios que puedan afectar al bienestar y la producción.

Cuadro 2. Tiempo (horas/día) que la vaca dedica a diversas actividades

Actividad	Tiempo dedicado a la actividad por día (hora)
Comer	3 a 5 (9 a 14 comida /día)
Descanso	12 a 14
Interacción social	2 a 3
Rumiando	7 a 10
Bebiendo	0,5
Ordeño, tiempo de viaje.	2,5 a 3,5

Fuente: Grant (2006).

Los cambios en los patrones de comportamiento animal del ganado lechero resultan una medida útil para la evaluación del grado de bienestar del rebaño lechero. La duración y frecuencia con la que determinadas actividades de comportamiento tienen lugar proporciona una idea del grado de sincronía de comportamiento y del estado de bienestar de los animales. Un ejemplo claro es que los animales que pastorean pasan más tiempos comiendo si se compara con animales que se encuentran estabulados (Roca et al., 2016). Además, los análisis de la conducta diaria que tienen como objetivo obtener un indicador de la comodidad, tienen que considerar cuidadosamente el impacto de las interacciones entre las actividades (en particular de ordeño y alimentación) sin descuidar las condiciones ambientales (Mattachini et al., 2014).

2.3. TIPOS DE ALOJAMIENTOS

2.3.1 Sistemas pastoriles

En contraste con las prácticas lecheras intensivas en muchos países del hemisferio norte, el ganado lechero en muchos países del hemisferio sur, como Australia, Nueva Zelanda, Argentina y Uruguay pastorean todo el año. Estos sistemas tienen una imagen de bienestar más favorable, en gran parte debido a la libertad de los animales para realizar una amplia gama de comportamientos específicos de cada especie y, posiblemente, debido a la percepción de menos estrés y menos problemas de salud (Hemsworth et al., 1994).

La producción de leche en Irlanda se desarrolla principalmente por sistemas estacionales basados en el uso de pasturas a través de pastoreo directo, conservación de forraje y aporte estratégico de concentrado. El objetivo de dichos sistemas es optimizar el uso de la pastura, sincronizando las fechas de parto con el inicio del crecimiento activo de los pastos (Dillon et al., 2006).

La gran ventaja en sistemas pastoriles es que las vacas cosechan su propio forraje y dicho forraje es más barato en términos relativos. Sin embargo, la gran desventaja es que bajo esas condiciones no se puede predecir el consumo individual por vaca, y tampoco la variación individual, si se considera el consumo del rodeo. Al no conocer el consumo de energía y otros elementos nutritivos, no es fácil suministrar a través del concentrado las cantidades adecuadas de nutrientes para lograr una dieta equilibrada (Hazard, 2001).

Un trabajo realizado por Chilibroste (2012) que compara la producción de leche entre animales estabulados vs animales bajo pastoreo con diferentes ofertas de forraje. Mostró que la producción de leche obtenidas en los primeros 60 días posparto fueron de 33.2, 24.4, 26.2, 27.3L vaca/día para TMR, 6, 9 y 12 cm de forraje residual, respectivamente. El sistema que simuló estabulación (TMR) produjo entre 6 y 9 L más de leche durante los primeros 60 días de lactancia respecto a los sistemas con una sesión de pastoreo entre el ordeño.

2.3.2. Sistemas estabulados

2.3.2.1. Free stall

Muchos productores lecheros alojan sus vacas en sistemas estabulados, en los cuales las vacas son "libres" para comer, beber y descansar. Estos lugares proporcionan un fácil acceso a la alimentación y al agua potable, así como a la

sombra y le brinda protección contra las inclemencias del tiempo. Los productores de estos sistemas tienen ventilación para mantener las temperaturas adecuadas. Los productores utilizan sistemas de muro para sombrear las vacas en el verano y detener el viento durante el invierno. Algunos incluso utilizan pulverizadores y grandes ventiladores para mantener las vacas frescas en el verano. Y debido a que el ejercicio es clave para el bienestar de las vacas, muchos instalan suelos de goma u otros antideslizantes en sus establecimientos para que las vacas puedan moverse con seguridad (MGAP. DIEA, 1980,1990, 2000).

Uno de los componentes más importantes es el diseño de la cama y la elección de un buen material para las mismas, ya que las vacas van a estar más de unas 10 hs por día sobre el mismo. Las camas deben ser lo suficientemente grandes para permitir al animal echarse y levantarse cómodamente, cuidando que no sea excesivamente amplia. En cuanto al material de las camas existen numerosas alternativas, como paja, estiércol sólido, compost, arcilla, siendo la arena y las camas de goma las opciones más populares (Frossasco et al., 2015).

En este sentido, numerosos trabajos (Tucker et al. 2003, Haufe et al. 2008, Calamari 2009) han sido realizados para determinar el mejor material a utilizar en las camas. Calamari (2009) realizó un experimento probando cuatro superficies de estabulación: cama de paja, camas de arena profunda (20 cm de arena fina, diámetro de partícula 0,02-0,2 cm), cama de goma (una capa de caucho superior sobre una suave capa de acetato de vinil etileno), el colchón (caucho reciclado, 20 cm de espesor, cubierto por una capa permeable externo para permitir la correcta transpiración de la piel cuando el animal está sobre ella y una capa impermeable interna para evitar la contaminación del material de relleno). Dicho autor concluyó que las vacas pasaron más tiempo echadas en superficies de arena y paja en lugar de las conformadas por el colchón o la alfombra de goma.

Por otro lado, Tucker et al. (2003), compararon tres tipos de camas (camas profundas de aserrín, camas profundas de arena (cm), colchones y cubiertas de geotextil de 2 a 3 cm con aserrín). Las vacas de este experimento tuvieron una preferencia abrumadora por el aserrín seguido por la arena, o sea superficies más blandas. Mientras que los colchones no fueron los más exitosos. Mientras que Haufe et al. (2008) en un experimento utilizando varias razas lecheras (Holstein, Holstein roja, pardo suizo) en diferentes tipos de cama las cuales fueron asfalto, hormigón y caucho, pudieron concluir que las vacas preferían el caucho sobre todo lo demás ya que las superficies duras suelen ser más abrasivas y más resbaladizas lo que trae un efecto negativo en los animales.

Las características óptimas de diseño de un free stall se detallan a continuación. Se calcula una superficie total de galpón que oscila entre 8 y 10 m² por vaca. En lo que refiere a las dimensiones de las camas, el tamaño

recomendado para la raza Holando está entre 1,8 m². El espacio de las camas debe estar unos 20 – 30 cm por encima del pasillo para evitar el ingreso de heces y orina, y esta altura depende del material que se utilice para rellenar la cama. Se recomienda que la cama tenga una ligera pendiente (2-3%) hacia el pasillo. Las camas deben ser niveladas al menos una vez al día para garantizar una superficie mullida y limpia de unos 10 a 15 cm por sobre el concreto (Frossasco et al., 2015)

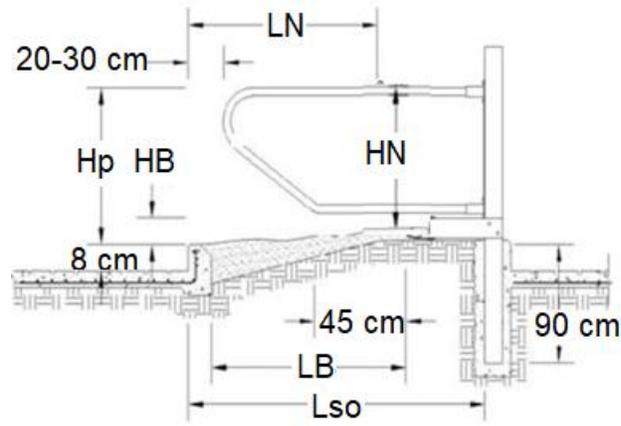
Cuadro 3. Dimensiones de cubículos

Peso animal (kg)	Longitud total del cubículo con el frente abierto (cm)	Longitud hasta el Tubo o donde toca el pecho (cm)	Longitud hasta el cuello (cm)	Ancho de cada cubículo (cm)	Altura hasta la parte superior de la partición (cm)	Carril de altura a cuello (cm)	Altura de tablero o del tubo (cm)
	Lso	LB	LN	Ws	Hp	HN	HB
400 – 500	200 - 208	162 - 168	157 – 163	104 - 110	107 – 112	107 - 112	10 - 15
500 - 590	208 - 218	168 - 173	163 – 168	110 - 114	112 – 117	112 - 117	11 - 15
590 - 680	229 - 244	173 - 178	168 – 173	114 - 122	117 – 122	117 - 122	12 - 15
680 - 770	244 - 260	178 - 183	173 – 178	122 - 132	122 – 132	122 - 132	13 - 15

(vea las ilustraciones ya que detalla cada ítem del cuadro)

Fuente: Graves et al. (2005).

Figura 2. Diagrama de free-stall de tipo abierto



Fuente: adaptado de Graves et al. (2005).

Otro aspecto que considerar en el diseño de free stall, es el acceso al alimento, se debe garantizar que las vacas tengan acceso constante a alimento de buena calidad. Para ello, es importante respetar una distancia de 60 a 75 cm de frente de comedero, principalmente cuando se utilizan cepos de alimentación, en cuyo caso se deben dimensionar para el 25% de las vacas de mayor tamaño.

Los pasillos deben estar diseñados para un desplazamiento confortable de los animales, seguro y conveniente para los operadores, y de acceso libre para la maquinaria que deba realizar labores de limpieza y distribución de alimento. Las vacas prefieren tomar agua apenas salen de la sala de ordeño y durante los descansos de alimentación. Para calcular la longitud del bebedero se consideran aproximadamente 4 cm por vaca y contar con más de un área de acceso. Debido al encierre, es necesario prestar gran atención al estrés calórico. La orientación de los corrales debe ser de norte a sur por el sentido de rotación de la sombra (Frossasco et al., 2015)

2.3.2.2. Drylot

En un sentido práctico, significa alimentar a vacas confinadas mediante forrajes, residuos de cultivos y granos que pueden tener más valor comercializado a través del ganado que como un cultivo comercial.

El Drylot puede o no reemplazar el pastoreo en su totalidad, sino que ademen algunas situaciones puede complementar las prácticas de pastoreo o ser un sistema de manejo alternativo. Este sistema es una opción durante una

sequía, un aumento en el número de animales que sobrepasa mi capacidad pastoril o la pérdida de pastos causada por un factor externo al sistema. Tiene la ventaja de poder iniciarse sin recurrir a una gran inversión en tierra ya que en pocos metros cuadrados entran muchos animales (Anderson et al., 2007).

Son sistemas originados de la zona de Arizona en EEUU, Este tipo de sistemas es para zonas con lluvias menores a los 500 milímetros anuales, ya que demandan un gran mantenimiento de pisos y accesos (Frossasco et al., 2015).

En lo que refiere a las características del Drylot, la superficie por animal varía entre 50 y 70 m²/vaca. Es importante tener en cuenta la pendiente del terreno (2-4%) y el piso compactado, para que el agua de lluvia no se acumule formando barro. Si existe un buen trabajo de compactado que limite la infiltración, la pendiente se puede reducir al 1 o 2%. La alimentación puede darse dentro o fuera del corral, con el inconveniente que dentro del corral puede ocasionar problemas con el tractor en la época de lluvias. Generalmente, dentro de cada corral, se construye sombra para los animales, que pueden ser móviles o fijas. La distancia entre la sombra y los comederos no debe ser excesiva, porque las vacas en verano prefieren la sombra a alimentarse y esto hace bajar la productividad. El manejo del estiércol consiste en pasar una rastra periódicamente y acumular el estiércol sólido para ser desparramado como abono en los lotes (Frossasco et al., 2015).

2.3.2.3 Cama de compostaje o cama caliente

El sistema estabulado de cama de compostaje surge como una opción que posibilita no sólo aumentar la productividad de los animales, mediante una mejora del bienestar animal, sino que además brinda una solución a problemas de contaminación y manejo de efluentes. El éxito de este sistema depende principalmente del manejo adecuado de la cama, debiendo permanecer siempre confortable (seca y mullida). El compostaje se genera a partir de la mezcla de una fuente de carbono y materia orgánica (mo) alta en nitrógeno (estiércol y orina, Frossasco et al., 2015).

El proceso de formación del compostaje es dinámico, requiriendo monitoreo frecuente de temperatura (45-55°C), humedad (50-60%), ph (6,5-8,0), relación C: N (entre 25:1 y 30:1), para una adecuada formación del compostaje. En este sistema, resulta fundamental una buena ventilación del galpón, para lo cual se requiere un correcto diseño, orientación y dimensionamiento del mismo. La incorporación de techo corredizo y la instalación de amplios ventiladores, favorece la disipación del calor y la rápida eliminación de los gases que producen los microorganismos cuando descomponen por oxidación y fermentación la MO del estiércol (Frossasco et al., 2015).

2.3.2.4 Resumen de los tipos de alojamiento

Sistemas pastoriles: en estos sistemas los animales permanecen todo el tiempo dentro de la parcela lo que le confiere una visión más natural para realizar su comportamiento, trayendo consigo mayor bienestar animal.

Estabulación libre (Free stall): es un sistema más moderno que delimita la zona de reposo para cada vaca (cubículo), dispuestos a lo largo de un pasillo de circulación para el movimiento de los animales. Las ventajas que tiene este tipo de alojamiento son:

- Necesidad de menor superficie de reposo por animal.
- Ahorro de cama.
- Mayor limpieza del ganado.
- Mayor confort para el animal.
- Mayor independencia ante las condiciones climáticas.

Aunque también presenta limitantes las cuales son:

- Mayor costo de inversión por animal.
- Limpieza muy frecuente del sistema (al menos 1 vez al día).
- Revisión frecuente del suelo y cama del cubículo.

Sistema de corral seco (Drylot): sistema de producción intensivo recomendado para zonas con lluvias menores a 500 milímetros anuales, ya que demanda un gran mantenimiento en pisos y accesos. Las fortalezas de este tipo de alojamiento son:

- Bajo costo de inversión inicial.
- Menor costo de mantenimiento en comparación a los sistemas estabulados.
- Menos mano de obra para su mantenimiento.
- Adaptable a distintas escalas productivas.

Las debilidades de este tipo de instalación son:

- Se requiere mayor superficie por vaca que en los sistemas estabulados.
- Con altas precipitaciones trae problemas tanto productivos como sanitarios.
- En épocas estivales se hace difícil mitigar el calor.

2.4 HIPÓTESIS

El comportamiento, la producción, el score de limpieza se verán afectados por los distintos sistemas de semiestabulación en vacas Holstein.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN Y PERIODO EXPERIMENTAL

El trabajo se realizó en la Unidad de Lechería del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, “La Estanzuela” (coordenadas: 34° 20' 23.72" S – 57° 41' 39.48" O), desde el 13 de junio de 2016 hasta el 27 agosto del mismo año. El período de acostumbramiento a los alojamientos se definió del 13 de junio al 6 de julio (día experimental=0).

3.2. ANIMALES Y TRATAMIENTOS

Se utilizaron 64 vacas Holstein del rodeo experimental de INIA La Estanzuela, que fueron bloqueadas por número de lactancia ($2,8 \pm 1,30$), días de lactancia al inicio del experimento ($115 \pm 31,4$), producción de leche ($29,4 \pm 6,08$ L/día), peso vivo (577.0 ± 53.50 kg) y condición corporal (2.8 ± 0.44 escala de 5, Edmonson et al., 1989) y asignados al azar a uno de los siguientes alojamientos:

Cama goma individual (CGI, n=16) alojamientos en cubículos individuales de cama de goma (colchón Elista, Bioret- Agri- Agroteching) techados tipo “free-stall” (modelo EURO BLD milking, Jourdain, Francia).

Cama goma colectiva (CGC, n=16) alojamientos colectivos cama de caucho (Animal Inc. Canadá) techados.

Corral de Tierra (CT, n=16) alojamientos en corral de tierra con una superficie por animal de 60 m² y montículo. Tratamiento previo al corral.

Pradera (P, n=16) alojamiento en pradera de festuca de 5^{to} año. Las parcelas del tratamiento eran de 60m²/vaca, y se asignaban a una nueva parcela cuando el score de suciedad (Cook, 2002) superaba los 2.5 en promedio de todos los animales.

Figura 3. Alojamientos estudiados: cama de goma individual (imagen superior izquierda), cama de goma colectiva (imagen superior derecha), corral de tierra (imagen inferior izquierda), pradera de festuca de 5°. año (imagen inferior derecha)



3.3 MANEJO DE LOS ANIMALES E INSTALACIONES

Los animales se ordeñaron dos veces al día (5:00 y 15:00 horas). Luego de ambos ordeños los animales eran trasladados a los cuatro encierros donde recibían agua *ad libitum* y la mezcla de ensilaje y concentrados (RTM) (17.39 %PC, 34.91 % FDN, 21.50 % FDA, 3.15 % EE, 6.01 % CEN, 1.44 %ENL). La RTM fue ofrecida en comederos con piso de cemento en los alojamientos individuales y colectivos, y en comederos de madera en el corral de tierra y pradera. Previo a la realización de las mediciones los animales presentaron un período de acostumbramiento de 15 días en los echaderos en el cual los animales fueron monitoreados cada una hora verificando que utilizaron las instalaciones correctamente.

Cuadro 4. Composición de la ración totalmente mezclada (TMR) en kg de materia seca por animal por día (kg ms/a/d)

Componente	kg ms/a/d
Ensilaje de maíz	8.25
Silo pack de alfalfa (henilaje)	1.375
Expeler de canola	3.6
Grano húmedo de maíz	4.62
Ración comercial (18 %PC)	3.72
Mezcla mineral (bovimilk premium) *	0.20
Carbonato de calcio	0.1
Urea	0.05
Total	21.9

*bovimilk premium: carbonato de calcio, sal entrefina, dolomita, fosfato monocálcico y/o proteinatos de zinc, cobre y selenio. Secuestrante combinado (aluminosilicatos y pared de levaduras), levaduras vivas.

La limpieza de los echaderos tanto individuales como colectivos se realizó diariamente de lunes a viernes mientras las vacas se ordeñaban por la tarde. La limpieza implicaba un tiempo de una hora y media diarios, la cual se hacía con un tractor y una pala trasera, palas individuales y lampazo.

3.4. DETERMINACIONES EN EL AMBIENTE

3.4.1. Caracterización del ambiente

La precipitación efectiva fue utilizada para caracterizar el ambiente, fueron utilizados los datos de la Estación Meteorológica convencional ubicada en el parque agrometeorológico de La Estanzuela a 1km. Se calculó el balance hídrico utilizando la precipitación efectiva (mm) y la evapotranspiración de Penman (mm) para un suelo con capacidad de almacenaje de agua de 120 mm.

Para obtener las temperaturas se utilizaron los datos del banco agroclimático de INIA La Estanzuela. Para el período del ensayo la temperatura media fue de 11,6 °C, la máxima 15,8 °C y mínima 7,3 °C.

3.5 ÁREA DE DESCANSO-FESTUCA

El área de festuca (*Festuca arundinacea*) destinada por animal fue de 60 m²/vaca/parcela. Se contó con 3 parcelas para realizar rotaciones de las mismas según el score de suciedad (Cook, 2002), cuando el mismo superaba los 2.5 en

promedio de todos los animales se realizaba el cambio de parcela. Esto variaba dependiendo las precipitaciones y el barro acumulado en las parcelas.

Como variables de manejo en este tratamiento se determinó: área destinada total/vaca, tiempo promedio de ocupación de la parcela.

3.6. DETERMINACIONES EN LOS ANIMALES

3.6.1. Producción de leche

Se registró diariamente la producción de leche (PL) en cada ordeño. Se extrajeron muestras de leche compuestas (en los 2 ordeños) para el estudio de su composición en términos de grasa (G), proteína, lactosa, nitrógeno ureico (MUN, g/d) y recuento de células somáticas. La mismas fueron determinados por análisis del infrarrojo medio (BentleyModel 2000, BentleyInstrumentInc., Chaska, MS, USA) de acuerdo a la metodología propuesta por IDF (2000). La concentración de MUN fue determinada a través del método de PH diferencial (MilkoScan FT+). La PL fue corregida por sólidos según la siguiente ecuación, Leche corregida por sólido (LCS): $12.3 \times G + 6.56 \times SNG - 0.0752 \times PL$ (Tyrrell y Riel, 1965) donde SNG es sólidos no grasos, están compuestos por proteínas (mayoritariamente caseína), lactosa (el azúcar de la leche) y sales minerales (calcio, potasio, fósforo, magnesio, hierro, etc.).

3.6.2. Peso vivo y condición corporal

Quincenalmente se pesaron todos los animales a las 8:00 horas, con balanza digital (ID3000, True-Test, Auckland, New Zeland; 500g exactitud) sin desbaste previo. A su vez se realizó la evaluación de la condición corporal (utilizando para ello la escala de 5 puntos (Edmonson et al., 1989), la cual es un método subjetivo para evaluar reservas corporales de vacas secas y lactantes. La misma medición estuvo a cargo de la misma persona en las distintas evaluaciones.

3.6.3. Limpieza de los animales

La limpieza de los animales se registró dos veces por semana luego del ordeño de la mañana mediante un score gráfico de higiene de vacas en la escala de 1 a 4 para tres zonas del cuerpo; ubre, parte inferior de las patas y el costado (flanco). En cada área se utilizó un score del 1= limpia, poca o nula evidencia de estiércol, 2= limpia, solo algunas salpicaduras de estiércol, 3= sucia, visibles placas delimitadas de estiércol, 4= muy sucio, confluentes placas de estiércol (Cook, 2002). Los datos fueron analizados ajustando un modelo lineal generalizado a través del procedimiento GENMOD del paquete estadístico SAS, asumiendo una distribución multinomial de las variables. Las diferencias entre

tratamientos se establecieron a través de contrastes ortogonales, con un nivel de significancia del 5 %.

Figura 4. Score de limpieza

Score 1



Score 2



Score 3



Score 4



Fuente: Cook (2002).

3.6.4. De comportamiento

Quincenalmente se determinó el comportamiento individual de los animales, registrando la actividad en que se encontraba cada animal en intervalos de 15 minutos. Las actividades registradas fueron las siguientes: parada, parada en alojamiento, parada en no alojamiento, echada, echada en alojamiento, echada en no alojamiento, rumia y comiendo.

3.6.5. Determinaciones en los alimentos

El 11 de agosto y el 22 de agosto se extrajeron muestras de los componentes del TMR (ensilajes y granos) las que fueron secadas y molidas. En el análisis de la composición química de forraje y componentes del RTM se determinó el contenido de materia seca (MS), cenizas (C), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) en el Laboratorio de Nutrición de INIA, La Estanzuela. El contenido de MS y de cenizas fue determinado como fue propuesto por AOAC (1990). El contenido de PC (nitrógeno x 6,25) fue determinado a través del procedimiento Kjeldahl (AOAC, 1990), y el EE utilizando un extractor Soxhlet durante 6 horas con éter de petróleo como solvente. Según la metodología de Van Soest et al. (1991) fueron obtenidos los contenidos de FDA y FDN.

3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, donde las vacas fueron las unidades experimentales y se estratificaron según, número de lactancia, producción de leche a inicio del ensayo, peso vivo y estado corporal.

Los registros de PL (kg/a/día), LCS (kg/a/día), la CC y PV. Se analizaron ajustando un modelo lineal general con medidas repetidas en el tiempo. Para el

análisis se utilizó el procedimiento Mixed del paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2009). El efecto “semana experimental” fue considerado como el factor de medidas repetidas. En el modelo incluyó como efectos fijos los bloques, tratamientos (CGI, CGC, CT, P), la semana experimental, la interacción tratamiento x semana experimental y como efecto aleatorio la vaca. La estructura de covarianza utilizada fue AR (1) +RE. La PL, LCS, la producción el PV y la CC previo al inicio del ensayo fueron incluidas como covariables en los modelos de análisis correspondientes.

4. RESULTADOS

4.1. CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE

En el período de estudio se observó una variabilidad en las precipitaciones (Figura 5), con un acumulado de 100,1 mm en el periodo.

Figura 5. Precipitaciones en mm en el período experimental

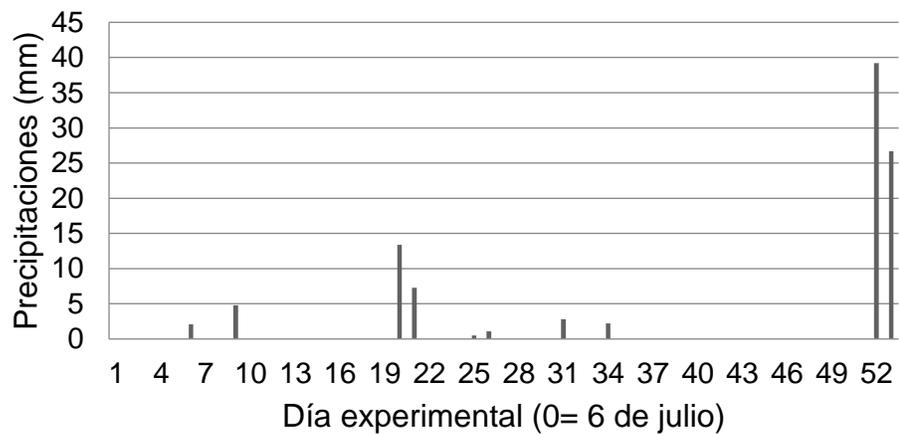
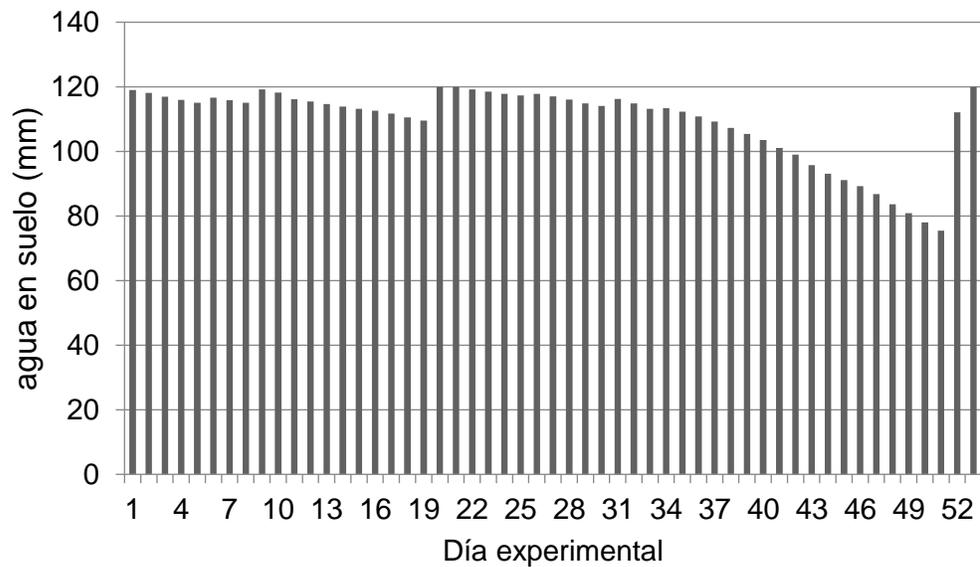


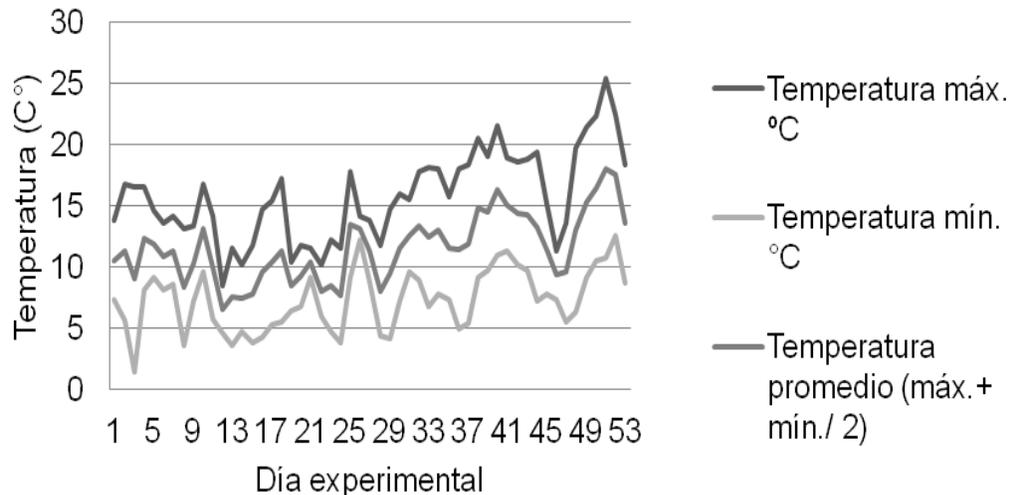
Figura 6. Gráfica de balance hídrico



Como se observa en la Figura 6, se podría dividir el periodo de estudio en 3 fases. La primera hasta el día 20 con un promedio de 120% de capacidad de campo y la segunda del día 21 hasta el 33 en cual se observa que está prácticamente a capacidad de campo el suelo, y la tercera fase del día 34 se puede apreciar un descenso en el almacenaje de agua de 115% hasta 75%. En los últimos dos días se ve un ascenso nuevamente del contenido de agua hasta la capacidad de campo debido a las lluvias al finalizar el ensayo.

En cuanto a las temperaturas como se observa en la Figura 7, las mínimas promedio oscilaron en 7,3 °C en el periodo analizado, las temperaturas máximas se situaron en 15,8 °C, obteniéndose un promedio de temperaturas de 11,6 °C.

Figura 7. Temperaturas mínimas, máximas y promedio en los días de evaluación



4.2 FESTUCA

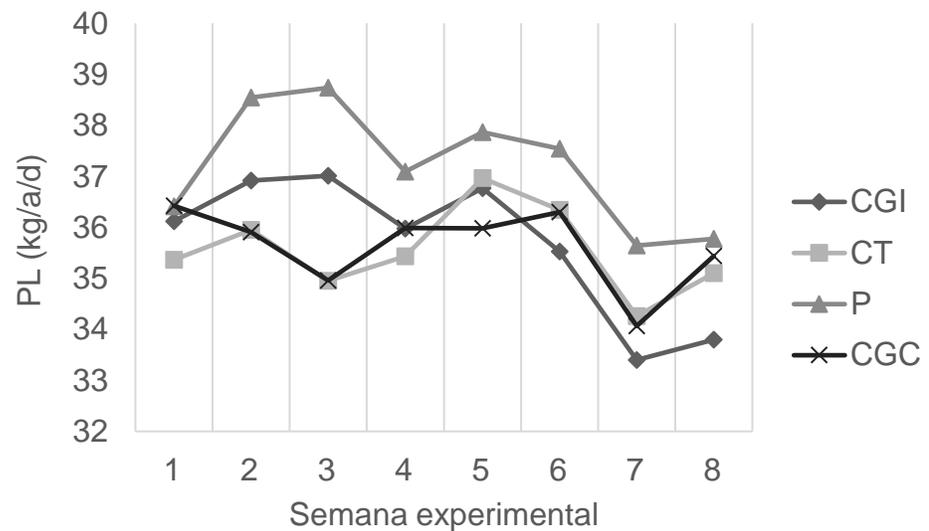
Área de la pastura total utilizado fue de 240 m²/vaca. Como fueron utilizadas dos veces las parcelas esta área se redujo a la mitad. El tiempo de ocupación promedio fue de 11 días.

4.3. DETERMINACIONES EN LOS ANIMALES

4.3.1. Producción de leche

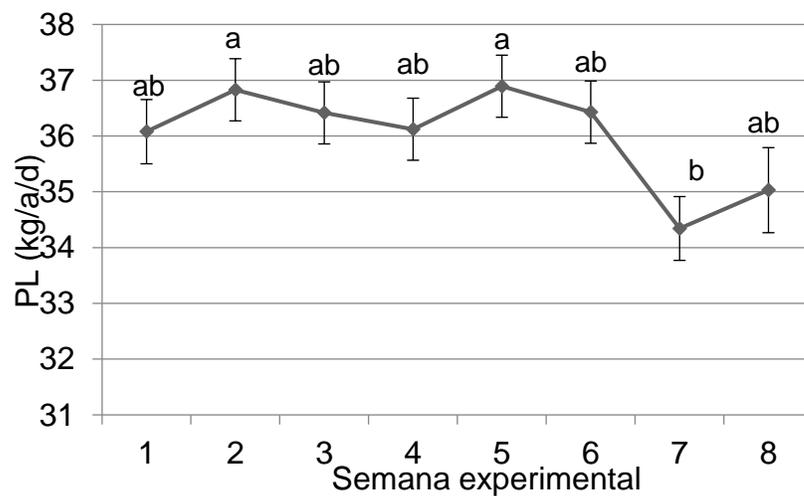
La interacción tratamiento por semana no fue significativa (p= 0,9971).

Figura 8. Evolución de la producción de leche (kg/a/d) en función de la semana experimental para los diferentes tratamientos



Sin embargo, la producción de leche entre semana tuvo diferencias entre los tratamientos ($p=0,0361$; figura 8).

Figura 9. Evolución de la producción de leche (PL) durante el período experimental

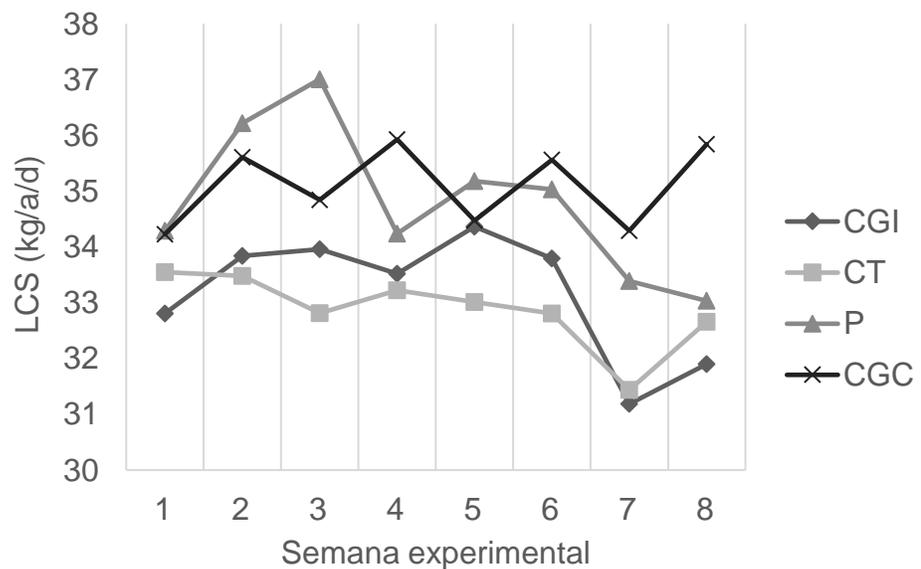


En cuanto a los tratamientos no existió diferencias ($P= 0,0695$), pero la P ($37,2 \pm 0,51$ kg/a/d) tendieron a producir más leche que la CGI ($35,7 \pm 0,50$ kg/a/d), CGC ($35,6 \pm 0,51$ kg/a/d) y el CT ($35,5 \pm 0,50$ kg/a/d).

4.3.2. Producción de leche corregida por sólidos

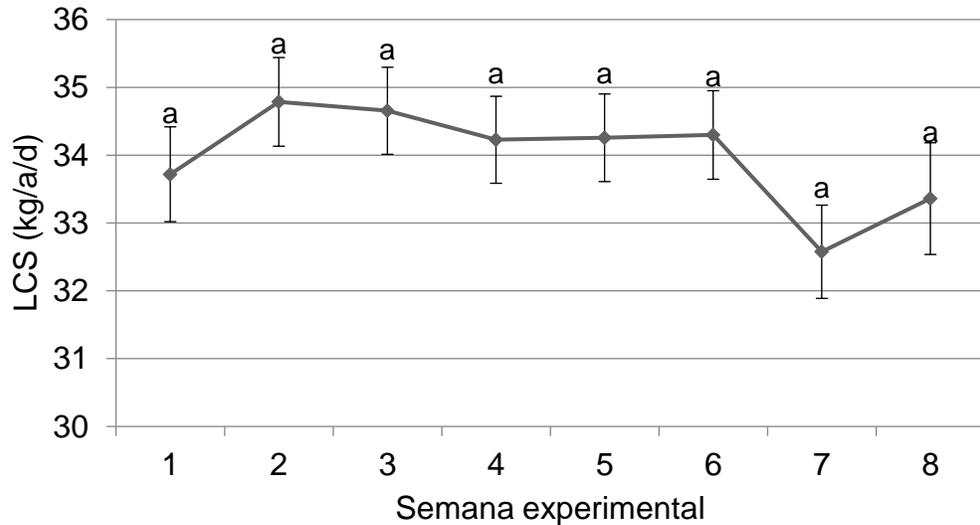
La interacción tratamiento por semana no fue significativa ($p=0,9774$).

Figura 10. Evolución de leche corregida por sólidos (kg/a/d) en función de la semana experimental para los diferentes tratamientos



Mientras que semana tampoco tuvo diferencias ($p=0,188$; figura 10).

Figura 11. Leche corregida por sólidos en función de la semana experimental

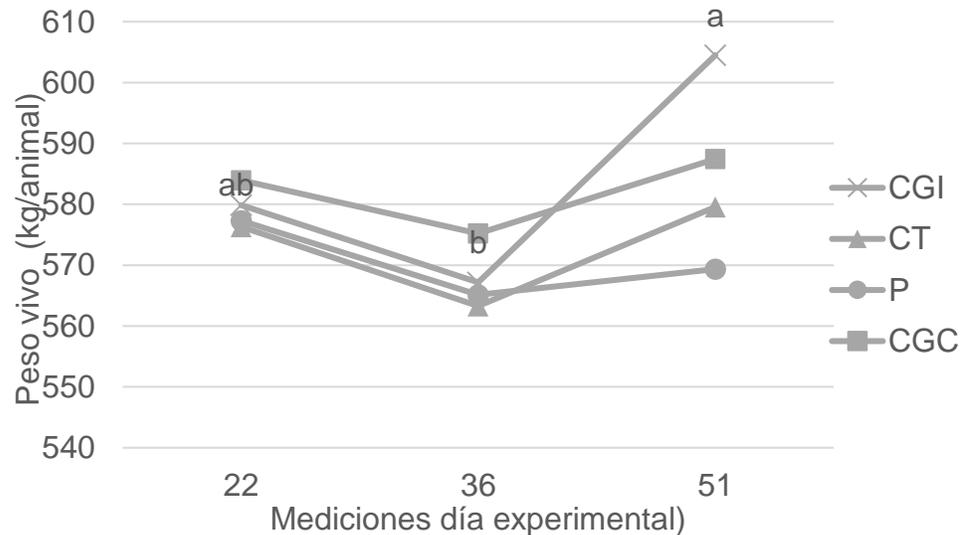


Entre los tratamientos para leche corregida por sólidos no se observó diferencias ($P= 0,9774$), pero la CGC ($35,1 \pm 0,74$ kg/a/d) produjo más leche corregida por sólidos que la CGI ($33,2 \pm 0,75$ kg/a/d) y CT ($32,9 \pm 0,74$ kg/a/d). Sin embargo, la P ($34,8 \pm 0,75$ kg/a/d) tiene una producción similar a la CGC ($35,1 \pm 0,74$ kg/a/d).

4.3.3. Peso vivo

La interacción tratamiento por día experimental afectó el PV ($P=0.03$) (figura 12), solo el tratamiento CGI presentó diferencias entre días experimentales, siendo menor el día experimental 36. El PV no fue afectado por los tratamientos (CGI: 583.8 ± 9.25 ; CT: 573.0 ± 9.67 ; P: 570.6 ± 9.08 ; CGC: 582.2 ± 9.43 , Kg/animal, $P= 0.67$), sin embargo, se encontraron diferencias entre días experimentales ($P<0.0001$), encontrada en el día experimental 36 con respecto a los demás día de medición.

Figura 12. Evolución del peso vivo (kg/animal) en función de los distintos días de medición (día experimental) para los cuatro tratamientos



Letras diferentes expresan tratamientos diferentes con un $P < 0.05$ Tukey-Kramer.

4.3.4. Condición corporal

La CC de los animales, no fue afectada por los tratamientos (CGI: 2.78 ± 0.051 ; CT: 2.88 ± 0.051 ; P: 2.82 ± 0.051 ; CGC: 2.77 ± 0.051 , escala de 5 puntos (Edmonson et al., 1989); $P = 0.46$), día experimental ($P = 0.07$), ni por la interacción tratamiento por día ($P = 0.63$).

4.3.5. Comportamiento animal

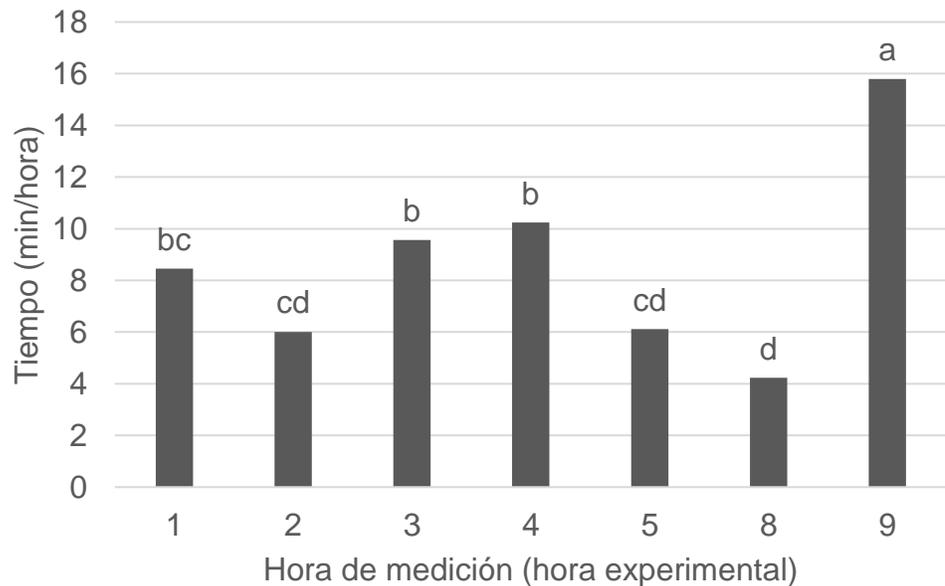
4.3.5.1. Parada

En cuanto a la interacción tratamiento por hora no se encontró diferencias significativas ($p = 0.53$).

Tampoco se observó diferencia entre tratamiento por día ($p = 0.17$), ni entre los días ($p = 0.29$).

En cuanto a la variable hora se encontró diferencias estadísticas ($p < 0.0001$; figura 13). encontrándose un pico máximo en la hora 9 seguido por la hora 3 y 4. Contrastantemente registrando los menores valores están las horas 2, 5 y 8.

Figura 13. Tiempo (min/hora) en que los animales estuvieron parados en función de las distintas horas de medición (hora experimental)



Letras diferentes expresan horas diferentes con un $p < 0.05$ Tukey-Kramer.

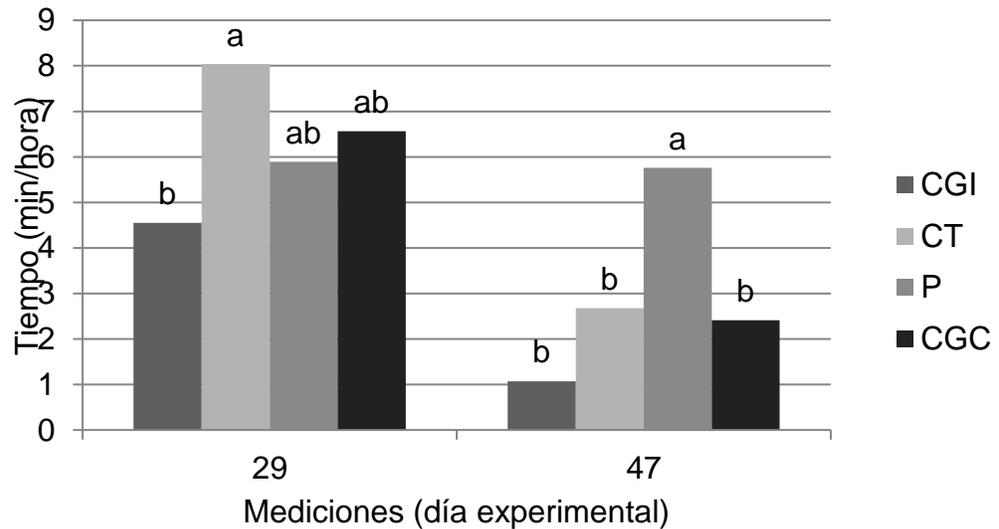
Para este parámetro existió diferencias entre los tratamientos ($p = 0.01$). La CGC (11.6 ± 0.86 min/hora) presentó mayor tiempo en comparación de la P (8.5 ± 0.86 min/hora), CGI (8.3 ± 0.86 min/hora) y el CT (7.9 ± 0.86 min/hora).

4.3.5.2 Parada en alojamiento

La interacción tratamiento por hora no fue significativa para la variable parada en alojamiento ($p = 0.18$).

Mientras que la interacción tratamiento por día experimental afectó esta variable ($p = 0.04$; figura 14), siendo diferente el CGI y el CT en el día experimental 29 y la P con respecto a los demás tratamientos en el día experimental 47.

Figura 14. Tiempo (min/hora) en que las vacas estuvieron paradas en el alojamiento en función de los distintos días de medición (día experimental) para los cuatro tratamientos

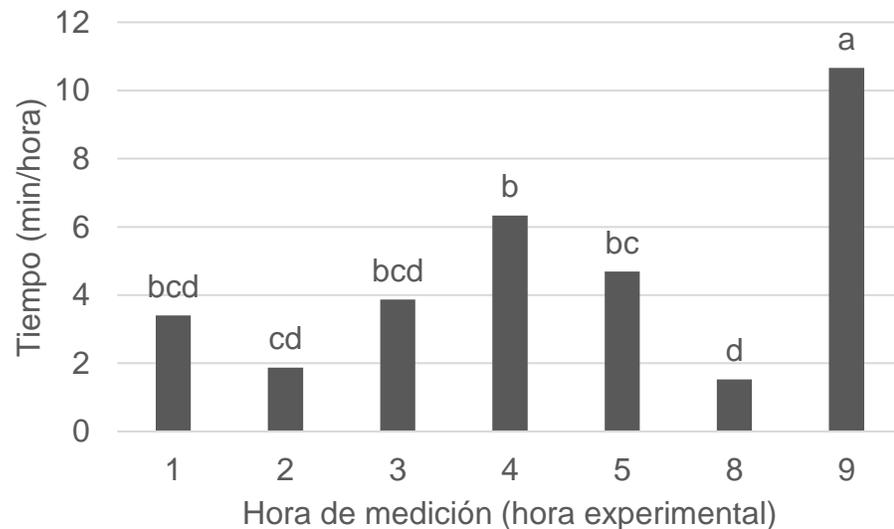


CT=corral de tierra, P= pastura, CGC= Camas colectivas y CGI= Camas individuales. Letras diferentes expresan tratamientos diferentes con un $p < 0.05$ Tukey-Kramer.

En cuanto a los dos días de medición existió diferencias ($p < 0.0001$) siendo superior en términos estadísticos el día experimental 29 (6.3 ± 0.47 min/hora) respecto al día experimental 47 (2.9 ± 0.47 min/hora).

También existió diferencias en cuanto al parámetro hora ($p < 0.0001$; figura 15). La hora experimental 9 tuvo mayor relevancia en esta variable.

Figura 15. Tiempo (min/hora) en que los animales estuvieron parados en su respectivo alojamiento en función de las distintas horas de medición (hora experimental)



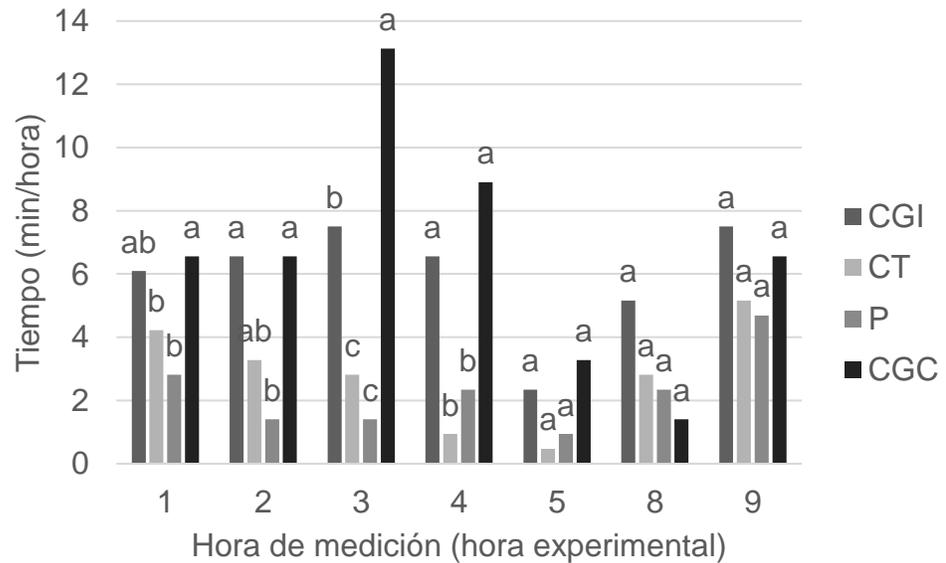
Letras diferentes expresan horas diferentes con un $p < 0.05$ Tukey-Kramer.

Los tratamientos afectaron el tiempo que los animales estaban parados en el alojamiento ($p = 0.009$). La CGI (5.8 ± 0.67 min/hora) y el CT (5.36 ± 0.67 min/hora) se diferenciaron de la CGC (2.8 ± 0.76 min/hora), mientras que la P (4.5 ± 0.67 min/hora) no tuvo diferencia con ninguno de los tratamientos.

4.3.5.3. Parada en no alojamiento

En cuanto a la interacción tratamiento por hora existió diferencias significativas ($p = 0.01$; figura 16). Por lo general la CGI y la CGC estuvieron más tiempo parada en no alojamiento que los demás tratamientos.

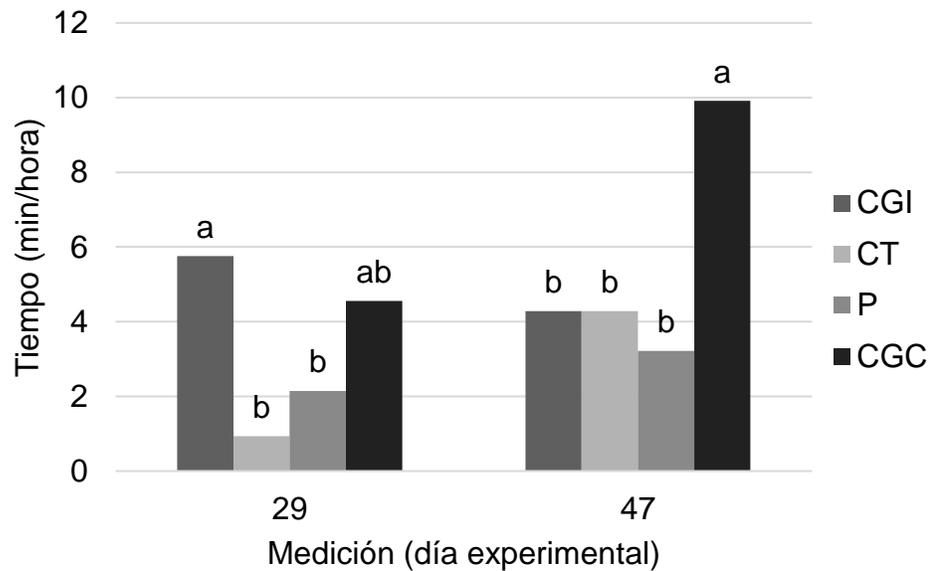
Figura 16. Tiempo (min/hora) en que los animales estuvieron parados fuera de su alojamiento en función de la hora de medición (hora experimental) para los distintos tratamientos



CT=corral de tierra, P= pastura, CGC= Camas colectivas y CGI= Camas individuales. Letras diferentes expresan tratamientos diferentes con un $p < 0.05$ Tukey-Kramer.

Mientras que en la interacción tratamiento por día también hubo diferencias ($p = 0.009$; figura 17). Para el día experimental 29 la diferencia fue de la CGI con respecto a el CT y a la P, en cambio para el día experimental 47 la diferencia fue de del CGC con todos los demás tratamientos.

Figura 17. Tiempo (min/hora) en que las vacas estuvieron paradas fuera de su alojamiento en función de los distintos días de medición (día experimental) para los cuatro tratamientos

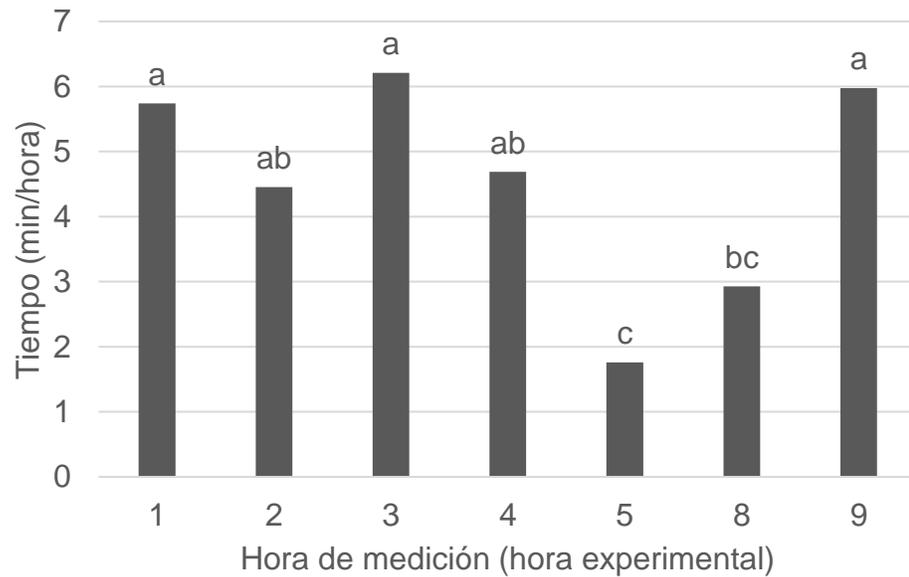


CT=corral de tierra, P= pastura, CGC= Camas colectivas y CGI= Camas individuales. Letras diferentes expresan tratamientos diferentes con un $p < 0.05$ Tukey-Kramer.

Para los diferentes días de medición se encontraron diferencias estadísticas siendo para el día experimental 29 (3.3 ± 0.45 min/hora) y para el día experimental 47 (5.7 ± 0.45 min/hora).

La variable hora también presentó diferencias significativas ($p < 0.0001$; figura 18). Los valores máximos están en las horas 1, 3 y 9 seguido por la hora 2 y 4 y en menor medida las horas 5 y 8.

Figura 18. Tiempo (min/hora) en que los animales estuvieron parados fuera de su alojamiento en función de las distintas horas de medición (hora experimental)



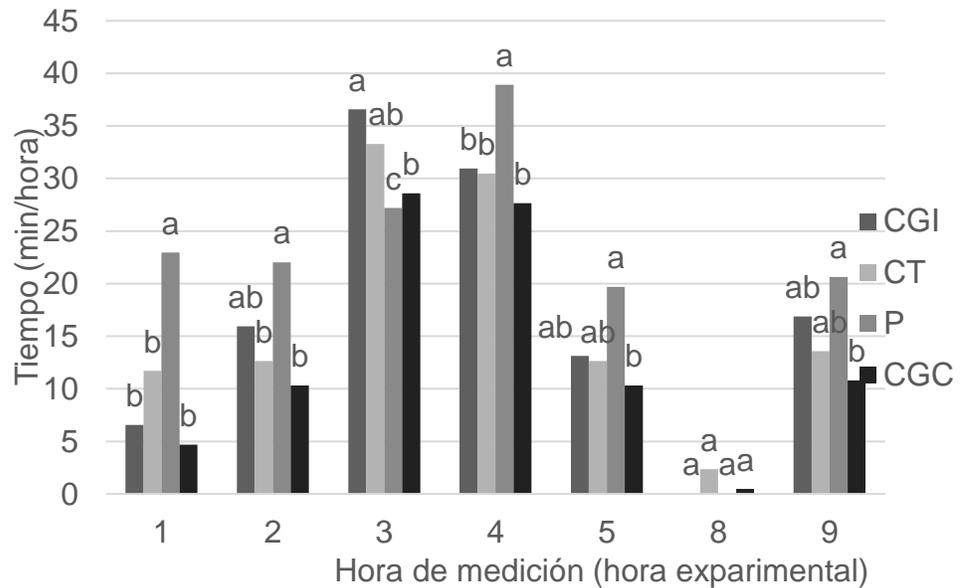
Letras diferentes expresan horas diferentes con un $p < 0.05$ Tukey-Kramer.

En esta variable se pudo observar diferencias en los tratamientos en términos estadísticos ($p < 0.0001$), siendo superior el CGI (5.6 ± 0.64 min/hora) y CGC (7.2 ± 0.64 min/hora) comparado con la P (2.7 ± 0.64 min/hora) y el CT (2.6 ± 0.64 min/hora).

4.3.5.4. Echada

La interacción tratamiento por hora se observó diferencias en términos estadísticos ($p = 0.004$; figura 19), a modo general las vacas de la P permanecieron por encima del resto de los tratamientos en casi todas las horas de medición.

Figura 19. Tiempo (min/hora) en que los animales estuvieron echados en función de la hora de medición (hora experimental) para los distintos tratamientos

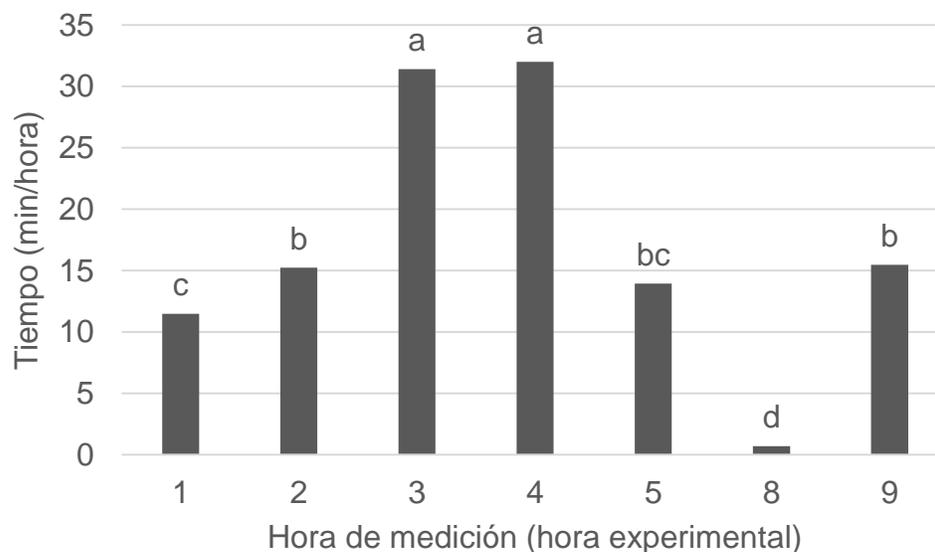


CT=corral de tierra, P= pastura, CGC= Camas colectivas y CGI= Camas individuales. Letras diferentes expresan tratamientos diferentes con un $p < 0.05$ Tukey-Kramer.

Para la interacción tratamiento por día no hubo diferencias estadísticas ($P = 0.32$).

Mientras que para los diferentes días de medición se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.0001$) siendo los valores para el día experimental 29 (21.9 ± 0.79 min/hora) y para el día experimental 47 (12.5 ± 0.79 min/hora). Para el parámetro hora se observaron diferencias estadísticas ($p < 0.0001$; figura 20). en esta variable los máximos bien marcados se situaron en las horas 3 y 4 las demás horas se situaron por debajo.

Figura 20. Tiempo (min/hora) en que los animales estuvieron echados en función de las distintas horas de medición (hora experimental)



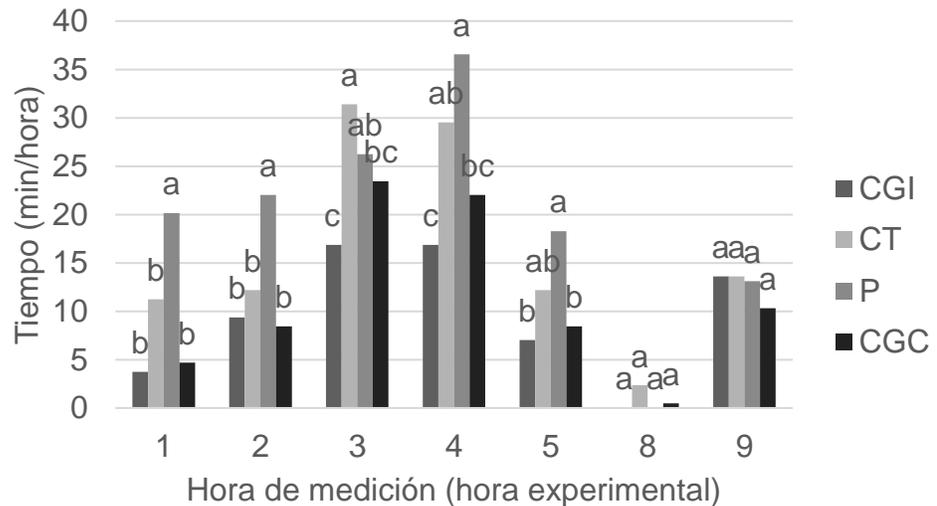
Letras diferentes expresan horas diferentes con un $p < 0.05$ Tukey-Kramer.

Los resultados dieron diferencias entre los tratamientos ($p < 0.0001$), pudiendo observar la superioridad de la P (21.6 ± 1.12 min/hora) con respecto al resto de los tratamientos y encontrando diferencias significativas de la CGI (17.1 ± 1.12 min/hora) y CT (16.7 ± 1.12 min/hora) en relación al CGC (13.3 ± 1.12 min/hora).

4.3.5.5. Echada en alojamiento

La interacción tratamiento por hora dio diferencias estadísticas ($p = 0.003$; figura 21), la P expresó diferencias con el resto de los tratamientos en casi todas las horas de medición situándose por encima.

Figura 21. Tiempo (min/hora) en que los animales estuvieron echados su respectivo alojamiento en función de la hora de medición (hora experimental) para los distintos tratamientos



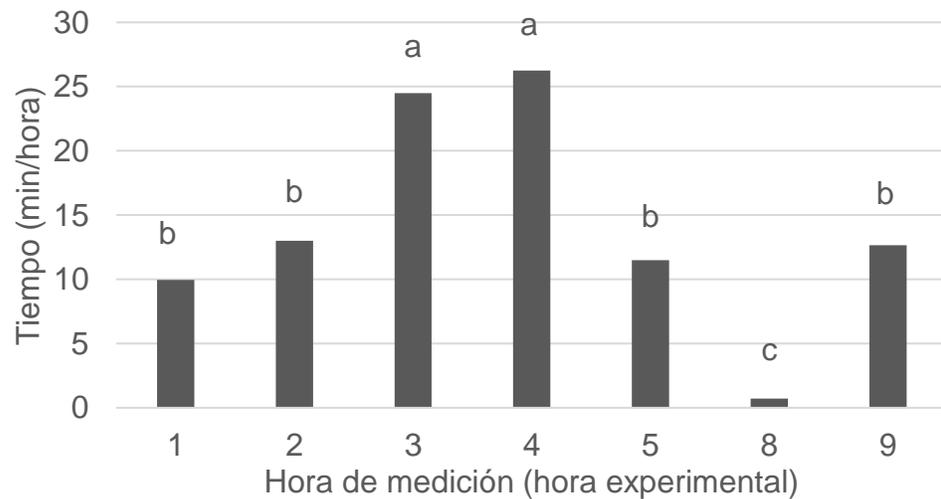
CT=corral de tierra, P= pastura, CGC= Camas colectivas y CGI= Camas individuales. Letras diferentes expresan tratamientos diferentes con un $p < 0.05$ Tukey-Kramer.

En cambio, la interacción tratamiento por día no dio diferencias estadísticas ($p = 0.18$).

En cuanto a los días de medición también existen diferencias estadísticas ($p < 0.0001$), siendo para el día experimental 29 (18.9 ± 0.85 min/hora) y para el día experimental 47 (9.3 ± 0.85 min/hora).

También existió diferencias estadísticas en la variable hora ($p < 0.0001$; figura 22). Los picos máximos se dieron en las horas 3 y 4, como intermedio se encontraron las horas 1, 2, 5 y 9. Por debajo y con un valor muy bajo se encuentra la hora 8.

Figura 22. Tiempo (min/hora) en que los animales estuvieron echados en sus respectivos alojamientos en función de las distintas horas de medición (hora experimental)



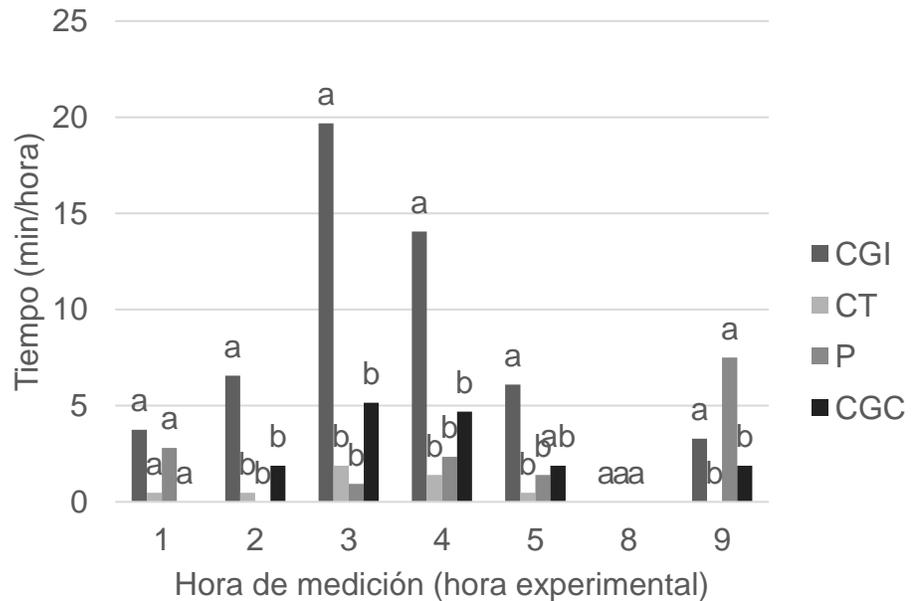
Letras diferentes expresan horas diferentes con un $p < 0.05$ Tukey-Kramer.

En cuanto a esta medida hubo diferencias entre los tratamientos ($p < 0.0001$) en el cual la P (19.5 ± 1.22 min/hora) se diferencia por encima de los demás tratamientos y el CT (16.1 ± 1.22 min/hora) lo hace en comparación al CGI (9.6 ± 1.22 min/hora) y el CGC (11.1 ± 1.22 min/hora).

4.3.5.6. Echada en no alojamiento

En términos estadísticos hay diferencias en la interacción tratamiento por hora ($p < 0.0001$; figura 23), en el cual la CGI se situó por encima del resto de los tratamientos en casi todas las horas de medición.

Figura 23. Tiempo (min/hora) en que los animales estuvieron echados fuera de su alojamiento en función de la hora de medición (hora experimental) para los distintos tratamientos



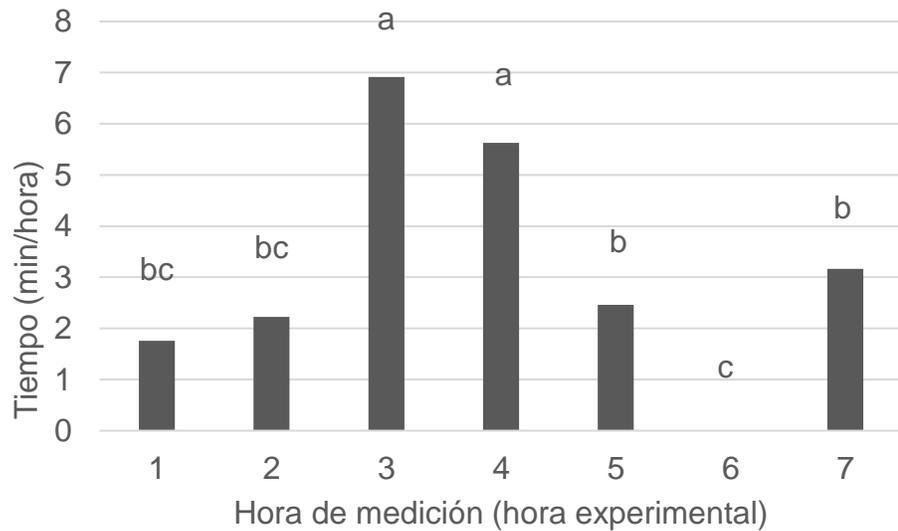
CT=corral de tierra, P= pastura, CGC= Camas colectivas y CGI= Camas individuales. Letras diferentes expresan tratamientos diferentes con un $p < 0.05$ Tukey-Kramer.

Mientras que para la interacción tratamiento por día no se obtuvo diferencias en términos estadísticos ($P = 0.68$).

En cambio, para los distintos días de medición no se encontraron diferencias ($p = 0.84$).

En cuanto al parámetro hora se observaron diferencias en términos estadísticos ($p < 0.0001$; figura 24). Para esta variable se encontraron dos picos bien marcados en las horas 3 y 4, las demás horas se encontraron por debajo.

Figura 24. Tiempo (min/hora) en que los animales estuvieron echados fuera de su alojamiento en función de las distintas horas de medición (hora experimental)



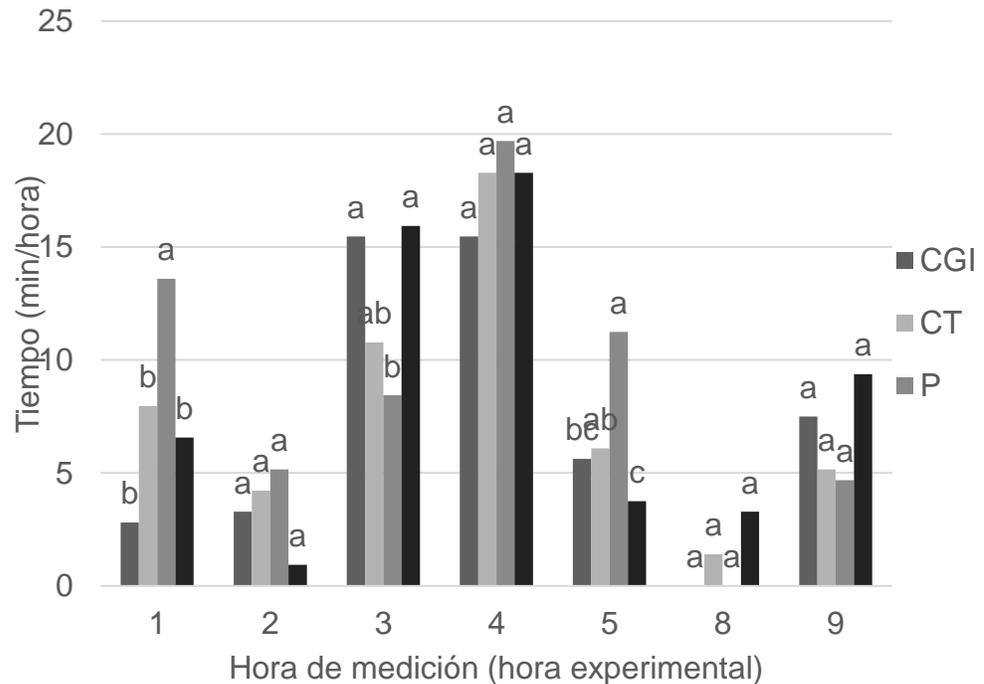
Letras diferentes expresan horas diferentes con un $p < 0.05$ Tukey-Kramer.

Para esta variable se observó diferencias entre los tratamientos ($p < 0.0001$), siendo el CGI (7.6 ± 0.91 min/hora) superior a CGC (2.2 ± 0.91 min/hora), P (2.1 ± 0.91 min/hora) y el CT (0.7 ± 0.91 min/hora).

4.3.5.7. Rumia

La interacción tratamiento por hora expresó diferencias en términos estadísticos ($p = 0.002$; figura 25), mostrando superioridad de la P en términos absolutos en comparación con los diferentes tratamientos en casi todas las horas de medición.

Figura 25. Tiempo (min/hora) de rumia en función de la hora de medición (hora experimental) para los distintos tratamientos



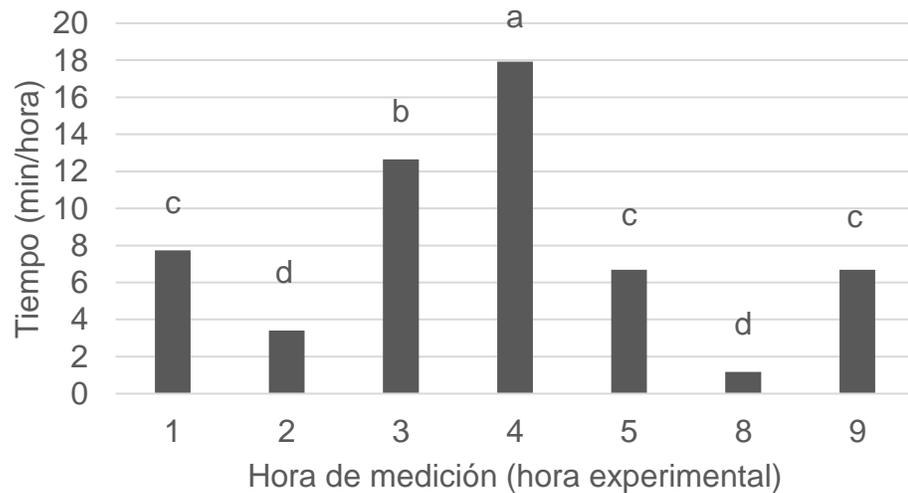
CT=corral de tierra, P= pastura, CGC= Camas colectivas y CGI= Camas individuales. Letras diferentes expresan tratamientos diferentes con un $p < 0.05$ Tukey-Kramer.

En forma contractual no existo diferencias significativas en la interacción tratamiento por día ($p = 0.72$).

Mientras que si se observaron diferencias para los diferentes días de medición ($p < 0.0001$), observando valores superiores para el día experimental 29 (10.2 ± 0.53 min/hora) e inferiores para el día experimental 47 (5.9 ± 0.53 min/hora).

Para la variable hora se encontró diferencias estadísticas ($p < 0.0001$; figura 26). En esta medida el máximo se situó en la hora 4, por debajo de esta están la hora 3, luego se encuentran las horas 1, 5 y 9. En menor medida las horas 2 y 8.

Figura 26. Tiempo (min/hora) de rumia en función de las distintas horas de medición (hora experimental)



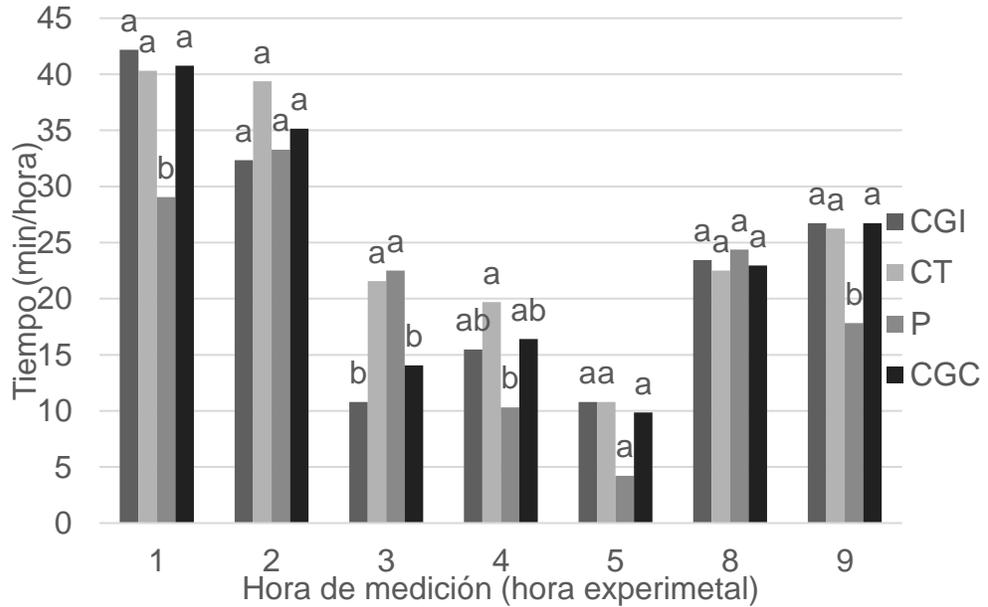
Letras diferentes expresan horas diferentes con un $p < 0.05$ Tukey-Kramer.

No se observaron diferencias en términos estadísticos para este comportamiento entre los cuatros tratamientos ($p = 0.35$).

4.3.5.8. Comida

Los resultados de la interacción tratamiento por hora dinero diferencias estadísticas ($p = 0.004$; figura 27), dada principalmente por la inferioridad de la P con respecto a los demás tratamientos en algunas horas de medición.

Figura 27. Tiempo (min/hora) en que los animales estaban comiendo en función de la hora de medición (hora experimental) para los distintos tratamientos

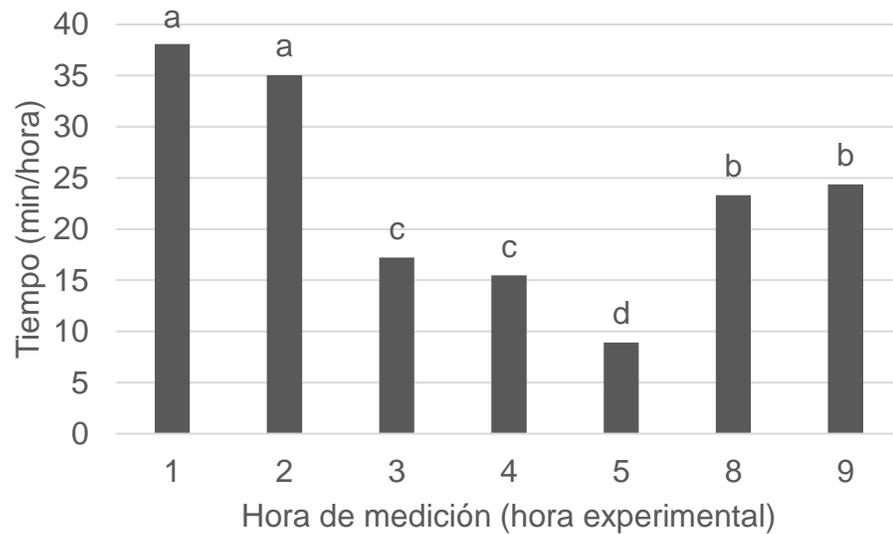


CT=corral de tierra, P= pastura, CGC= Camas colectivas y CGI= Camas individuales. Letras diferentes expresan tratamientos diferentes con un $p < 0.05$ Tukey-Kramer.

Para los diferentes días de medición se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.0001$), con valores para el día experimental 29 (18.9 ± 0.76 min/hora) y para el día experimental 47 (27.5 ± 0.76 min/hora).

En hora se obtuvieron diferencias significativas ($p < 0.0001$; figura 28). registrando los valores máximos en las horas 1 y 2, luego se encuentran las horas 8 y 9, en menor medida se situaron las horas 3, 4 y 5.

Figura 28. Tiempo (min/hora) que los animales estaban comiendo en función de las distintas horas de medición (hora experimental)



Letras diferentes expresan horas diferentes con un $p < 0.05$ Tukey-Kramer.

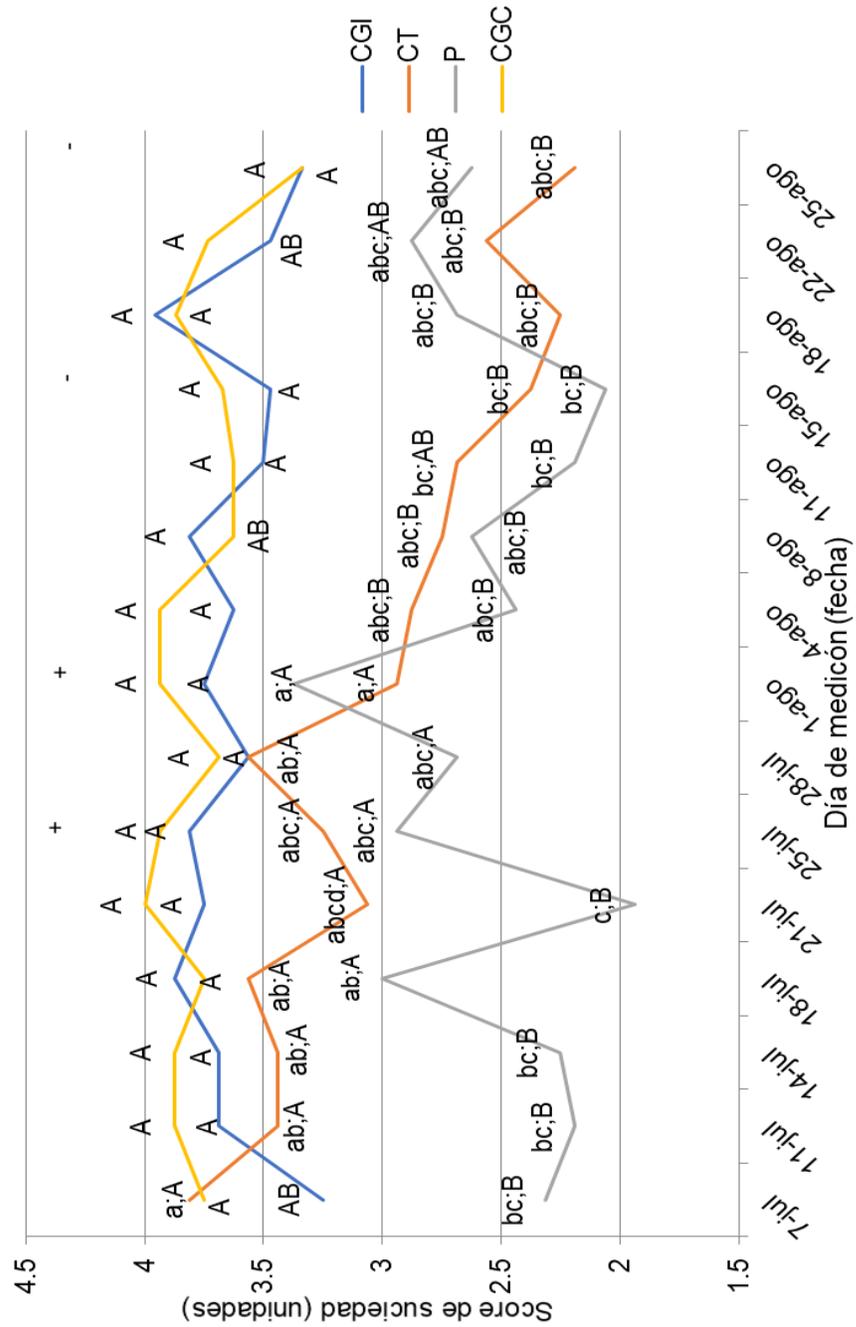
En cuanto a este parámetro se encontraron diferencias entre los tratamientos ($p = 0.004$), siendo el CT (25.8 ± 1.08 min/hora) y la CGC (23.7 ± 1.08 min/hora) superiores a la P (20.2 ± 1.08 min/hora), mientras que CGI (23.1 ± 1.08 min/hora) no se diferenció de los demás tratamientos.

4.3.6. Score de limpieza

4.3.6.1. Flanco

La interacción tratamiento por día presentó diferencias estadísticas ($p < 0.0001$; figura 29). En cuanto a la CGI y la CGC no presentaron diferencias a lo largo del experimento, mientras que el CT y la P se diferenciaron, el CT tuvo dos comportamientos a lo largo del ensayo, del 7 de julio al 1 de agosto presentó un promedio de 3.5 y del 1 de agosto en adelante hasta finalizar el experimento disminuyó a 2.5 promedio. Mientras que la pastura se mantuvo por debajo de 3 puntos de suciedad en todo el experimento. Para los días de medición se identificaron cuatro momentos indicados con los signos de + y -, los + indican los picos máximos en los cuales no hay diferencias entre tratamientos y contrastantemente con el signo - se encuentran los días donde se encuentran descensos marcados del score de suciedad.

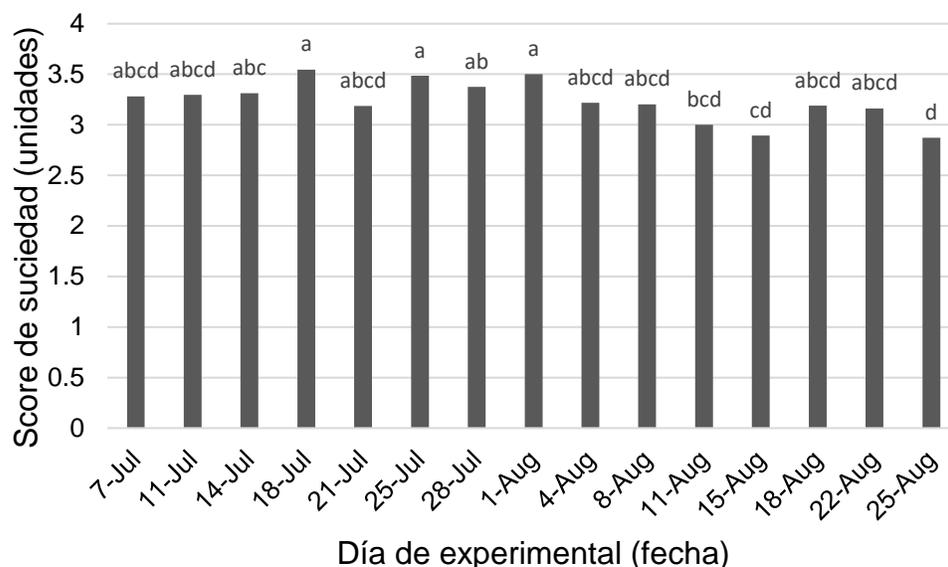
Figura 29. Score de limpieza (unidades) en función de los días de medición (fecha) para los cuatro tratamientos



Letras diferentes expresan diferencias con un $p < 0.05$ Tukey-Kramer. Signos de + y - Indican días con alta suciedad y días con baja suciedad respectivamente, dentro del periodo de estudio.

También se encontraron diferencias en términos estadísticos entre los días ($p < 0.0001$; figura 30). En términos generales del 7 de julio al 8 de agosto el score se mantuvo por encima de 3, del 11 al 15 de agosto estuvo por debajo de 3 hasta el 18 de agosto que nuevamente supero el 3, sin embargo, se termina el experimento al 25 de agosto con un score inferior a 3.

Figura 30. Score de limpieza (unidades) en función del día de experimental (fecha)



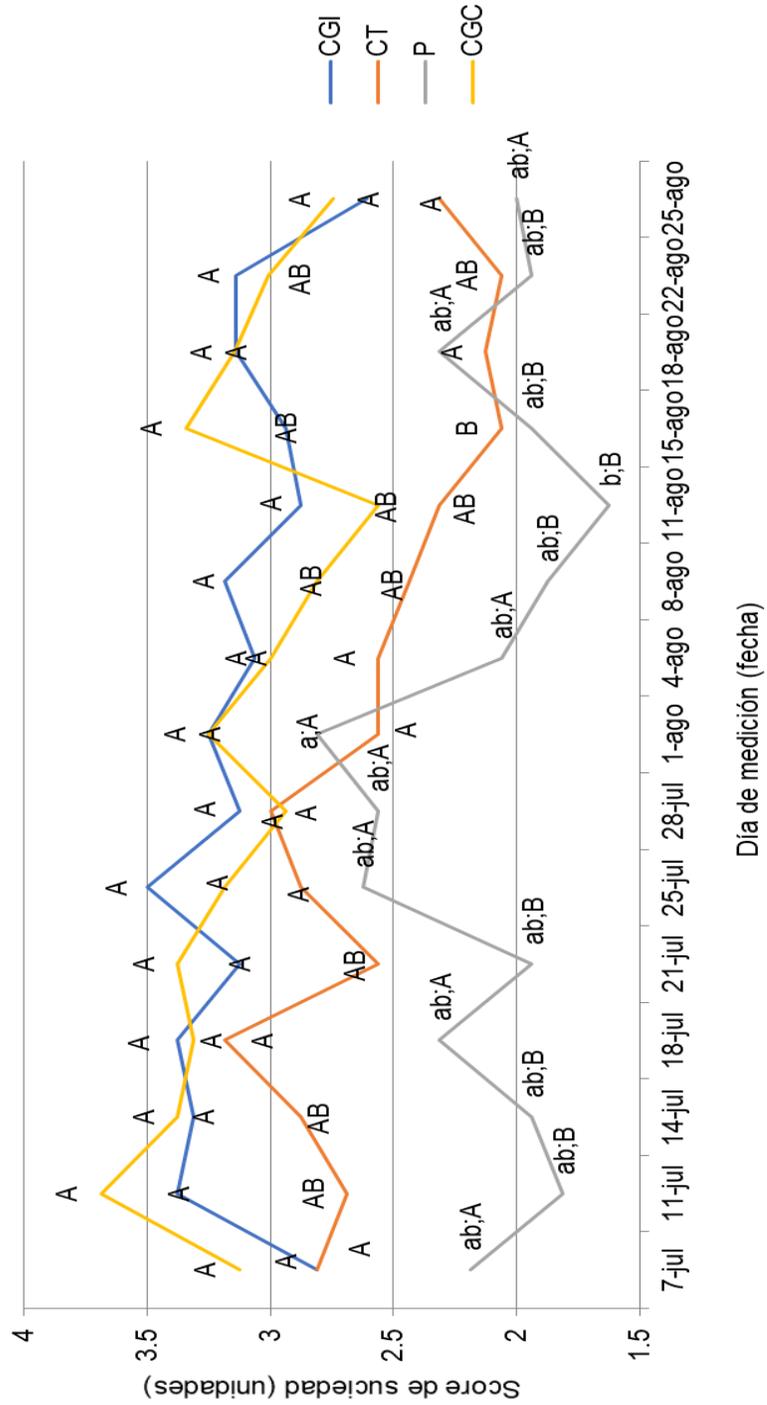
Letras diferentes expresan días diferentes con un $p < 0.05$ Tukey-Kramer.

En cuanto a los tratamientos ($p < 0.0001$) hubo diferencias pudiéndose diferenciar la CGI (3.6 ± 0.06) y la CGC (3.8 ± 0.06) por encima del CT (2.9 ± 0.06) y por debajo de éste se encuentra la P (2.5 ± 0.06).

4.3.6.2. Ubre

En términos estadísticos se encontraron diferencias en la interacción tratamiento por día ($p = 0.0201$; figura 31). Estas diferencias a lo largo del experimento están dadas por la P, ya que los demás tratamientos no tuvieron diferencias. En cuanto a cada día la que presento un patrón diferencia y marcado fue la P situándose por debajo de los demás, pero tendiendo un periodo del 25 al 4 de agosto en la cual estuvo por encima de 2.5 siendo similar a los demás tratamientos.

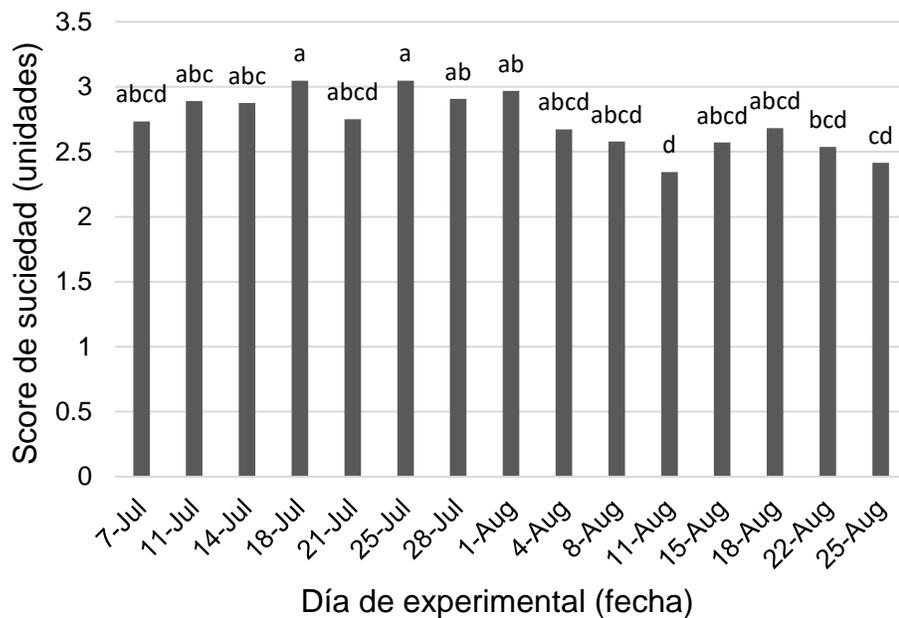
Figura 31. Score de limpieza (unidades) en función de los días de medición (fecha) para los cuatro tratamientos



Letras diferentes expresan diferencias con un $p < 0.05$ Tukey-Kramer.

También hubo diferencias en cuanto a los días ($p < 0.0001$; figura 32). En dicho parámetro el score oscilo entre 2.5 y 3 para la mayoría de los días experimentales, con la excepción de los días 18 y 25 de julio los cuales superaron el score de 3 y los días 11 y 25 de agosto los cuales fueron inferior a 2.5.

Figura 32. Score de limpieza (unidades) en función del día de experimental (fecha)



Letras diferentes expresan días diferentes con un $p < 0.05$ Tukey-Kramer.

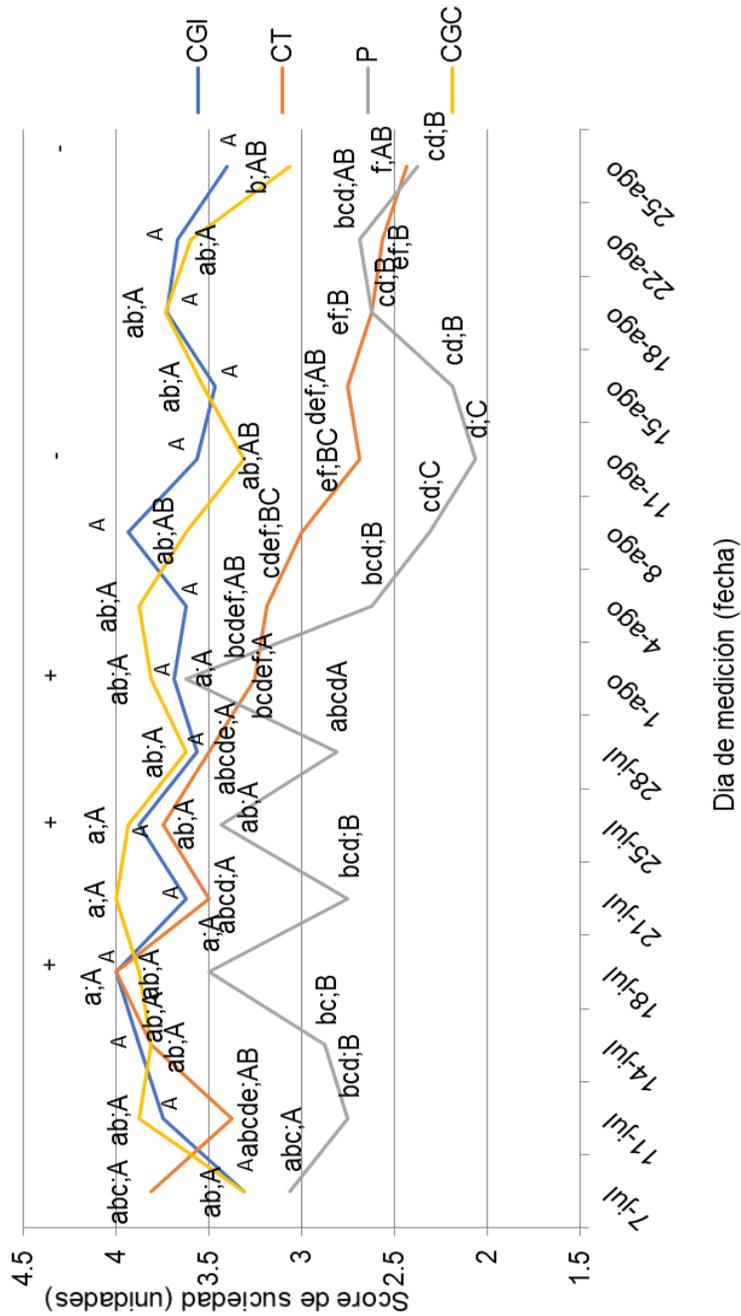
Entre los tratamientos ($p < 0.0001$) se distingue una superioridad de La CGI (3.12 ± 0.08) y de CGC (3.12 ± 0.08) contra CT (2.56 ± 0.08) y la P (2.13 ± 0.08) se encuentra por debajo de los demás tratamientos en términos estadísticos.

4.3.6.3. Pata

Para este parámetro existen diferencias en la interacción tratamiento por día ($p < 0.0001$; figura 33). La CGI y la CGC se situaron por encima de los demás tratamientos, pero la CGI fue el único tratamiento que no tuvo diferencias a lo largo del ensayo. En cuanto al CT presento dos periodos bien marcados, el primero del 7 de julio al 1 de agosto en donde se situó por encima de 3.5 puntos, y el segundo periodo del 1 al 25 de agosto en donde descendió hasta 2.5 puntos promedio. Mientras que la P se mantuvo por debajo de los demás tratamientos, aunque presentando muchas oscilaciones y finalizando con un promedio de 2.5 puntos. Se encontraron picos de suciedad para los días 18, 25 de julio y 1 de

agosto en donde todos los tratamientos tuvieron los máximos indicados con los signos de +, no observándose diferencias entre los tratamientos. Por otra parte, el 11 y 25 de agosto se encontraron descensos indicados con los signos de -, encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos.

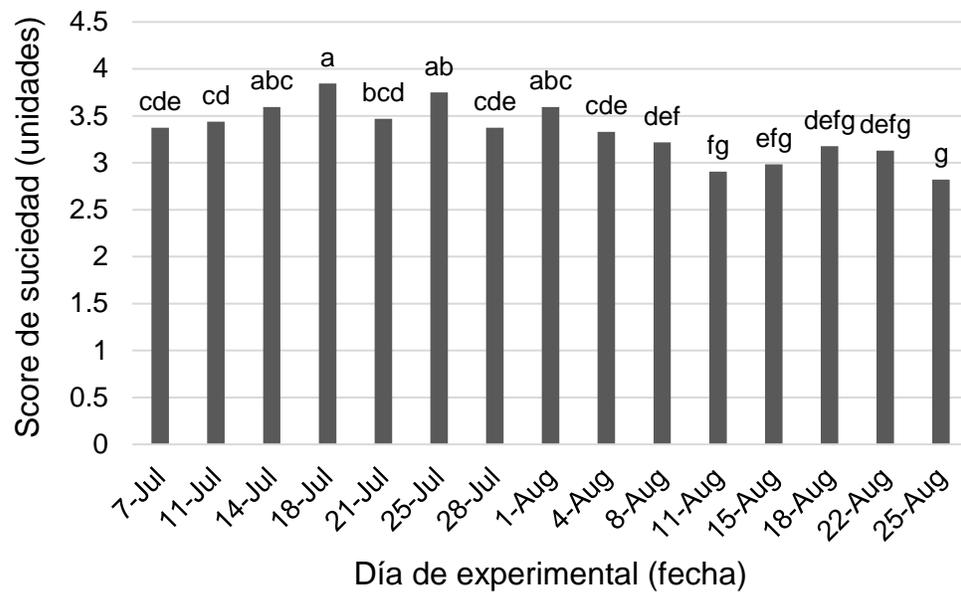
Figura 33. Score de limpieza (unidad) en función de los días de medición (fecha) para los cuatros tratamientos



Letras diferentes expresan diferencias con un $p < 0.05$ Tukey-Kramer. Signos de + y - Indican días con alta suciedad y días con baja suciedad respectivamente, dentro del periodo de estudio.

También se diferenciaron estadísticamente los días ($p < 0.0001$; figura 34). Del 7 de julio al 8 de agosto los valores rondaron los 3.5 puntos de score, desde ahí en adelante hasta finalizar el ensayo el score se situó en 3 puntos.

Figura 34. Score de limpieza (unidades) en función del día de experimental (fecha)



Letras diferentes expresan días diferentes con un $p < 0.05$ Tukey-Kramer.

Para esta variable se observaron diferencias entre los tratamientos ($p < 0.0001$), copiando el mismo patrón que los demás parámetros estudiados, siendo el CGI (3.7 ± 0.04) y el CGC (3.7 ± 0.04) superiores al CT (3.2 ± 0.04), y la P (2.8 ± 0.04) por debajo de todos, siempre hablando en términos estadísticos.

5. DISCUSIÓN

5.1. PRODUCCIÓN DE LECHE

En cuanto a la producción de leche no existió diferencias en términos estadísticos, pero existió una tendencia de la P a producir más leche (Kg/a/d) que los restantes tratamientos ($P=0,0695$) esto se puede asociar a que los animales en dicho alojamiento dedicaron más tiempo al descanso, medido como tiempo que estuvieron echados. Los beneficios del descanso traducen a una mayor síntesis de leche, debido a un mayor flujo sanguíneo a través de la ubre, mayor flujo sanguíneo al útero durante la lactancia, mayor efectividad de la rumia, menor estrés y mayor consumo de alimento (Grant, 2006). La conducta de descanso adecuada aumenta la eficiencia productiva (Temple, 2016). Pero no se puede afirmar con exactitud los patrones de descanso ya que no existe diferencias entre tratamientos, solo se manejan tendencias.

Otra manera de analizar esta tendencia es reconociendo el comportamiento más natural al cual se enfrentaron los animales de este tratamiento, lo que conlleva a mayor bienestar animal. Según Von Keyserlingk et al. (2009), bajo nivel de bienestar está asociado a baja producción de leche y de lo contrario signos de alto bienestar animal se traducen en altas producciones de leche, aunque altos niveles de producción pueden aumentar el riesgo de tener problemas en los animales.

5.2 PRODUCCIÓN DE LECHE CORREGIDA POR SÓLIDOS

Para la producción de leche corregida por sólidos no se encontró diferencias en términos estadísticos para la interacción tratamiento por semana, para semana experimental ni para los tratamientos estudiados en producciones entorno a los 34 kg/a/d. Al no encontrarse diferencia se puede decir que los cuatro tratamientos cubrieron las expectativas de las vacas en cuanto a confort, ya que ninguno se diferenció del resto en términos estadísticos. Sin embargo, lo que se pudo haber esperado es que la CGI y la CGC al ser sistemas de espacio más reducido y superficie de hormigón la cual es dura y abrasiva para los animales tengas una disminución en el confort (Rutter et al., 2003). Pero no se vio reflejado en este ensayo.

Si bien se proyectaba que los tratamientos en free stall produjeran más leche que el CT y P por un tema de infraestructura. No se encontraron trabajos en la revisión bibliográfica que demuestren esta diferencia en cuanto a los sistemas de free stall frente a la P o CT como lugar que brinde más confort a la hora de descansar. En forma contrastante y bajo las condiciones ambientales que experimento el ensayo, se observó en el campo que los animales del tratamiento

P, se encontraban más a gusto lo que se refleja en el número de animales echados lo que se puede atribuir a un comportamiento más natural condición más amigable para las vacas si se compara con los demás tratamientos.

De modo complementario los sistemas de producción de leche en base pastoril exhiben un desbalance estructural entre la oferta y demanda de nutrientes, lo que son minimizados en sistemas estabulados alimentados en base a TMR en los cuales los animales generan altas respuesta en litros producidos (Chilibroste, 2016). Este podría ser el caso del ensayo, en donde los cuatro tratamientos tuvieron la misma oferta de TMR generándose altas respuestas en producción no observándose diferencias entre tratamientos.

5.3 PESO VIVO Y CONDICIÓN CORPORAL

La escala de condición corporal es un método subjetivo para evaluar las reservas corporales de vacas secas y lactantes, sin importar el tamaño y peso corporal.

Para estas variables se pensó que los tratamientos que abarcaban más metros cuadrados como lo son la P y el CT tengan una disminución en peso vivo y condición corporal al asociarse a mayor movilidad y más gasto de energía en comparación de los restantes tratamientos con menos área por animal. Pero no se encontraron diferencias en el trabajo realizado, esto se puede asociar a un buen manejo de la alimentación como fue una correcta asignación, dimensión de comederos como también de los bebederos. Generando ausencia de hambre y de sed por parte de los animales (Rushen et al., 1965).

A modo de complementar Hazard (2001), afirmó que al suministrar una dieta totalmente mezclada es más fácil cubrir las necesidades del rodeo comparando con sistemas pastoriles ya que es más difícil predecir el consumo individual. Kolver y Muller (1998) afirman que en condiciones de encierro es posible tener un control del alimento que consume el animal, lo cual es vital para vacas de alta producción. Esto permite aumentar la tasa de consumo, reduciendo el tiempo que destinan para comer, satisfaciendo rápidamente los requerimientos del animal. Estos factores alimenticios pudieron minimizar los efectos de los tratamientos por eso no se observó diferencias entre los mismos para la condición corporal y peso vivo.

5.4 COMPORTAMIENTO ANIMAL

En los días experimentales 29 y 47 fue evaluado el comportamiento para los cuatros tratamientos. La evaluación de los animales fue desde las 9:00 a la 13:00 h, que comenzaba el ordeño, luego del mismo se registraron las horas 16:00 y 17:00, con un intervalo de 15 minutos midiendo la actividad en la cual estaba cada animal. Las actividades registradas fueron: echadas o paradas, en el alojamiento o en el no alojamiento para cada tratamiento, rumia y si el animal estaba comiendo.

La información más contrastante y de mayor relevancia que se observó en cuanto al comportamiento fue que los dos tratamientos, tanto la CGC como CGI presentaron más tiempo paradas en el no alojamiento y menor tiempo echadas en el alojamiento, mientras que la P tuvo un comportamiento bien diferenciado a estos pasando menos tiempo parada en el no alojamiento y más tiempo echada en el alojamiento lo que se le puede atribuir a un mayor confort, o sea mejor adaptación para llevar acabo un comportamiento más natural, obteniendo así mayor bienestar animal (Fraser, 2009). Otro motivo de dicho comportamiento puede ser que las camas tanto individuales como colectivas, no fueran lo suficientemente cómodas lo que reduce el tiempo que las vacas permanecen echadas debido a la imposibilidad de adoptar ciertas posturas de descanso (Temple et al., 2016). También lo que pudo influir en el menor tiempo dedicado a echarse en el alojamiento de los sistemas de free stall fue la suciedad lo que corresponde con el trabajo realizado por (Chen et al., 2016) en los cuales el barro limita el tiempo de descanso, esto se afirma con los altos valores encontrados en el score de suciedad de dichos tratamientos.

Tomando en cuenta la bibliografía consultada la cual compara el bienestar animal en sistemas estabulados y sistemas bajo pastoreo, este último en términos de comportamiento es el que más se asemeja al tratamiento pasturas ya que los animales tenían la misma alimentación suministrada como TMR. Lo que llama la atención y puede ser comparable es que en la pastura los animales tuvieron un comportamiento más “natural”. Haciendo ilusión a sistema más placentero en términos de conducta animal.

Las vacas de la P se diferenciaron del resto al pasar más tiempo echadas, aunque no éxito diferencias en cuando a producción de leche ni en leche corregida por sólidos, se puede decir que en este tratamiento tiene mayor bienestar por un alojamiento más amigable (FAWC, 2009). En un trabajo realizado por Arnott et al. (2016) los cual relevaron, que vacas basadas en pastoreo tenían un promedio mayor tiempo dedicado al descanso por periodos de 48 horas y estos periodos de mayor duración en términos de minutos en comparación con un sistema estabulado lo cual se presenta una tendencia

similar al experimento asociando a la P como el lugar de mayor confort. Para esta variable puede adquirir relevancia en un tiempo no muy lejano el hábito de compra de los consumidores. Las encuestas realizadas en la Unión Europea muestran que los consumidores a menudo cuestionan el bienestar animal y pueden influir en la toma de decisiones a la hora de comprar los productos finales (Weatherell et al. 2003, Grunert et al. 2004).

En cuanto al tiempo dedicado a comer se diferenci6 la P con menor tiempo en comparaci6n a los restantes tratamientos, no se encontr6 una respuesta l6gica a este comportamiento, ya que el alimento fue el mismo en todos los tratamientos y el nivel de fibra efectiva tambi6n, el cual se asocia al tiempo que el animal est6 comiendo (Marchesini et al., 2011). Pero se le puede atribuir a que el agua estaba dentro de la parcela y las vacas recurrían a est6 disminuyendo el tiempo de consumo en comparaci6n con los dem6s tratamientos, que el agua estaba m6s cerca y retornaban r6pidamente a los comederos. El agua es un componente clave y vital para las vacas lecheras pudiendo consumir entre 38 a 110 litros de agua por día (Cseh, 2003). Cabe aclarar que la cantidad consumida de TMR fue la mismo en todos los tratamientos (*ad libitum*), o sea consumían la misma cantidad.

La rumia presenta una correlaci6n positiva con los momentos en los cuales las vacas est6n echadas marcando un mismo patr6n a lo largo de las horas de medici6n, lo que concuerda con trabajos realizados por Charlton et al. (2011), los cuales dieron como resultados que la actividad de la rumia se concentra en momentos donde la vaca est6 echada, siendo este un 87% del total del tiempo destinado a dicho descanso. Por lo contrario, Fraser (2009), encontr6 que cuando no hay suficiente espacio en los encierros que permita que la vaca se pueda echar, la actividad de la rumia se concentra estando ésta de pie. Lo cual puede ser uno de los motivos porque existi6 diferencias en cuanto a los tratamientos en el tiempo dedicado a echarse.

5.5 SCORE DE LIMPIEZA

Comparando los resultados del mismo ensayo realizado en INIA la estanzuela (La Manna et al., 2016), se observa un efecto de los sistemas de semiestabulaci6n sobre el grado de limpieza, los animales que se alojaban en la P presentaron menores niveles de suciedad en ubre ($0,79 \pm 0,230$), patas ($0,78 \pm 0,2305$) y flanco ($0,85 \pm 0,230$). En el ensayo realizado se observ6 el mismo efecto que el ensayo anterior, aunque con menores diferencias de suciedad ubre ($0,433 \pm 0,0806$), pata ($0,437 \pm 0,0448$) y flanco ($0,44 \pm 0,0625$). Esto se puede explicar debido a que los animales no estaban tan sucios como los del ensayo anterior. Se puede deber a las precipitaciones, dado que en el ensayo

de La Manna et al. (2016), llovieron 307 mm durante el ensayo, en cambio en el presente ensayo llovieron 100,1 mm, lo que puede explicar dichas diferencias.

Se ha observado que el grado de suciedad de la ubre está relacionado con la salud de la ubre y los niveles de células somáticas (Reneau et al., 2005), por lo cual podría ser de importancia la mejora observada en el score de suciedad de los animales en P. Asociado a un comportamiento más natural mejorando la calidad de vida de los animales y por ende su bienestar (Fraser, 2009).

Además, las condiciones fangosas en suelos húmedos en ausencia de vientos y lluvias son perjudiciales para el ganado. Teniendo importancia prevenir la acumulación de barro como lo fue el caso de la CGI y la CGC que los scores fueron superiores al resto de los tratamientos, esto trae implicancias negativas en el bienestar animal (Chen et al., 2016). Cabe aclarar que estos valores para los sistemas free stall pudieron estar sobreestimados, ya que la bosta se pegaba y permanecía confundiendo con el barro a lo hora de medir el nivel de ensuciamiento en las diferentes partes del cuerpo.

6. CONCLUSIONES

Se concluye que en los sistemas de semiestabulación se pudo observar que no hay diferencias entre tratamientos en producción de leche para vacas que promedian 30 kg. En cuanto se den condiciones similares a este experimento no se recomendaría realizar la inversión, siempre y cuando se cuente con una pastura de buen piso, como lo es la festuca de quinto año en este caso, ya que, con un menor costo de infraestructura, no hay diferencias con los demás tratamientos. En un mercado con alta variabilidad de precios no se recomendaría realizar una mayor inversión, siempre y cuando se tenga buenos comederos sobre hormigón y una pastura que proporcione buen piso para su descanso.

El tratamiento de la pastura reflejó ser más favorable que los restantes tratamientos en cuanto a confort y también influye en un menos grado de suciedad, lo cual se tomaría como la mejor alternativa.

7. RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el impacto de diferentes sistemas de semiestabulación sobre el desempeño productivo y comportamental en vacas lecheras. Fueron utilizadas 64 vacas Holstein en un diseño en bloque completamente al azar, en la Unidad de Lechería de INIA La Estanzuela (Colonia, Uruguay) en un periodo que comprendió del 13/6/16 al 27/8/16. Las vacas fueron bloqueadas por número de lactancia, día de lactancia al inicio del experimento producción de leche, peso vivo y condición corporal; las cuales fueron asignadas al azar a los siguientes tratamientos: cama de goma individual (CGI), Cama de goma colectiva (CGC), Corral de tierra (CT), Pastura (P). La rutina de ordeño fue dos veces al día (5:00 y 15:00). Luego de cada ordeño respectivo los animales se trasladaban a cada tratamiento asignado donde recibían agua *ad libitum* y la ración totalmente mezclada (TMR). La CGI y CGC se limpiaban de lunes a viernes mientras los animales estaban en el ordeño de la tarde. Se registro diariamente la producción individual de cada animal y su composición en términos de grasa (G), proteína (P) y lactosa (L). Semanalmente se evaluó el score de limpieza de cada vaca. Cada quince días se pesaban y evaluaba la condición corporal de cada animal, esto se hacía a la misma hora sin desbaste previo. En el experimento también se midió comportamiento en dos ocasiones (4/8/16 - 22/8/16). El alimento fue muestreado y analizado para determinar su composición química y largo de fibra. Los resultados en producción de leche entre los tratamientos no dieron diferencias en términos estadísticos. La producción de leche corregida por sólidos no se obtuvieron diferencias significativas ni para la interacción tratamiento por semana, interacción por semana, así como tampoco se observó efecto entre tratamientos. En cuanto a la suciedad los tratamientos más afectados fueron CGC y la CGI con scores más elevados. En lo que respecta al comportamiento el tratamiento que tuvo patrones de mayor confort fue la P en comparación con los demás tratamientos. Lo que se le atribuye al mismo un comportamiento más natural, de igual medida, estadísticamente no se tradujo en un aumento en la producción. El peso vivo y la condición corporal no tuvo diferencias entre los tratamientos.

Palabras clave: Semiestabulación; Producción de leche; Leche corregida por sólido; Comportamiento; Score de suciedad.

8. SUMMARY

With the objective of evaluating the impact of different semistabulation systems on the productive performance and components in dairy cows. A total of 64 Holstein cows were used in a completely randomized block design at the INIA La Estanzuela Dairy Unit (Colonia, Uruguay) in a period ranging from 6/13/16 to 8/27/16. The cows were blocked by number of lactations, day of lactation at the beginning of the process of milk production, live weight and body condition; which were assigned at random to the following treatments: single rubber bed (CGI), collective rubber bed (CGC), land pen (CT), Pasture (P). The milking routine was twice a day (5:00 and 15:00). After each of the following activities, the animals were transferred to each of the employees who received water at will and the fully mixed ration (TMR). The CGI and CGC were cleaned Monday through Friday while the animals were in the afternoon. The individual production of each animal and its content in terms of fat (G), protein (P) and lactose (L) were recorded daily. Weekly cleanliness score of each cow was evaluated. Every fifteen days they were weighed and evaluated the corporal condition of each animal, this was done at the same time without sin. In the sense, behavior was also measured twice (8/4/16 - 8/22/16). The food was sampled and analyzed to determine its chemical and long fiber composition. The results in milk production between treatments not performed in statistical terms. The milk production corrected by solids did not reach the conclusion of significant differences for the relation treatment per week, interaction per week, as well as neither effect between treatments. Regarding dirt, the most affected treatments were CGC and CGI with higher scores. Regarding the behavior, the treatment that showed patterns of greater comfort is the P comparison with the other treatments. What is attributed to it a more natural behavior, of equal measure, statistically did not translate into an increase in production. Living weight and body reality had no difference between treatments.

Keywords: Semistabulation; Milk production; Milk corrected by solid; Behavior; Dirt score.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Amores, M. J. 2014. La tendencia mundial es la intensificación... ¿y el bienestar? (en línea). *Spei Domus*. 10(21): 69-72. Consultado 20 may. 2017. Disponible en <http://dx.doi.org/10.16925/sp.v10i21.920>
2. Anderson, N. 2008. Free-stall Diensions. *Dairy Cow Comfort*. (en línea). Fergus, Omafra. 10 p. Consultado 10 ene. 2016. Disponible en <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/dairy/facts/freestaldim.htm>
3. Arnott, G.; Ferris, C. P.; O'Connell, N. E. 2016. Review: welfare of dairy cows in continuously housed and pasture-based production system. *Animal*. 11(2):261-273.
4. Bartussek, H.; Leeb, C. H.; Held, S. 2000. Animal needs index for cattle. ANI 35 L/2000 – cattle. Vienna, Austria, Federal Research Institute for Agriculture in Alpine Regions BAL Gumpenstein. 20 p.
5. Brambell, F. W. R. 1965. Report of the Technical Committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems. London, UK, Her Majesty's Stationery Office. 84 p.
6. Broom, D. M. 1986. Indicators of poor Welfare. *British Veterinary Journal*. 142: 524-526.
7. Calamari, L.; Calegari, F.; Stefanini, L. 2009. Effect of diferent free stall surfaces on behavioural, productive and metabolic parameters in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*. 120:9-17.
8. Callejo, A. 2012. Cow Confort. El bienestar de la vaca lechera, alojamientos, bienestar de la vaca y producción cuantitativa y cualitativa de leche. Madrid, UPM. Departamento de Producción Animal. pp. 78-80.
9. Charlton, G. L.; Rutter, S. M.; East, M.; Sinclair, L. A. 2011. Preference of dairy cows; indoor cubicle housing with access to a total mixed ration vs. access to pasture. *Applied Animal Behaviour Science*. 130:1–9.

10. Chaves, J. 2004. Mastitis bovina: su control y prevención es una tarea permanente. Olivos, Buenos Aires, Argentina, UBA. Facultad de Ciencias Veterinarias. 19 p.
11. Chen, J. M.; Stull, C. L.; Ledgerwood, D. N.; Tucker, C. B. 2016. Muddy conditions reduce hygiene and lying time in dairy cattle and increase time spent on concrete. *Journal of Dairy Science*. 100:2090-2103.
12. Chilibroste, P. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero; i. Predicción del consumo. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (26as., 1998, Paysandú, Uruguay). Trabajos presentados. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 1-7.
13. _____. 2012. Estrategias de alimentación en sistemas de producción de leche de base pastoril. *Cangüé*. no. 32: 2-8.
14. Cseh, S. B. 2003. El agua y su importancia para los bóvidos. (en línea). Balcarce, INTA. 3 p. Consultado 15 may. 2017. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/agua_bebida/28-agua_y_su_importancia_para_los_bovidos.pdf
15. Dillon, P.; O'Connor, P.; McCarthy, S.; Shalloo, L.; Minnane, M.; Berry, D.; Buckley, F.; Mee, J.; Horan, B. 2006. The effect of Holstein-Friesian genotype and feeding system on selected performance parameters of dairy cows on grass-based systems of milk production in Ireland: final report. Fermoy, Co. Cork, Ireland, Teagasc Moorepark Dairy Production Research Center. 59 p.
16. Edmonson, A. J.; Lean, J.; Weaver, L. D.; Farver, T.; Webster, G. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 72:68-78.
17. FAWC (Farm Animal Welfare Council, UK). 1992. Updates the freedoms. *Veterinary Record*. 17: 357-359.
18. Fraser, D. 2009. Animal behavior, animal welfare and the scientific study of affect. *Applied Animal Behavior Science*. 118:108-117.
19. Frossasco, G.; García, F.; Odorizzi, A.; Ferrer, J.; Brunetti, M. A.; Echeverría, A. 2015. Evaluación de distintos sistemas lecheros

intensivos. Área Producción Animal EEA INTA Manfredi. (en línea). Córdoba, INTA. 10 p. Consultado 20 ene. 2017. Disponible en http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_evaluacion_de_distintos_sistemas_lecheros_intensivos.pdf.

20. García Jiménez, J. L.; Alandí Palanca, M.; Bergliter García, D.; Hernández de Luján, S. 2009. Bienestar animal y seguridad alimentaria: dos conceptos entrelazados. *Distribución y Consumo*. jul.-ago.:104-109.
21. González Verdugo, H. H.; Magofkee Serendero, J. C. s.f. Comportamiento de diferentes líneas de ganado Holstein en sistemas de producción basados en pastoreo. La Unión, Universidad de Chile. s.p.
22. Grant, R. J. 2006. Incorporating Dairy cow behavior into Management Tools. *In*: PennState Dairy Cattle Nutrition Workshop (2006, Grantville, PA). Proceedings. University Park, The Pennsylvania State University. pp. 31-41.
23. _____. 2011. Taking advantage of natural behavior improves dairy cow performance. (en línea). Chazy, Extensión.org. s.p. Consultado 20 feb. 2017. Disponible en <http://articles.extension.org/pages/11129/taking-advantage-of-natural-behavior-improves-dairy-cow-performance>
24. Graves, R.; McFarland, D.; Tyson, J.; Wilson, T. 2005. Design considerations for dairy cattle free stalls. (en línea). State College, PA, Penn State Agricultural & Biological Engineering Cooperative Extension. s.p. Consultado 25 feb. 2017. Disponible en <http://articles.extension.org/pages/11015/design-considerations-for-dairy-cattle-free-stalls>
25. Haufe, H. Ch.; Gygax, L.; Steiner, B.; Friedli, K.; Stauffacher, M.; Wechsler, B. 2008. Influence of floor type in the walking area of cubicle housing systems on the behaviour of dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*. 116: 21-27.
26. Hazard, S. 2001. Alimentación de vacas lecheras. (en línea). Temuco, INIA Carillanca. 45 p. Consultado 5 feb. 2017. Disponible en <http://infolactea.com/wp-content/uploads/2017/02/AD3.pdf>

27. Hemsworth, P. H.; Barnett, J. L.; Beveridge, L.; Matthews, L. R. 1994. The welfare of extensively managed dairy cattle: a review. *Applied Animal Behavior Science*. 42: 161-182.
28. Huertas, S.; Piaggio, J.; Gil, A.; César, D.; Torres, E. 2013. Bienestar animal en bovinos lecheros. Montevideo, INIA. 53 p. (FPTA no. 51).
29. Kolver, E. S.; Muller, L. D. 1998. Performance and nutrient intake of high producing holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *Journal of Dairy Science*. 81(5): 1403-1411.
30. Marchesini, G.; Segato, S.; Berzaghi, P.; Andrighetto, I. 2011. Effect of non-forage roughage replacement on feeding behavior and milk production in dairy cows. *Italian Journal of Animal Science*. 10 (44): 171-175.
31. Martínez, G.; Suárez, V.; Ghezzi, M. D. 2016. Bienestar animal en bovinos de leche: selección de indicadores vinculados a la salud y producción. *RIA*. 42(2): 153-160.
32. Mattachini, G.; Riva, E.; Provolò, G. 2010. The lying and standing activity índices of dairy cows in ferr-stall housing. *Applied Animal Behavior Science*. 129: 18-27.
33. Munksgaard, L.; Jensen, M. B.; Pedersen, L. J.; Hansen, S. W.; Matthews L. 2005. Quantifying behavioural priorities: effects of time constraints on behavior of dairy cows, *Bos taurus*. *Applied Animal Behaviour Science*. 92: 3-14.
34. Ramos Rama, J. M. 2012. Factores de riesgo para la enfermedad podal en sistemas de producción de leche pastoriles y cortisol como indicador de estrés en la enfermedad podal. Tesis de Maestría. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. pp. 11-15.
35. Roca, A. I.; Ferris, C. P. 2016. Comportamiento animal del ganado vacuno lechero en pastoreo frente a estabulado. Lugo, Albeitar. 36 p.
36. Roche, J. R.; Friggens, N. C.; Kay, J. K.; Fisher, M. W.; Stafford, K. J.; Berry, D. P. 2009. Invited review: body condition score and its

association with dairy cow productivity, health, and welfare.
Journal of Dairy Science. 92:5769–5801.

37. Rushen, J.; de Passillé, A. M.; Von Keyserlingk, A. G.; Weary, D. M. 2008. The Welfare of Cattle. Dordrecht, The Netherlands, Springer. pp.142-180.
38. Rutter, B.; Olivieri, G.M. 2003. Afecciones podales en bovinos. Médico veterinario. Buenos Aires, Argentina, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Veterinaria. 26 p.
39. Salcedo, G.; Tatiana, Y.; Junior, R.; Stefenson, C.; Gómez, T.; Juliana, D.; Calderón, R.; Gabriel, L.; Machado, M.; Adalberto, M. A. 2012. Acidosis ruminal en bovinos lecheros: implicaciones sobre la producción y la salud animal (en línea). REDVET. 13(4):p. irr. Consultado 26 abr. 2017. Disponible: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040412/041210.pdf>.
40. Temple, D.; Bargo, F.; Mainau, E.; Ipharraguerre, I.; Manteca X. 2016. Conducta de descanso y eficiencia productiva de las vacas de leche - una visión práctica. (en línea). FAWEC. Ficha técnica no. 15. s.p. Consultado 14 mar. 2017. Disponible en http://www.aapa.org.ar/39capa/39_congreso_trabajos/FAWEC15.pdf.
41. Tucker, C. B.; Weary, D. M.; Fraser, D. 2003. Effects of Three Types of Free-Stall Surfaces on Preferences and Stall Usage by Dairy Cows. Journal of Dairy Science. 86: 521–529.
42. Von Keyserlingk, M. A. G.; Rushen, J.; Passillé, A. M.; Weary, D. M. 2009. Invited review: the welfare of dairy cattle—Key concepts and the role of science. Journal of Dairy Science. 92 :4101–4111.
43. Webster, J. 2005. Animal Welfare: limping towards eden. Oxford, Blackwell. pp. 101-149.
44. Welfare Quality, NL. 2009. Welfare quality assessment protocol for cattle. (en línea). Lelystad, The Netherlands, Welfare Quality Consortium. pp. 63-122. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en <http://www.welfarequality.net/>.
45. Wisconsin Milk Marketing Board, US. 2017. What is a Freestall? (en línea). Madison. 2 p. Consultado 17 may. 2017. Disponible en

<http://www.americasdairyland.com/on-the-farm/thecows/calfandcowcare/freestall.aspx>

46. Zanin, E.; Fregonesi, J. A.; Mangilli, L. G. 2016. Comportamento e bem estar de vacas leiteiras submetidas à secagem: revisão. PUBVET. 10(5): 370-380.