

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE DIFERENTES SISTEMAS DE SEMIESTABILACIÓN  
SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO EN VACAS HOLSTEIN**

**por**

**Nicolás HERRERA FIGARI**

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

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2018**

Tesis aprobada por:

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

.....  
Ing. Agr. PhD. Pablo Chilibroste

.....  
Ing. Agr. MSc. Lorena Román

Fecha: 16 de mayo de 2018

Autor: .....  
Nicolás Herrera Figari

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi madre en especial por todo el apoyo brindado desde el primer momento, y a toda la familia que de alguna manera hizo posible que estudiara tan linda carrera.

A mis amigos de siempre, Bruno, Gerardo, Leandro, Germán, Walter y Pablo, que estuvieron en todos los momentos buenos y malos de la carrera.

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

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 mis tíos del corazón Freddy, Liset, Blanca y Eduardo, que siempre mostraron su apoyo y me ayudaron en todo momento.

A la Ing. Agr. Lorena Roman 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>OBJETIVO GENERAL</u> .....	1
1.1.1. <u>Objetivos específicos</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1. <u>BIENESTAR ANIMAL</u> .....	3
2.1.1. <u>Definición y aspectos generales</u> .....	3
2.1.2. <u>Cuantificación del bienestar animal</u> .....	5
2.1.3. <u>Factores basados en el animal</u> .....	7
2.1.3.1. <u>Salud animal</u> .....	7
2.1.3.2. <u>Conducta animal</u> .....	8
2.2. <u>FACTORES BASADOS EN EL AMBIENTE</u> .....	10
2.2.1. <u>Agua de bebida</u> .....	10
2.2.2. <u>Medio ambiente</u> .....	11
2.2.3. <u>Alojamiento</u> .....	11
2.2.4. <u>Tipos de alojamientos utilizados</u> .....	12
2.2.4.1. <u>Sistema de corral seco con pendiente o “drylots”</u> ..	12
2.2.4.2. <u>Sistema de producción estabulado o “free stall”</u> ....	12
2.3. <u>COMPOSICIÓN DE LECHE</u> .....	14
2.3.1. <u>Grasa</u> .....	15
2.3.2. <u>Proteína</u> .....	16
2.3.3. <u>Lactosa</u> .....	17
2.4. <u>HIPÓTESIS</u> .....	17
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	18
3.1. <u>LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL</u> .....	18
3.2. <u>ANIMALES Y TRATAMIENTOS</u> .....	18
3.3. <u>MANEJO DE LOS ANIMALES E INSTALACIONES</u> .....	19
3.4. <u>DETERMINACIONES EN EL AMBIENTE</u> .....	20
3.4.1. <u>Caracterización del ambiente</u> .....	20
3.5. <u>FESTUCA</u> .....	21
3.6. <u>DETERMINACIONES EN LOS ANIMALES</u> .....	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>Determinaciones en los alimentos</u> .....	22
3.7. <u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u> .....	22

4. <u>RESULTADOS</u> .....	23
4.1. CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE .....	23
4.2. FESTUCA .....	24
4.3. DETERMINACIONES EN LOS ANIMALES .....	25
4.3.1. <u>Producción de leche</u> .....	25
4.3.2. <u>Composición de leche</u> .....	26
4.3.3. <u>Producción de sólidos en leche</u> .....	31
4.3.4. <u>Producción de leche corregida por sólidos</u> .....	35
4.3.5. <u>Condición corporal</u> .....	36
4.3.6. <u>Peso vivo</u> .....	36
5. <u>DISCUSIÓN</u> .....	38
5.1. PRODUCCIÓN DE LECHE .....	38
5.2. COMPOSICIÓN DE LECHE .....	38
5.3. PRODUCCIÓN DE SÓLIDOS EN LECHE.....	38
5.4. PRODUCCIÓN DE LECHE CORREGIDA POR SÓLIDOS.....	39
5.5. PESO VIVO Y CONDICIÓN CORPORAL.....	39
6. <u>CONCLUSIONES</u> .....	40
7. <u>RESUMEN</u> .....	41
8. <u>SUMMARY</u> .....	42
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	43

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Dimensiones de cubículos .....	12
2. Características de la ración totalmente mezclada (RTM) en Kg de materia seca por animal por día (kg MS/a/d).....	18
3. Producción de leche (PL) según tratamiento .....	22
4. Composición de leche según los tratamientos (%) .....	27
5. Composición de leche según los tratamientos (Kg) .....	29
6. Leche corregida por sólidos (LCS, kg/a/d) según tratamiento .....	32
Figura No.	
1. Diagrama de free stall de tipo abierto .....	12
2. Alojamientos estudiados .....	17
3. Precipitaciones en mm en el período experimental .....	21
4. Gráfica de balance hídrico .....	21
5. Temperaturas mínima, máxima y promedio en los días de evaluación .....	22
6. Evolución de la producción de leche (Kg/a/d) en función de la semana experimental para los diferentes tratamientos .....	23
7. Evolución de la producción de leche (PL) durante	

el período experimental .....	23
8. Evolución del porcentaje de grasa en función de la semana experimental para los diferentes tratamientos ..	24
9. Evolución del % de grasa con respecto a la semana experimental .....	25
10. Evolución del porcentaje de proteína en función de la semana experimental para los diferentes tratamientos .....	26
11. Evolución del % de proteína con respecto a la semana experimental .....	26
12. Evolución del % de lactosa en función de la semana experimental .....	27
13. Evolución del % de lactosa en función de la semana experimental, según tratamiento .....	28
14. Evolución de grasa (Kg) en función de la semana experimental para los diferentes tratamientos .....	29
15. Evolución de proteína (Kg) en función de la semana experimental para los diferentes tratamientos .....	30
16. Evolución de lactosa (Kg) en función de la semana experimental para los diferentes tratamientos .....	30
17. Evolución de la producción de proteína en Kg en función de la semana experimental .....	31
18. Evolución de la producción de lactosa en	

kg en función de la semana experimental .....	31
19. Evolución de leche corregida por sólidos (Kg/a/d) en función de la semana experimental para los diferentes tratamientos .....	32
20. Leche corregida por sólidos en función de la semana experimental .....	33
21. Evolución del PV (kg/animal) en función de los distintos días de medición (22, 36, 51) para los cuatro tratamientos .....	34

## 1. INTRODUCCIÓN

La lechería es uno de los principales complejos agroindustriales del Uruguay, lo que ha llevado a que sea uno de los sectores más dinámicos en la agropecuaria del país. En los últimos años, la competencia por tierra con otros rubros principalmente la agricultura, aumentos de costos de producción, aumento del precio de la leche ha determinado que la lechería deba seguir un proceso de intensificación. Por otra parte, mientras la agricultura presenta una amenaza por la competencia por el recurso suelo, a su vez es una gran oportunidad por el gran aumento de granos ofrecidos en el país y la posibilidad de utilizar los mismos en la alimentación de animal para aumentar la producción.

El sector lechero ha mostrado una intensificación en las últimas décadas (MGAP. DIEA, 2016) aumentando la carga y la producción individual. Para alcanzar niveles de producción elevados y además mantener una alta carga a lo largo del año, es necesaria la implementación de sistemas que permitan en las épocas críticas un encierro estratégico. Como en el invierno, donde problemas de exceso hídrico (barro y la imposibilidad de acceder a pastoreo directo) se vuelven relevantes ya que son problemas que ocurren sistemáticamente año a año.

La investigación nacional busca alternativas intermedias previas al encierro total del rodeo, para el cual se necesitaría una gran inversión. Por esta razón la implementación de sistemas de semiestabulación en épocas críticas sería una estrategia a evaluar. En estos sistemas de encierro y de alta carga, el estudio de los aspectos de confort y bienestar animal se torna clave. Como ya es reconocido la productividad de las vacas lecheras está afectada adversamente por la falta de confort (Albright, 1987), lo cual debe ser considerado a la hora de establecer un sistema de estabulación.

### 1.1 OBJETIVO GENERAL

Comparar diferentes sistemas de semiestabulación (cama de goma individual, corral de tierra, pastura, cama de goma colectiva) sobre el desempeño productivo en invierno de vacas Holstein.

#### 1.1.1 Objetivos específicos

Evaluar los efectos de distintos sistemas de semiestabulación (cama de goma individual, corral de tierra, pastura, cama de goma colectiva) sobre la producción y composición de leche de vacas Holstein en invierno.

Evaluar el efecto de los distintos sistemas de semiestabulación sobre el peso vivo y la condición corporal en invierno de los animales.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 BIENESTAR ANIMAL

#### 2.1.1 Definición y aspectos generales

La preocupación por el bienestar animal comienza a tomar relevancia hace unas décadas, fundamentalmente en los países europeos, debido a la condiciones de crianza de los animales en su cuidado tratando de asegurarse que estos estén sanos y bien nutridos. El interés más reciente en el bienestar de los animales, deriva en gran parte de la preocupación pública acerca de algunas técnicas modernas de producción. En muchos establecimientos modernos especialmente en el mundo industrializado, los animales se alojan en el interior en condiciones aparentemente “no naturales”, con espacio limitado y con frecuencia con una capacidad limitada para participar en interacciones sociales y otros comportamientos naturales (Rushen et al., 2008).

Las primeras expresiones públicas de preocupación por el bienestar de los animales en condiciones modernas de producción, surgieron en el Gobierno Británico donde se estableció el comité de Brambell (1965) para “*indagar sobre el bienestar de los animales en virtud de los sistemas de cría intensiva*”. “*Es de aquí que surge una de las primeras menciones sobre bienestar animal donde se decía que el bienestar es 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*” (Brambell, 1965).

Desde hace 40 años se han propuesto distintas definiciones de bienestar animal, Hughes (1976) lo describe como “el estado de salud mental y físico en armonía con el entorno o medio ambiente”. Más recientemente Broom (1986) define el bienestar animal como “el estado en el que un animal trata de adaptarse a su ambiente”, en otras palabras, el animal se adapta rápidamente al ambiente, mientras que en condiciones de falta de bienestar los intentos de adaptación son numerosos y llevan a un gran costo fisiológico animal.

*“El concepto de bienestar animal incluye tres elementos: 1) el funcionamiento adecuado del organismo, lo que entre otras cosas supone que los animales estén sanos y bien alimentados, 2) el estado emocional del animal que incluye la ausencia de emociones negativas (dolor y el miedo crónico) y 3)*

*la posibilidad de expresar algunas conductas normales propias de la especie”* (Fraser et al., 1997).

Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud Animal considera que un animal se encuentra en un estado satisfactorio de bienestar cuando está sano, confortable y bien alimentado, puede expresar su comportamiento innato, y no sufre dolor, miedo o estrés (WOAH, 2008). De acuerdo con el denominado principio de las cinco libertades, el bienestar de un animal queda garantizado cuando se cumplen los cinco requisitos, en donde el animal no sufre sed, hambre ni malnutrición, porque tiene (FAWC, 1992):

- acceso a agua de bebida y se le suministra una dieta adecuada a sus necesidades.
- no sufre estrés físico ni térmico, porque se le proporciona un ambiente adecuado, incluyendo refugio frente a las inclemencias climáticas y un área de descanso cómoda.
- no sufre dolor, lesiones ni enfermedades, gracias a una prevención adecuada y/o a un diagnóstico y tratamiento rápidos.
- es capaz de mostrar la mayoría de sus patrones normales de conducta, porque se le proporciona el espacio necesario y las instalaciones adecuadas, y se aloja en compañía de otros individuos de su especie.
- no experimenta miedo ni estrés, porque se garantizan las condiciones necesarias para evitar el sufrimiento mental.

A partir del año de 2004, el bienestar animal fue identificado como una de las prioridades del Plan Estratégico de la OIE (Organización Mundial de Salud Animal) con el propósito de promover el bienestar de los animales a partir de argumentos científicos, tratando de elaborar normas y directrices basadas en estos criterios y promoviendo la enseñanza a través de la capacitación y la difusión de manejos adecuados de los animales (OIE, 2013).

En la actualidad los aspectos relacionados al bienestar animal, son considerados por todos los actores de la sociedad, en especial el consumidor de alimentos de origen animal. Este considera inaceptables los sistemas de producción cuando afectan el bienestar de los animales en algún punto de la cadena productiva (Seng y Laporte, citados por de Torres et al., 2011), exigiendo más información y transparencia, con etiquetas que certifiquen la trazabilidad del producto, indicando los métodos de crianza, los cuidados aplicados y el uso de alimentos inocuos (Littin y Mellor, citados por de Torres et al., 2011).

Se cree, que en el futuro, los consumidores optarán por adquirir solo productos de origen animal de sistemas en donde se respete el su bienestar (Fraser, 2006). Esto impacta directamente en los sistemas productivos, dónde además, se observa un proceso de intensificación (aumento de carga animal y tamaño de predios) con el objetivo de aumentar la eficiencia. Este aumento de densidad predispone al contagio de enfermedades e inhibe la conducta natural de los animales, presentándose comportamientos anormales asociados al confinamiento (Urrutia, 2009). Este proceso de intensificación de los sistemas productivos, no es ajeno a Uruguay, en los últimos 10 años, se ha observado un descenso del área (849 mil ha en 2007 vs. 771 mil ha en 2015) y aumento de los animales (724 vs. 783 mil cabezas en 2005 y 2015, respectivamente, MGAP. DIEA, 2016). Otro aspecto destacable dentro de la intensificación de los sistemas productivos, es el aumento de la producción individual y por consecuencia aumento de la sensibilidad frente a cualquier cambio.

#### 2.1.2. Cuantificación del bienestar animal

Dada la importancia que ha cobrado en el último tiempo la valoración del bienestar animal, se ha buscado cuantificarlo a través de distintos indicadores, relacionados al animal y al medio ambiente que lo rodea. Los cambios fisiológicos y conductuales en el animal son los factores principales de medición de este tipo de estudios (Beaver, 1994).

De acuerdo con los protocolos Welfare Quality, la valoración del bienestar animal deben tener en cuenta cuatro aspectos (Manteca et al., 2012):

- ¿Se alimenta a los animales de forma correcta?
- ¿Se aloja a los animales de forma adecuada?
- ¿Es adecuado el estado sanitario de los animales?
- ¿Refleja el comportamiento de los animales un estado emocional adecuado?

Estas cuatro preguntas son el punto de partida de un conjunto de 12 criterios en los que debería basarse cualquier sistema de valoración del bienestar. Dichos criterios, ordenados según las cuatro preguntas anteriores, son los siguientes:

- alimentación, ausencia de hambre y sed prolongada.
- alojamiento, confort en relación al descanso, confort térmico y facilidad de movimiento.

- estado sanitario, ausencia de lesiones, ausencia de enfermedades, ausencia de dolor causado por prácticas de manejo tales como la castración, el corte de cola, el descornado, etc.
- comportamiento, expresión de un comportamiento social adecuado, de forma que exista un equilibrio entre los aspectos negativos (agresividad por ejemplo) y los positivos. Expresión adecuada de otras conductas de forma que exista un equilibrio adecuado entre los aspectos negativos y los positivos. Interacción adecuada entre los animales y sus cuidadores de forma que aquellos no muestren miedo de las personas. Estado emocional positivo (Manteca et al., 2012).

Huertas et al. (2013) en Uruguay, proponen otra clasificación, muy parecida a la anterior, y clasifica los indicadores de cuantificación del bienestar animal en dos tipos: los basados en el animal y los basados en el medio ambiente que rodea al animal.

Los factores basados en el animal o de salida son los más fehacientes aunque a veces los más difíciles de medir. Se clasifican como:

- indicadores clínicos, registro de enfermedades (ej.: renuevas, mastitis, lesiones, etc).
- indicadores biológicos, registros fisiológicos (ej.: liberación de hormonas) registros hematológicos (ej.: número de leucocitos, neutrófilos, monocitos, etc); registros biofísicos (ej.: temperatura corporal, frecuencia cardíaca, ganancia de peso).
- indicadores etológicos (comportamentales), observación y descripción de patrones de comportamiento. Por ejemplo la observación de levantarse y acostarse, si el espacio que tiene es suficiente para desarrollar los movimientos normales con facilidad. Otro ejemplo es el tiempo de descanso y de rumia que destina el animal a lo largo de un día. Las vacas lecheras deben descansar aproximadamente 10-12 hs por día. Unas instalaciones confortables resultan en un aumento tanto del tiempo que las vacas permanecen echadas como del tiempo de sueño, lo que tiene un efecto positivo sobre la producción
- experimentación, por medio de pruebas de preferencia o análisis de motivación (Huertas et al., 2013).

Por otro lado, los factores basados en el medio ambiente que rodean al animal, también llamados de entrada o ambientales se pueden clasificar de la siguiente forma:

- 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 (Huertas et al., 2013).

### 2.1.3. Factores basados en el animal

#### 2.1.3.1. Salud animal

La salud animal es un aspecto muy importante, la FAO considera la sanidad animal como una herramienta necesaria para una producción más sostenible. Los cambios en la producción aumentan el potencial de que surjan, crezcan y se propaguen nuevos agentes patógenos desde los animales a los seres humanos a escala mundial. Los animales sanos están estrechamente relacionados con las personas sanas y un medio ambiente sano (FAO, 2017). A su vez algunos de los principales problemas de bienestar del vacuno de leche son problemas de salud (Manteca et al., 2012).

La mastitis se considera uno de los principales problemas de bienestar animal y también económico en vacas lecheras. Esto se debe a que disminuye la producción de leche y su calidad, aumenta el descarte de la misma durante su tratamiento, aumentan los costos veterinarios y las penalizaciones derivadas del recuento de células somáticas (Mainau et al., 2014).

Las vacas con mastitis muestran varios comportamientos asociados a enfermedad (por ejemplo, reducción del consumo de alimento). Si bien el tiempo que una vaca permanece tumbada suele aumentar durante el transcurso de una enfermedad (ayudando así al animal ahorrar energía) las vacas con mastitis reducen el tiempo que pasan echadas debido al dolor de la ubre, afectando la conducta de reposo (Mainau et al., 2014).

La renguera es probablemente la patología que afecta más seriamente el bienestar del ganado lechero. En vacas mantenidas en cubículos, tiene prevalencia superior al 20 % e impide uno de los comportamientos esenciales como la locomoción (Phillips, 2002). Cuanto mayor sea la distancia a recorrer hasta la sala de ordeño, mayor será el impacto en el bienestar (Phillips, 2002). Un suelo no adecuado puede ser la causa principal de cojeras, aunque no la única (factores genéticos, nutrición, etc., Callejo, 2016). El año y la estación sobre la cojera se han asociado a las lluvias, ya que la humedad implica

disminución en la resistencia mecánica de la pezuña que predispone a un desgaste excesivo de la suela (Eddy y Scott, 1980).

Algunos efectos secundarios generados a partir de la renguera que influyen sobre el bienestar están asociados a vacas menos competitivas, más temerosas, presentan dificultades para tumbarse y levantarse, con mayor riesgo de traumatismos en pezones y mastitis asociada. A su vez comen menos, baja su condición corporal y se traduce en una reducción de la producción de leche (Callejo, 2016).

Algunos factores predisponentes a las cojeras son; suelos húmedos y deslizantes y/o deteriorados, falta de limpieza, estrés originado por agresiones, ruidos o espacios insuficientes, cubículos mal diseñados y con escaso mantenimiento, falta de cuidado periódico de las pezuñas, problemas asociados a la alimentación (Callejo, 2016).

En los últimos años se están incorporando en parte de la superficie del establo (por ejemplo, delante del comedero, en los pasillos hacia la sala de ordeño y en el corral de espera al ordeño) otros materiales más “flexibles” y cómodos que dan la oportunidad al animal de “aliviarse” de la dureza del hormigón: alfombras de goma (Callejo, 2016).

#### 2.1.3.2. Conducta animal

Los ambientes extremos afectan negativamente al organismo animal, repercutiendo en la expresión del potencial productivo. Los efectos del clima sobre los animales están mediados por cambios metabólicos, fisiológicos y de comportamiento (Johnson, 1987).

La conducta de alimentación es muy sensible a las situaciones de estrés. En efecto, cuando el animal, en este caso la vaca, percibe una amenaza tanto si es real como si no lo es, responde con un aumento en la síntesis y secreción de CRH (hormona liberadora de corticotropina) por parte del núcleo paraventricular del hipotálamo. La CRH actúa directamente sobre las estructuras nerviosas que controlan la ingestión de alimento, ejerciendo un efecto inhibitorio sobre la misma (Manteca et al., 2012).

Respecto al descanso, las vacas requieren de 12 a 14 horas / día de descanso (acostado). Los beneficios del descanso incluyen un aumento potencial de la producción de leche debido a un mayor flujo sanguíneo a través de la ubre, mayor flujo sanguíneo al útero durante la lactancia tardía, mayor efectividad de la rumia, menos estrés en las pezuñas y menos cojera, menor estrés por fatiga y mayor ingesta de alimento (Grant, 2004). En condiciones de

encierros estratégicos se ha observado que es muy importante manejar adecuadamente los aspectos relacionados al confort animal, entre ellos el tipo de alojamiento de los animales para mantener adecuados niveles de producción. Se observó que la producción de leche se encuentra en estrecha relación con el tiempo de descanso de los animales, logrando un aumento de 1,56 kg de leche por cada hora más de descanso que lograban los animales (Grant, 2004), y según Callejo (2012) se puede producir aproximadamente 1 kg más de leche al día por cada hora adicional de descanso.

La conclusión es que el descanso (incluyendo la rumia) tiene una prioridad alta al igual que comer y que las interacciones sociales. Las vacas compensan el menor acceso al descanso gastando menos tiempo comiendo, para liberar tiempo y así recuperar la actividad de descanso perdido (Munksgaard et al., 2005).

La experiencia del grupo Chiavassa en Argentina y para sus condiciones demuestra que invertir para mejorar el bienestar de las vacas tiene un impacto positivo en los resultados económicos debido a una mejora significativa de la eficiencia de conversión de alimento en leche (Mainau et al., 2016). Además se ha visto que el fluido de sangre a la ubre aumenta cuando la vaca esta acostada (Metcalf et al. 1992, Rulquin y Caudal, citados por Calamari 2009) y cuando se les priva de estar acostadas la hormona de crecimiento en el plasma se reduce con efectos negativos sobre la producción de leche (Munksgaard y Lovendahl, citados por Calamari, 2009). Esto impacta en el equilibrio fisiológico de las vacas lecheras a través de la modificación de nutrientes y su utilización, el aumento de requisito nutricional, la eficiencia productiva deprimida y modificación en las características de la leche (Bertoni et al., citados por Calamari, 2009). Por ello es tan importante optimizar su tiempo de descanso con el fin de garantizar el bienestar y la productividad del ganado lechero.

La conducta de rumia resulta también muy afectada por el estrés. En la vaca y en los rumiantes en general existe una relación inversa entre el tiempo dedicado a la rumia y el tiempo dedicado a dormir; además, durante los episodios de rumia la vaca suele mostrar un estado de somnolencia. Es muy probable que la rumia comparta algunas de las características del sueño y esto explicaría que sea tan sensible a situaciones de estrés o incomodidad (Manteca et al., 2012).

Según la Manteca et al. (2013) hay cierta evidencia que el estrés puede tener un efecto inhibitor sobre la rumia y esto a su vez puede reducirla digestibilidad de los alimentos y consecuentemente el rendimiento productivo, aumentando el riesgo de acidosis ruminal. Si se tiene en cuenta el reparto del

tiempo entre las distintas actividades diarias de la vaca, es fácil comprender que el descanso del animal puede verse seriamente comprometido si el tiempo dedicado al ordeño o a otras actuaciones sobre el animal se prolongan excesivamente. Los beneficios de un tiempo de descanso y de rumia suficientes son muy claros: menor estrés en las patas, menor incidencia de cojeras, mayor flujo sanguíneo a la glándula mamaria (mayor síntesis de leche), mejor estado general del animal (Callejo, 2012).

Otro factor a tener en cuenta es la acidosis ruminal y laminitis, el exceso de carbohidratos solubles y proteínas, inadecuada relación fibra/concentrado, carencia de fibra efectiva, silos enmohecidos, cambios bruscos de alimentación, falta de acostumbramiento ruminal y excesos de dominancia o jerarquía de vacas sobre vaquillonas son pautas claves para el desarrollo de la enfermedad (Ramos, 2012). Por otro lado, se debe considerar aspectos de confort y bienestar animal como lo son; largas caminatas, suelos duros y excesivamente abrasivos, exceso de humedad y barro predisponen a los animales a daños mecánicos particularmente importantes en pezuñas debilitadas por la enfermedad (Ramos,2012).

## 2.2 FACTORES BASADOS EN EL AMBIENTE

### 2.2.1 Agua de bebida

Se debe tener presente que el organismo de una vaca adulta tiene alrededor de 70 por ciento de agua en sus tejidos blandos. El porcentaje de agua en peso de un animal es variable, entre el 50 y 75 % según la edad y estado corporal (Herrero et al., 1996).

El agua es fundamental para todas las funciones corporales y es considerada el más esencial de todos los nutrientes. Una ración que este perfectamente balanceada considerando todos sus nutrientes pero que ignore la calidad, cantidad y accesibilidad de su suministro de agua puede generar menor producción de leche e incluso la muerte (Kopcha, 2010).

La leche que producen las glándulas mamarias de los bovinos está constituida por un 85 a 88 % de agua. De ahí la importancia de la adecuada ingestión de agua de excelente calidad en las vacas lecheras, de lo contrario la producción decrece en forma manifiesta (Walstra y Jenness 1984, Bavera et al. 1999).

### 2.2.2. Medio ambiente

La temperatura ambiental es el factor más importante que limita el bienestar animal, y al modificarse afecta el confort de los animales homeotermos, como es el caso de los bovinos (Córdova et al., 2010). Los animales hacen frente a estos eventos desfavorables primordialmente a través de modificaciones fisiológicas y de comportamiento (Arias et al., 2008).

Según Nienaber y Hanh (2007), las respuestas de los animales varían de acuerdo al tipo de desafío térmico que presenten; cambios adaptativos de corto plazo (de comportamiento, fisiológicos e inmunológicos) son la respuesta inicial a eventos agudos, mientras que desafíos de mayor duración impactan en respuestas orientadas al desempeño (se altera el consumo voluntario, se afecta el crecimiento, reproducción y eficiencia reproductiva). Al mismo tiempo los animales pueden minimizar los efectos adversos y compensar el desempeño mediante mecanismos de adaptación. La tasa respiratoria es una alerta temprana del incremento del estrés calórico y aumenta marcadamente intentando disipar el exceso de calor; también hay un decremento del consumo voluntario, lo cual reduce el desempeño productivo.

En el ganado lechero el nivel óptimo de temperatura ambiente para obtener mejores resultados oscila entre los 13 y 20 °C. Con temperaturas por debajo el animal sufre estrés por frío y por el contrario cuando la temperatura fluctúa por encima de 20 °C (Araujo, 2011).

### 2.2.3. Alojamiento

En muchos países, las vacas en lactación se mantienen en el pasto, que puede ser permanente (típico en Australia y Nueva Zelanda), o estacional (como en las partes más frías de América del Norte y Europa, Rushen et al., 2008), las vacas lecheras lactantes también pueden mantenerse en grandes recintos al aire libre, ya sea con una superficie de hormigón o de tierra (drylot), pero que no tienen acceso a los pastos. Las vacas son restringidas en un espacio que proporciona una superficie de reposo y de pie, así como el acceso individual a los alimentos y el agua. En estabulación libre, las vacas tienen libre acceso a un área de descanso, que puede consistir en cualquiera de los cubículos con un paquete de profundidad camas (Rushen et al., 2008).

#### 2.2.4. Tipos de alojamientos utilizados

##### 2.2.4.1 Sistema de corral seco con pendiente o "drylots"

Son sistemas originados en Arizona en EEUU, este tipo de sistemas es para zonas con lluvias menores a los 500 mm anuales, ya que demandan un gran mantenimiento de pisos y accesos (Frossasco et al., 2015). Algunas fortalezas asociadas a los drylots son: la baja inversión inicial (comparado con free stall), flexibilidad del sistema que puede combinarse con un sistema pastoril con suplementación o pastoreo, menor costo de mantenimiento y manejo del estiércol, menos horas/hombre en tareas de mantenimiento, las camas son grupales lo cual facilita el manejo y son adaptables a distintas escalas productivas (Frossasco et al., 2015).

Como debilidades de estos sistemas se destaca que: 1) requieren mayor superficie por vaca que otros sistemas confinados, 2) ubicarlos en lugares bien drenados, ya que en épocas de mayores precipitaciones ocasiona problemas sanitarios derivados de la acumulación de barro, 3) puede haber contaminación de napas si no se realiza una adecuada compactación de suelo (Frossasco et al., 2015).

Las características del drylots en cuanto a la superficie por vaca, consta de corrales abiertos de 50-70 m<sup>2</sup>/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 a 1-2% (Frossasco et al., 2015). En cuanto a la sombra Gasque (2008) propone 3.70 m<sup>2</sup> en corrales de tierra para animales adultos, 2.80 m<sup>2</sup> para vaquillonas.

##### 2.2.4.2 Sistema de producción estabulado (o Free stall)

Son sistemas de confinamiento característicos del hemisferio norte, donde la disponibilidad de tierra es limitada, y las temperaturas no permiten el crecimiento de la pastura todo el año. Se caracterizan por instalaciones de encierre que proveen a las vacas áreas limpias y secas individuales para cada animal con buenas condiciones para su bienestar. Para mantener los mayores niveles de producción esperados en estos sistemas, es indispensable que el diseño de las instalaciones provea sitios confortables para que las vacas se puedan echar (Frossasco et al., 2015).

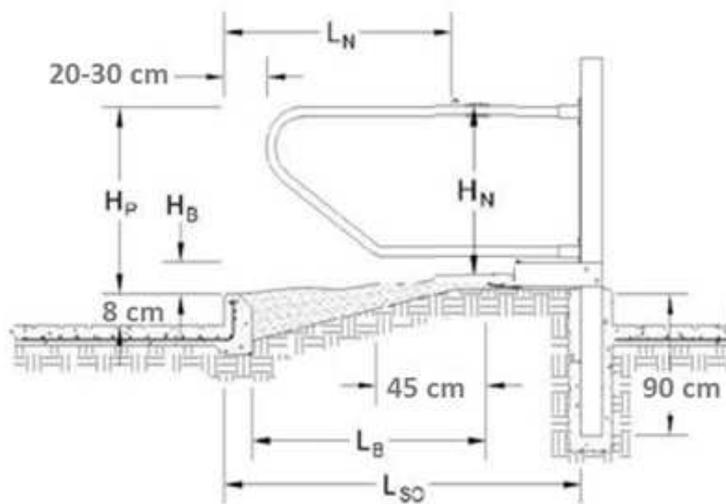
Uno de los componentes más importantes es el diseño de la cama y la elección de un buen material para las mismas ya que las vacas están motivadas para estar acostadas durante 12-13 horas por día (Jensen et al., 2005). Las

camas deben ser lo suficientemente grandes para permitir echarse y levantarse cómodamente, cuidando que no sea excesivamente amplia, donde el animal tienda acostarse inclinado, e inclusive podría provocar que vacas más pequeñas se acuesten invertidas (Frossasco et al., 2015).

Las fortalezas de sistemas de producción free stall incluyen: el gran control de variables para lograr el confort de los animales y mayor independencia ante las condiciones climáticas permitiendo expresar en mayor proporción el potencial de producción, comparado con otros sistemas se requiere menor superficie por animal.

Las debilidades pueden estar asociadas a la elevada inversión inicial que involucra la infraestructura, las camas, manejo de efluentes, a su vez tiene altos costos operativos y de mantenimiento (Frossasco et al., 2015). Al ser un sistema con número de camas fijo, es poco flexible a cambios en el número de animales y de manejo de grupos dentro de galpones, es un sistema con alta demanda de horas hombre y maquinaria, y debido a la naturaleza del piso, hay alta prevalencia de problemas podales (Frossasco et al., 2015).

Figura 1. Diagrama de free stall de tipo abierto



Fuente: adaptado de Anderson (2008).

Cuadro 1. 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

Fuente: Anderson (2008)

En el cuadro 1 se muestran datos de dimensiones de cubículos en cuanto a diferentes rangos de peso de los animales.

El espacio de las camas debe estar unos 20 – 30 cm por encima del pasillo para evitar el ingreso de heces y orina (Frossasco et al., 2015).

En cuanto a los bebederos se coloca de forma estratégica en los corrales en ambos extremos de los comederos apartados de los comederos (Gasque, 2008).

La pendiente en corrales pavimentados debe orientarse en sentido longitudinal al corral (1 %) y de preferencia opuestas al comedero (Gasque, 2008).

### 2.3. COMPOSICIÓN DE LECHE

Además de las consideraciones éticas y aspectos relacionados con la percepción del consumidor, el bienestar animal es importante porque una falta de bienestar reduce la productividad. Según Johnson (1987) la comodidad de la

vaca es el factor más importante y que más influye sobre el rendimiento de la vaca lechera. El confort es un tema de gran importancia independientemente de si las vacas están estabuladas en plaza fija, cubículos, o estabulación libre. Si la vaca no está cómoda, todos los programas de manejo que se apliquen no conseguirán su potencial máximo (Johnson, 1987).

Un aspecto relacionado con la biología del estrés y que merece la pena mencionar es su carácter aditivo. Esto significa que los cambios fisiológicos o de conducta que muestra un animal como consecuencia de una situación estresante son tanto más marcados cuanto mayor es el número de factores de estrés que afectan al animal. Como consecuencia de esto, los momentos más delicados en un ciclo de producción son aquellos en los que el animal está expuesto simultáneamente a varios factores estresantes (Manteca et al., 2012).

La investigación ha demostrado que, en general, las vacas con acceso a los pastos son de mejor salud que los que permanecen en el interior Rushen et al. (2008). Sin embargo, estas diferencias dependen de muchos factores, como la calidad de la ventilación, el tipo de cama utilizada, etc. Además, las vacas en el pasto no están libres de problemas de bienestar, estas pueden sufrir las inclemencias del tiempo, el aumento de la carga de parásitos, y la alimentación inadecuada, si la densidad de animales es demasiado alta (Rushen et al., 2008) y del barro para las condiciones de Uruguay.

### 2.3.1. Grasa

Para asegurar el mantenimiento de un contenido satisfactorio de grasa es necesaria una cantidad determinada de fibra en la dieta (Calsamiglia 1997, Acosta 2001). Los modelos de alimentación actuales recomiendan un mínimo de fibra para asegurar un correcto funcionamiento ruminal. La función química de la fibra sobre el contenido de grasa está dada por los compuestos que forman parte de la pared celular de los vegetales, los cuales están involucrados en la regulación del ritmo de fermentación y del pH ruminal. La estructura física ha mostrado tener importancia al momento de evitar descensos marcados en el pH ruminal y mantener el porcentaje de grasa láctea, repercutiendo y haciendo mayor el tiempo de masticación y la secreción salivar (Bach et al., 2006).

La proporción de forraje y concentrado en la dieta es un indicador muy utilizado en la evaluación de dietas para vacas lecheras, y a pesar de que es más importante en sistemas basados en estabulación, se aplica también a condiciones de pastoreo, aunque no íntegramente. Una mayor inclusión de concentrados en la dieta hasta un determinado nivel (entre 40 y 60 %) produce un aumento en la síntesis de grasa (Acosta 2001, Gallardo 2006).

A medida que disminuye la relación forraje: concentrado, se produce un desplazamiento del pH hacia la acidez, y un crecimiento diferencial de los microorganismos ruminales. Las fermentaciones ruminales se van modificando produciendo un cambio en las relaciones de AGV, más específicamente un incremento en la proporción de ácido propiónico y un descenso de los precursores lipogénicos, causando una depresión tanto en la síntesis como en el porcentaje de grasa láctea (Rearte 1992, Astigarraga 2003).

El tipo de carbohidrato contenido en el grano es un factor de importancia al momento de realizar la suplementación. La depresión en la síntesis de grasa será mayor cuando se suministren carbohidratos fácilmente fermentescibles en rumen como el caso de trigo o cebada, que cuando se suplementen granos menos fermentescibles como maíz (Rearte, 1992).

El propósito principal de la inclusión de lípidos en la dieta de vacas lecheras es aumentar la ingesta de energía y la producción de leche. Pero, los cambios observados en estos varían según el tipo de lípidos agregados a la dieta (Wattiaux, 2000). Se sabe también que estos suplementos tienen efectos específicos sobre la concentración de grasa láctea y composición de AG de la grasa en la leche. Los efectos de estos suplementos sobre la producción y el contenido de grasa son complejos, pero generalmente, si la fermentación es normal, el suministro de grasa aumenta el porcentaje de grasa en leche (Palmquist, 1996).

### 2.3.2. Proteína

El contenido proteico de la leche es heterogéneo ya que resulta de una mezcla de varias proteínas, enzimas y trazas de nitrógeno no proteico (Miller et al., 2007). El porcentaje de proteína varía según la raza de la vaca (Tyler y Ensminger, 2006) y está en relación directa con la cantidad de grasa en la leche (Wattiaux et al., 2005): cuanto mayor es la cantidad de grasa, mayor es la cantidad de proteína.

Como ocurre con la grasa láctea, la concentración de proteínas en leche y su composición están influenciadas por la dieta, pero la magnitud de los cambios logrados son inferiores (Santos 2002, Gallardo 2006). Según González et al. (2001) difícilmente se pueda variar más que 0,3 a 0,4 unidades porcentuales en función de la nutrición, siendo más comunes variaciones del orden de 0,1 a 0,2 puntos porcentuales.

Generalmente los aumentos son en el rendimiento de proteína láctea, y no en su concentración. Eso se debe a que la mayor parte del incremento

logrado en la proteína es acompañado por aumentos en la producción de leche (González et al. 2001, Astigarraga 2003).

Está claramente establecido que existe una directa relación entre el consumo de energía (sin considerar la proveniente de lípidos) y la producción y/o porcentaje de proteína en leche. La energía de la dieta puede ser incrementada con el consumo de concentrado o mejorando la calidad del forraje (González et al. 2001, Gallardo 2006). Con el suministro de concentrados se obtienen altos niveles de propionato a nivel ruminal, favoreciendo la gluconeogénesis en el hígado a partir de dicho metabolito. Esto reduce la gluconeogénesis a partir de aminoácidos, quedando estos disponibles en mayor cantidad para ser usados en la glándula mamaria en la síntesis de proteína láctea (Rearte, 1992). Aumentos en el suministro de energía favorecen a su vez la síntesis de proteína microbiana a nivel ruminal, y el suministro de aminoácidos en la glándula mamaria (Astigarraga, 2003).

### 2.3.3. Lactosa

Jenkins y McGuire (2006) señalaron que el contenido de lactosa no puede ser manipulado con cambios en la dieta, excepto con restricciones muy severas en la alimentación. La proteína, por otro lado, tiene más respuesta a las variaciones que la lactosa pero mucho menores que la grasa. Los factores que pueden variar la concentración de lactosa en la leche son los relacionados con la salud de la ubre, por ejemplo la mastitis (Revilla, 1982).

Una restricción en el aporte de energía genera una depresión en la síntesis de lactosa y consecuentemente una disminución en la producción de leche (Hernández 2003, Mendoza 2010). Si esta restricción es severa, la concentración de lactosa se reduce (Oldham y Sutton, 1983), siendo éste el único medio dietético para lograr una modificación significativa (Sutton, 1989).

## 2.4 HIPÓTESIS

No hay diferencias entre los diferentes sistemas de semiestabulación sobre la performance de las vacas Holstein.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LOCALIZACIÓN Y PERÍODO 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 ( $635 \pm 53.5$  kg) y condición corporal ( $2.8 \pm 0.44$  unidades, 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 m<sup>2</sup> con el horizonte A retirado y el B apisonado con un pata de cabra. Se realizó un montículo para que el ganado tuviese un lugar más seco.
- Pradera (P, n=16): alojamiento en pradera de festuca (*Festuca arundinacea*) de 5<sup>o</sup>. año. Las parcelas del tratamiento eran de 60m<sup>2</sup>/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 2. 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 5º. 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 en una ración totalmente mezclada (RTM)(17.39 % PC, 34.91 % FDN, 21.50 % FDA, 3.15 % EE, 6.01 % CEN, 1.44 Mcal/kgMS ENL). La RTM fue ofrecida en comederos con piso de cemento en los alojamientos individuales y colectivos, y en comederos de madera con piso de cemento alrededor del comedero 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 las camas, en el cual los animales fueron monitoreados cada una hora verificando que utilizaron las instalaciones correctamente.

Cuadro 2. Características de la ración totalmente mezclada (RTM) 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 proteínatos 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 FESTUCA

El área de festuca destinada por animal fue de 60 m<sup>2</sup>/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 y 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 una vez por semana para el estudio de su composición en términos de grasa (G), proteína (P), lactosa (L) y recuento de células somáticas. Las mismas fueron determinadas por análisis del infrarrojo medio (BentleyModel 2000, BentleyInstrumentInc., Chaska, MS, USA) de acuerdo a la metodología propuesta por IDF (2000). La PL fue corregida por sólidos según la siguiente ecuación, LCS (leche corregida por sólidos):  $12.3 \times G + 6.56 \times SNG - 0.0752 \times PL$  (Tyrrell y Riel, 1965), donde SNG es sólidos no grasos, estos son los sólidos totales menos la grasa (proteínas, lactosa, vitaminas, enzimas y materia mineral).

#### 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 Zealand; 500 g 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. 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), de composición de leche (G, P y Lac (% y 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 (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 y concentración de G, P, Lac, 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 3), con un acumulado de 100,1 mm en el periodo.

Figura 3. Precipitaciones en mm en el período experimental.

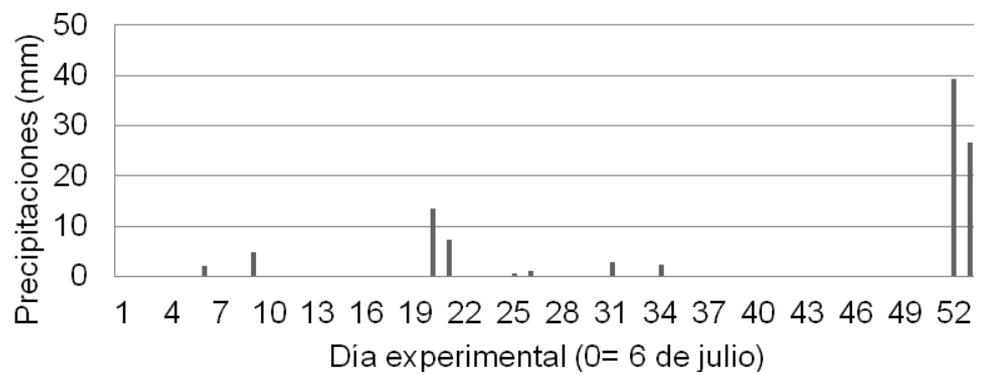
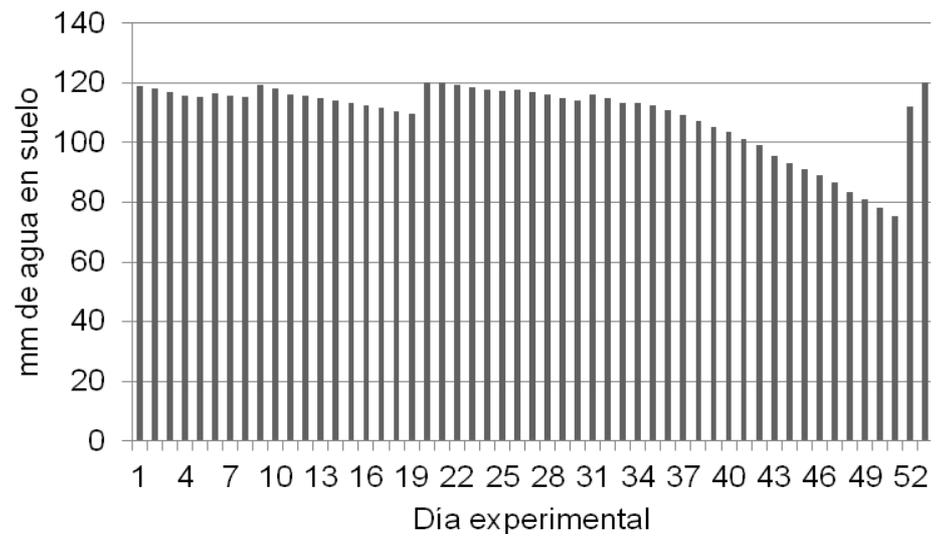


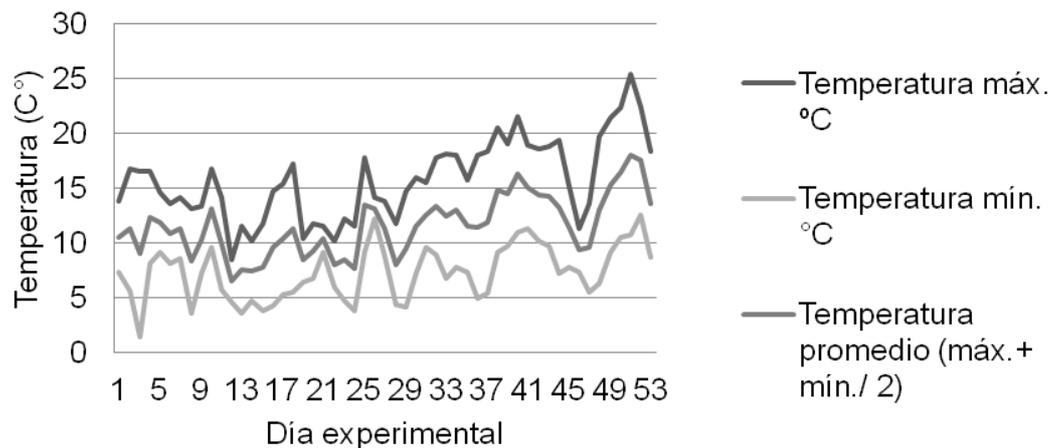
Figura 4. Gráfica de balance hídrico.



Como se observa en la figura 4, se podría dividir el periodo de estudio en 3 fases. La primera hasta el día 20 con un promedio de 120 mm 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 mm hasta 75 mm. 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 5, 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 5. Temperaturas mínima, máxima y promedio en los días de evaluación.



#### 4.2 FESTUCA

Área de la pastura total utilizado fue de 240m<sup>2</sup>/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

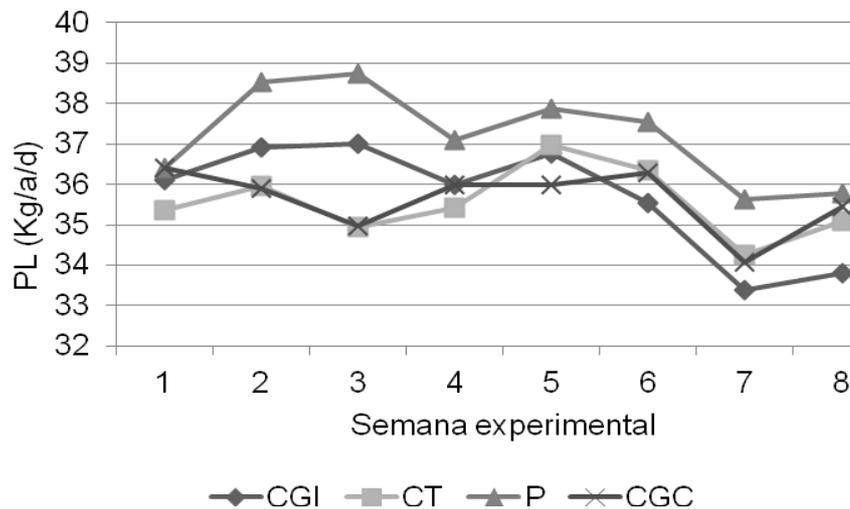
La interacción tratamiento  $\times$  semana no fue significativa ( $p= 0,9971$ ; figura 6), tampoco hubo efecto de los tratamientos ( $p=0,0695$ ), como se observa en el cuadro 3.

Cuadro 3. Producción de leche (PL) según tratamiento.

	Tratamiento							
	Cama goma individual		Corral de tierra		Pastura		Cama de goma colectiva	
	media	EEM	media	EEM	media	EEM	media	EEM
PL, kg/a/d	35,7a	0,50	35,5a	0,50	37,2a	0,51	35,6a	0,51

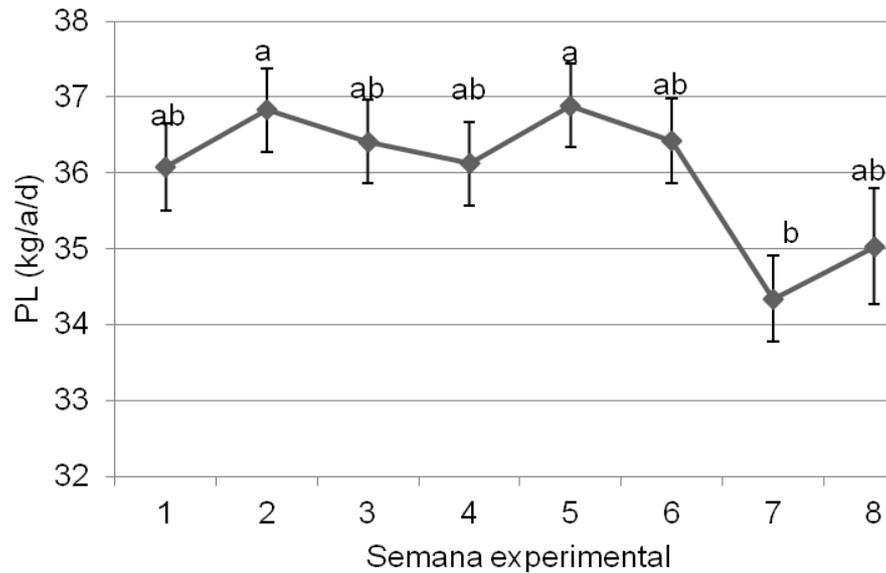
Medias seguidas de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ) Tukey-Kramer.

Figura 6. Evolución de la producción de leche (Kg/a/d) en función de la semana experimental para los diferentes tratamientos.



Por otro lado, la PL fue afectada por la semana experimental ( $p=0,0361$ ; figura 7), se observa descenso en la PL en la semana 7 con respecto a la semana 2 y 5.

Figura 7. Evolución de la producción de leche (PL) durante el período experimental.



Medias seguidas de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0.05$ ) Tukey-Kramer.

#### 4.3.2. Composición de leche

La interacción tratamiento  $\times$  semana no afectó el contenido de grasa ( $p=0,06$ ; figura 8), no observándose tendencias ( $p < 0.10$ ) entre tratamientos para un mismo día experimental. El tratamiento no afectó el contenido de grasa ( $p=0,42$ ; cuadro 4), sin embargo, la semana experimental presentó un efecto significativo en la misma ( $p < 0.0001$ ; figura 9).

Figura 8. Evolución del porcentaje de grasa en función de la semana experimental para los diferentes tratamientos.

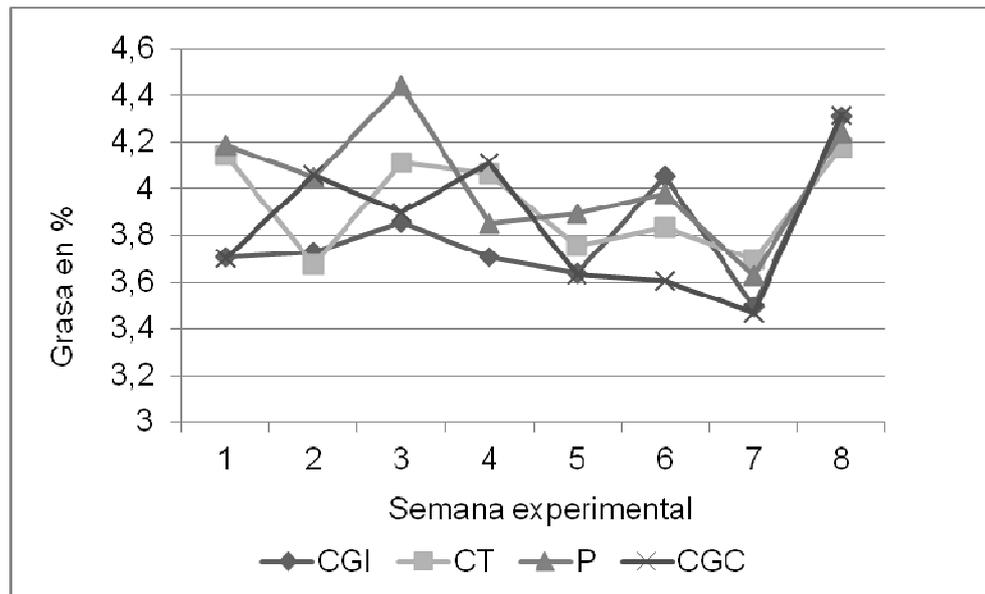
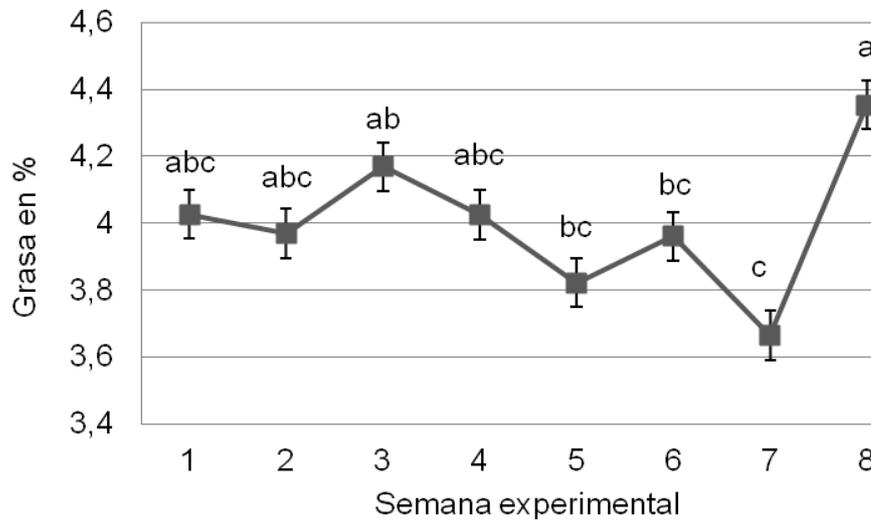


Figura 9. Evolución del % de grasa con respecto a la semana experimental.



Medias seguidas de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ) Tukey-Kramer.

No se observó efecto de la interacción tratamiento  $\times$  semana en el contenido de proteína ( $p=0,93$ ; figura 10), tampoco se observó efecto entre tratamientos ( $p=0,06$ ; cuadro 4). La semana experimental presentó un efecto significativo en el contenido proteína ( $p=0,0001$ ; figura 11).

Figura 10. Evolución del porcentaje de proteína en función de la semana experimental para los diferentes tratamientos.

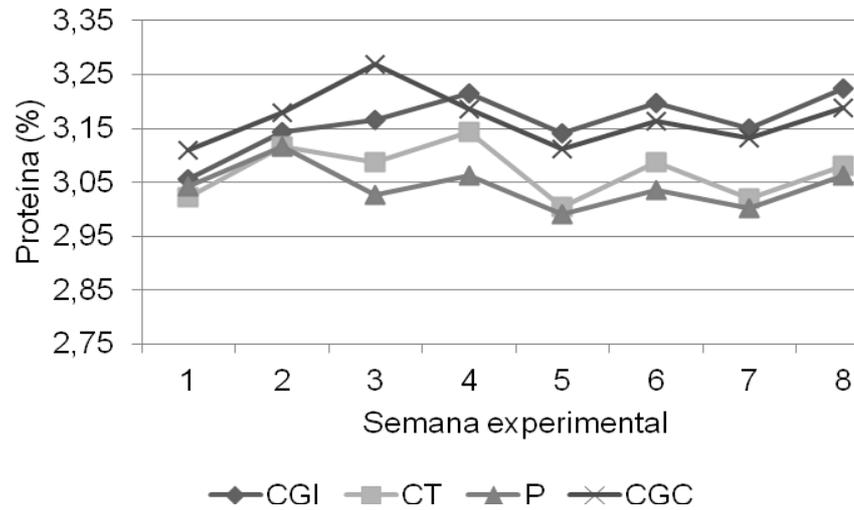
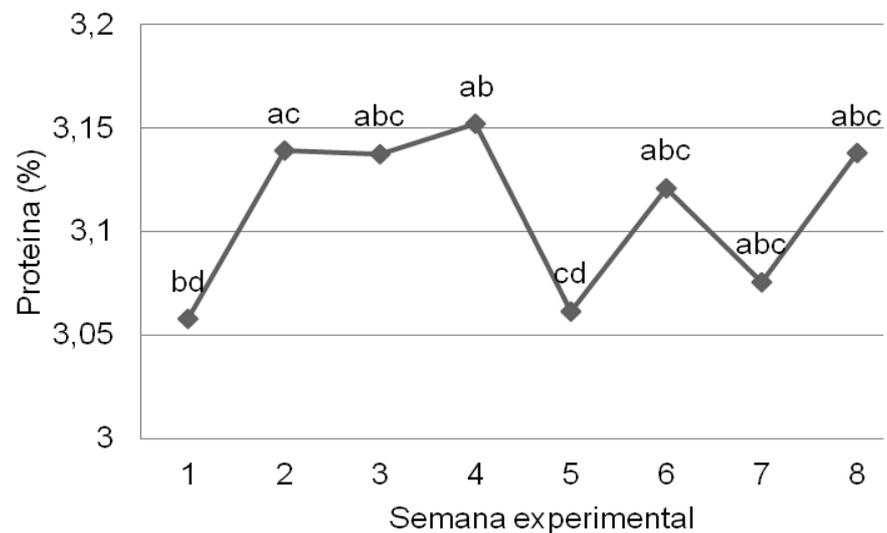


Figura 11. Evolución del % de proteína con respecto a la semana experimental.



Medias seguidas de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) Tukey-Kramer.

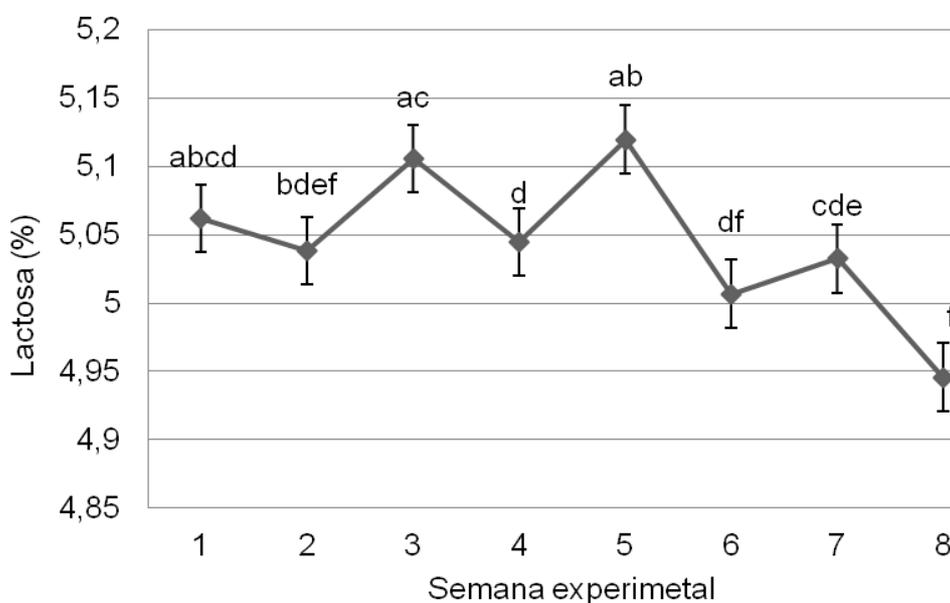
Cuadro 4. Composición de leche según los tratamientos (%).

	Tratamiento							
	Cama goma individual		Corral de tierra		Pastura		Cama de goma colectiva	
	media	EEM	media	EEM	media	EEM	media	EEM
Grasa, %	3,8a	0,10	3,9a	0,10	4,0a	0,10	3,8a	0,10
Proteína,%	3,2a	0,04	3,1a	0,04	3,0a	0,04	3,2a	0,04
Lactosa,%	5,0a	0,04	5,0a	0,04	5,1a	0,04	5,0a	0,04

Medias seguidas de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ) Tukey-Kramer.

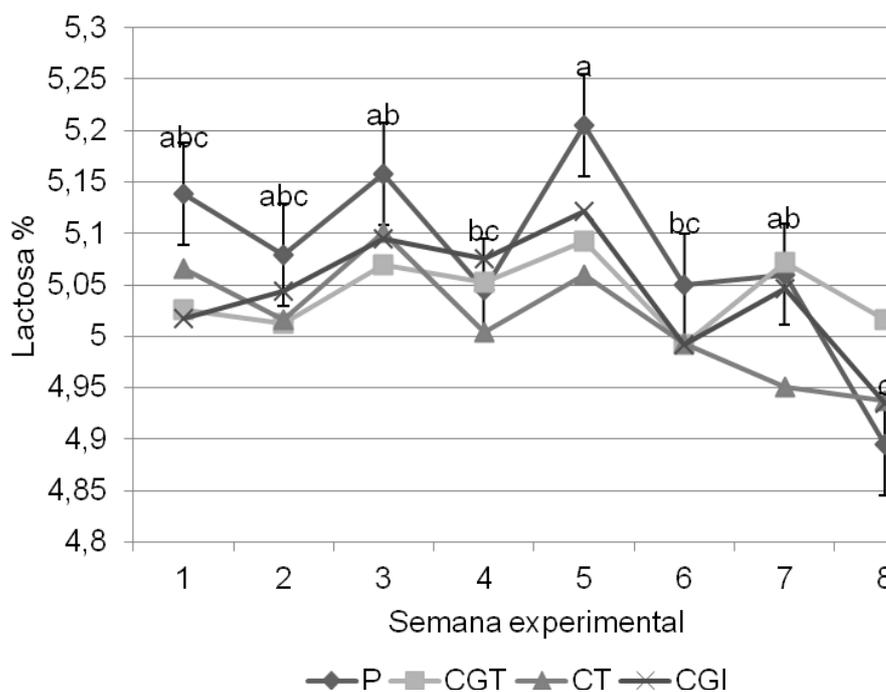
El contenido de lactosa (%), fue afectado por la interacción tratamiento x semana ( $p=0,0284$ ). No se observó diferencias entre tratamientos para una misma semana experimental. Solamente el tratamiento pastura presentó diferencias significativas (figura 13), se observa diferencias en la semana 3, 5 y 7 frente las demás semanas. No se observó diferencias en entre tratamientos ( $p=0,6751$ ), no así entre semanas ( $p=0,0001$ ; figura 12).

Figura 12. Evolución del % de lactosa en función de la semana experimental.



Medias seguidas de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ) Tukey-Kramer.

Figura 13. Evolución del % de lactosa en función de la semana experimental, según tratamiento.



Medias seguidas de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0.05$ ) Tukey-Kramer.

#### 4.3.3. Producción de sólidos en leche

En cuanto a la expresión de la cantidad de grasa en kg, no se observó efecto de la interacción tratamiento  $\times$  semana ( $p=0.9585$ ; figura 14) y tampoco el efecto semana ( $p=0.3383$ ). Si existe un efecto de los tratamientos ( $p=0.0431$ ; cuadro 5) sobre la producción de grasa.

En términos de Kg de proteína la interacción  $\times$  semana ( $p=0.9997$ ; figura 15) y semana ( $p=0.0819$ ; figura 17) no la afectaron. Existió un efecto de los tratamientos ( $p=0.0051$ ) en esta variable, siendo el tratamiento cama de goma colectiva diferente a la pastura y al corral de tierra (cuadro 5).

Si se analiza en términos de Kg la lactosa, no existió interacción entre tratamiento  $\times$  semana ( $p=0.9996$ ; figura 16) para dicha variable. Si se observó diferencias significativas con la interacción por semana ( $p=0.0247$ ; figura 18).

En cuanto a los tratamientos no existieron diferencias significativas ( $p=0,0741$ ; cuadro 5).

Cuadro 5. Composición de leche según los tratamientos (Kg).

	Tratamiento							
	Cama goma individual		Corral de tierra		Pastura		Cama de goma colectiva	
	media	EEM	media	EEM	media	EEM	media	EEM
Grasa, kg/a/d	1,36b	0,04	1,36b	0,04	1,48a	0,04	1,46ab	0,04
Proteína, kg/a/d	1,1ab	0,02	1,1b	0,02	1,1b	0,02	1,2a	0,02
Lactosa, kg/a/d	1,8a	0,03	1,8a	0,03	1,8a	0,03	1,9a	0,03

Medias seguidas de letras distintas dentro de la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ) Tukey-Kramer.

Figura 14. Evolución de grasa (Kg) en función de la semana experimental para los diferentes tratamientos.

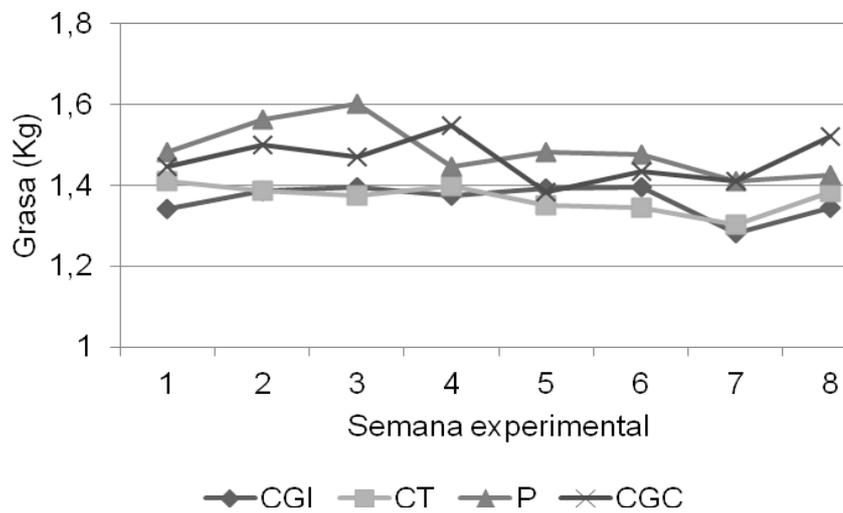


Figura 15. Evolución de proteína (Kg) en función de la semana experimental para los diferentes tratamientos.

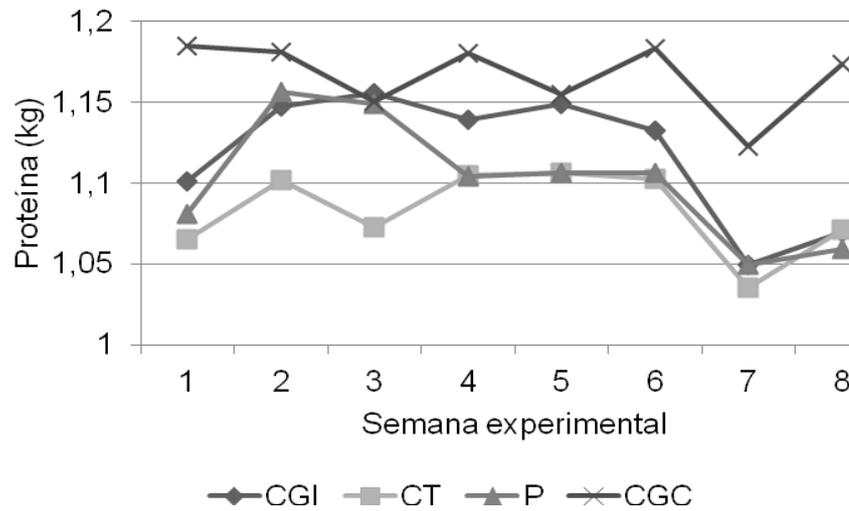


Figura 16. Evolución de lactosa (Kg) en función de la semana experimental para los diferentes tratamientos.

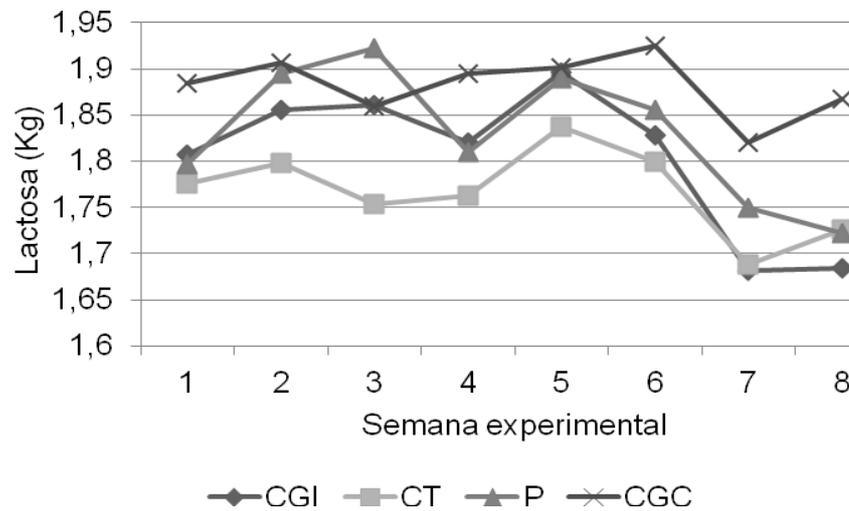
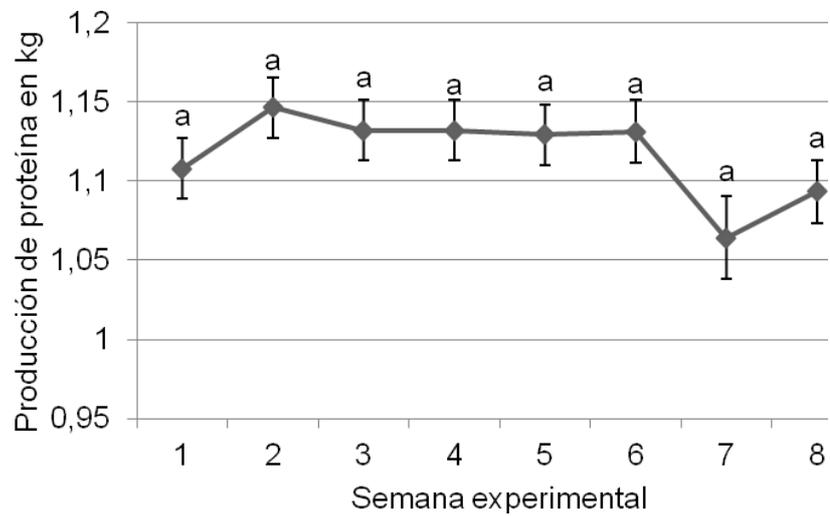
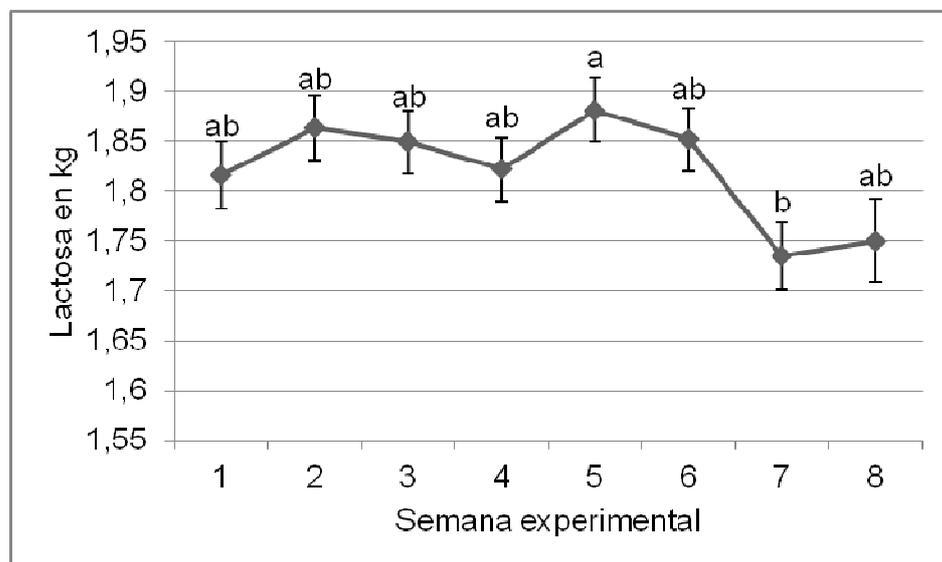


Figura 17. Evolución de la producción de proteína en Kg en función de la semana experimental.



Medias seguidas de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ) Tukey-Kramer.

Figura 18. Evolución de la producción de lactosa en kg en función de la semana experimental.



Medias seguidas de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ) Tukey-Kramer.

#### 4.3.4. Producción de leche corregida por sólidos

La interacción tratamiento × semana no fue significativa ( $p=0,9774$ ; figura 19), no hubo efecto de la semana ( $p=0,188$ ), como se observa en la figura 20. A su vez tampoco se observó efecto de los tratamientos ( $p= 0,08$ ) sobre la leche corregida por sólidos.

Cuadro 6. Leche corregida por sólidos (LCS, kg/a/d) según tratamiento.

	Tratamiento							
	Cama goma individual		Corral de tierra		Pastura		Cama de goma colectiva	
	media	EEM	media	EEM	media	EEM	media	EEM
LCS, kg/a/d	33,2a	0,75	32,9a	0,74	34,8a	0,75	35,1a	0,74

Medias seguidas de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ) Tukey-Kramer.

Figura 19. Evolución de leche corregida por sólidos (Kg/a/d) en función de la semana experimental para los diferentes tratamientos.

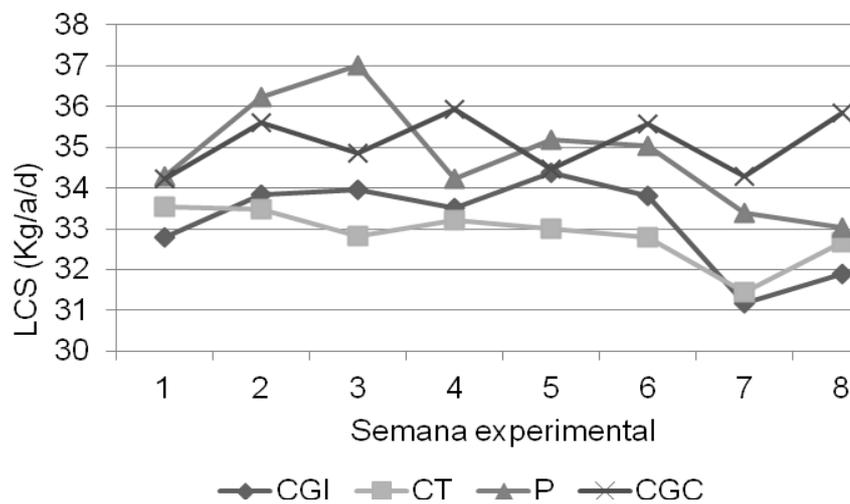
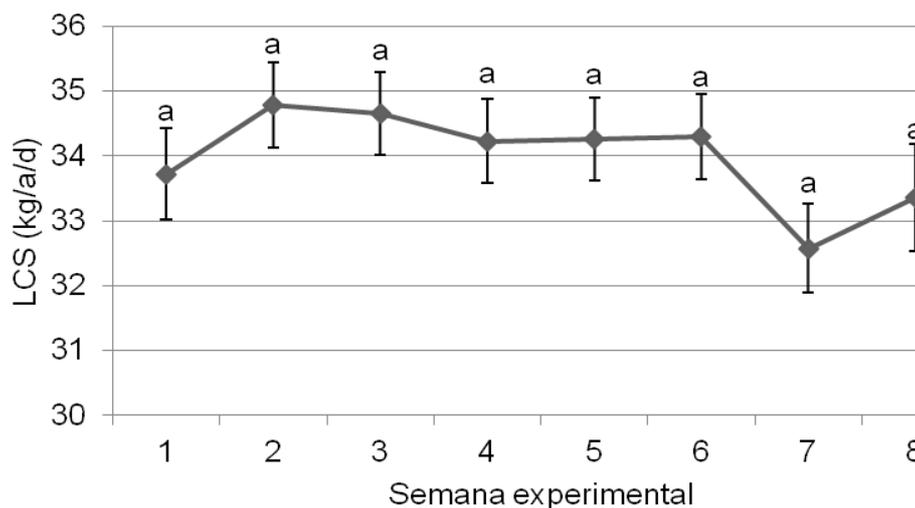


Figura 20. Leche corregida por sólidos en función de la semana experimental.



Medias seguidas de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0.05$ ) Tukey-Kramer.

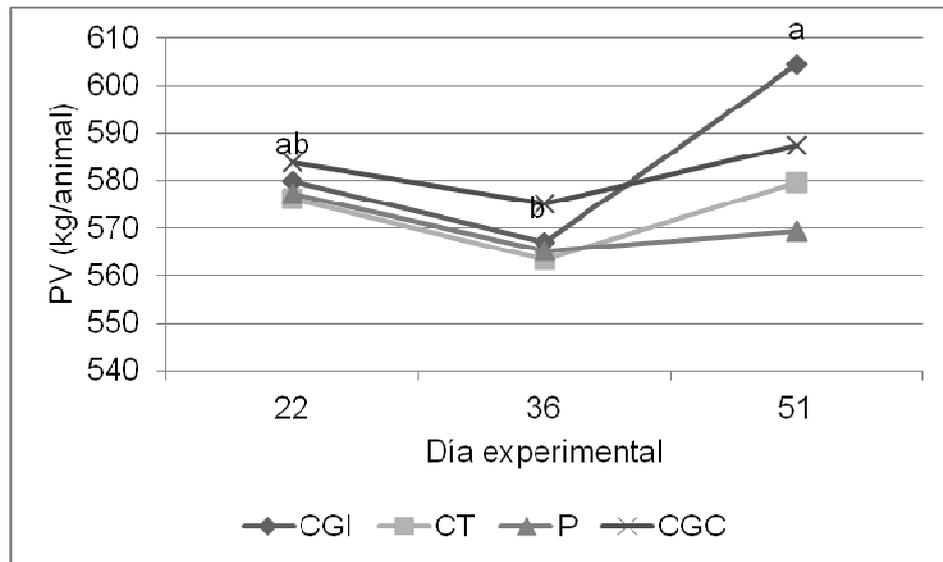
#### 4.3.5. Condición corporal

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

#### 4.3.6 Peso vivo

La interacción tratamiento por día experimental afectó el PV ( $p = 0.03$ ) (figura 21), solo el tratamiento CGI presentó diferencias entre días experimentales, siendo menor el día 36. El PV no fue afectado por los tratamientos (CGI:  $583.8 \pm 9.25$ ; CT:  $573 \pm 9.67$ ; P:  $570.6 \pm 9.08$ ; CGC:  $582.2 \pm 9.43$ , 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 días de medición.

Figura 21. Evolución del PV (kg/animal) en función de los distintos días de medición (22, 36, 51) para los cuatro tratamientos.



Medias seguidas de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) Tukey-Kramer.

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. PRODUCCIÓN DE LECHE

Los resultados en producción de leche no dieron diferencias significativas entre tratamientos. Si bien Grant (2004), Callejo (2012) reportaron que la conducta de descanso podría influir en la producción de leche, en este caso no se vieron efectos significativos.

### 5.2 COMPOSICIÓN DE LECHE

En cuanto al contenido de grasa, proteína y lactosa en porcentaje, no se observaron diferencias entre tratamientos. El contenido de lactosa en porcentaje, fue el único que fue afectado por la interacción tratamiento x semana. Según Hernández (2003), Mendoza (2010) una restricción en el aporte de energía afecta la síntesis de lactosa, lo cual en este caso no fue el factor incidente, ya que las vacas estuvieron alimentadas con una misma dieta en tiempo y forma. Esta diferencia se puede explicar por factores ajenos a nuestras mediciones, por ejemplo como lo cita Revilla (1982), el cual lo asocia a la salud de la ubre, por ejemplo la mastitis, que puede variar la concentración de lactosa en leche.

### 5.3 PRODUCCIÓN DE SÓLIDOS EN LECHE

Tanto para kg de grasa, proteína y lactosa, no se observaron diferencias entre tratamiento x semana.

Para el contenido de grasa en kg/a/d hay un efecto de los tratamientos, en donde el tratamiento P (1.48 kg/a/d) produjo más grasa que los tratamientos, CGI (1.36 kg/a/d) y CT (1.36kg/a/d). En una tesis paralela de Dibot (sin publicar) se observó que las vacas sobre pastura presentaron diferencias significativas en cuanto al tiempo de descanso asociadas a echadas en alojamiento. Según reporta Grant (2004) podría explicar la mayor producción de grasa en este tratamiento.

En cuanto a proteína en kg/a/d el tratamiento CGC fue el que produjo más proteína (1.2 kg/a/d), no diferenciándose estadísticamente con el tratamiento CGI (1.1 kg/a/d), para estos resultados no se encontró una explicación lógica según los parámetros estudiados.

Una posible explicación podría ser que los animales del tratamiento P y CT al tener más metros cuadrados por vaca, podrían tener mayor gasto

energético por caminatas dentro de cada parcela, utilizando la proteína para el desarrollo muscular debido a una mayor actividad (Guala et al., 2013).

#### 5.4 PRODUCCIÓN DE LECHE CORREGIDA POR SÓLIDOS

En lo que refiere a la producción de leche corregida por sólidos, no se observaron diferencias significativas tanto para interacción tratamiento  $\times$  semana, para interacción por semana y tampoco se observaron efectos entre tratamientos. En la revisión bibliográfica no se encontraron trabajos que expliquen o diferencien que los free stall son mejores que descansar en una pastura (festuca) como nocheros o viceversa. Lo que se observó en el trabajo de campo, si bien no se encuentran diferencias, es que en la festuca les sienta muy bien a las vacas, se veían cómodas y a gusto, se echaban mejor debido a que tienen más espacio ya que no están tan confinadas, debido a las condiciones más naturales a las cuales las vacas están más acostumbradas. Aunque esto conlleva a mayor metros cuadrados utilizados por vaca.

#### 5.5 PESO VIVO Y CONDICIÓN CORPORAL

Tanto el peso vivo como la condición corporal no fueron afectados por los tratamientos. En donde se podía esperar que los tratamientos que predisponen a un desgaste excesivo de la suela, como el hormigón según lo reporta Eddy y Scott (1980) y otros factores predisponentes a la cojera, como suelos húmedos, deslizantes y abrasivos pierdan peso y condición corporal, como lo han comunicado diversos autores (Phillips 2002, Callejo 2016), los tratamientos no presentaron diferencias en peso vivo y condición corporal.

## 6. CONCLUSIONES

A partir de los datos obtenidos en este trabajo se pudo observar que no hay diferencias entre tratamientos de semiestabulación en producción de leche. Mientras que se den las condiciones de este experimento y un piso firme para dar de comer a las vacas, el sistema de semiestabulación no afecta la producción de leche en vacas que promedian 30 kg de leche. De esta manera 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. A su vez dada la alta variabilidad del precio de los commodities en este último tiempo, como es la leche, no se justificaría una mayor inversión.

## 7. RESUMEN

En la Unidad de Lechería del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) La Estanzuela ubicada en el Departamento de Colonia, en el período comprendido entre el 13/6/16 – 27/8/16, se realizó el ensayo, con el objetivo de evaluar el impacto de diferentes sistemas de semiestabulación sobre el desempeño productivo en animales. Se utilizaron 64 vacas Holstein del rodeo experimental de INIA La Estanzuela, que fueron bloqueadas por número de lactancia, días de lactancia al inicio del experimento, producción de leche, peso vivo y condición corporal; asignados al azar a uno de los siguientes tratamientos: Cama de goma individual (CGI), Cama de goma colectiva (CGC), Corral de Tierra (CT), Pastura (P). 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). La limpieza de los echaderos tanto individuales como colectivos se realizó diariamente de lunes a viernes mientras las vacas se ordeñaban por la tarde. Se registró diariamente la producción individual de leche y su composición en términos de grasa (G), proteína (P), lactosa (L). Quincenalmente se pesaron todos los animales a una misma hora, sin desbaste previo. A su vez se realizó la evaluación de la condición corporal para evaluar reservas corporales. En cuanto a los alimentos se extrajeron muestras de los componentes de la RTM, y se determinó la composición química. Los resultados en producción de leche no dieron diferencias significativas entre tratamientos, así como tampoco en cuanto al contenido de grasa, proteína y lactosa en porcentaje. El contenido de lactosa fue el único que fue afectado por la interacción tratamiento x semana. A su vez tanto para Kg de grasa, proteína y lactosa, no se observaron diferencias entre tratamiento x semana. Para el contenido de grasa en kg/a/d hay un efecto de los tratamientos, en donde el tratamiento P (1.48 kg/a/d) produjo más grasa que los tratamientos, CGI (1.36 kg/a/d) y CT (1.36kg/a/d). En cuanto a proteína en kg/a/d el tratamiento CGC fue el que produjo más proteína (1.2 kg/a/d), no diferenciándose estadísticamente con el tratamiento CGI (1.1 kg/a/d). En producción de leche corregida por sólidos no se obtuvieron diferencias significativas ni para la interacción tratamiento x semana, interacción por semana así como tampoco se observó efecto entre tratamientos. El peso vivo y la condición corporal no fueron afectados por los tratamientos.

Palabras clave: Semiestabulación; Producción de leche; Leche corregida por sólidos; Grasa; Proteína; Lactosa.

## 8. SUMMARY

An experiment on the effect of different ways of housing dairy cows was carried out at the Dairy Unit of the National Institute of Agricultural Research (INIA) La Estanzuela located in the Department of Colonia, between 13/6/16 - 27/8/16. with the objective to evaluate its impact on the productive performance in animals. Sixty four Holstein cows from the experimental herd of INIA La Estanzuela, were blocked by number of lactation, days of lactation at the start of the experiment, milk production, live weight and body condition; and randomly assigned to one of the following treatments: Individual rubber bed (CGI), collective rubber bed (CGC), sacrifice paddock (CT), Pasture (P). The animals are milked twice a day (5:00 and 15:00 hours). After milking the animals were transferred to the four housing systems where they received water *ad libitum* and the mixture of silage and concentrates (RTM). The cleaning of the individual and collective stalls was carried out daily from Monday to Friday while the cows were milked in the afternoon. The individual production of milk and its composition were recorded daily in terms of fat (G), protein (P), lactose (L). Every animal was weighed at the same time every fortnight, without previous feeding. At that time, an evaluation of body condition was performed to evaluate body reserves. As for the feed samples of the components of the TMR were obtained, and the chemical composition was determined. The results in milk production did not show significant differences between treatments, nor in the percentage of fat, protein and lactose content. The lactose content was the only one that was affected by the treatment  $\times$  week interaction. In turn for both Kg of fat, protein and lactose, no differences were observed between treatment  $\times$  week. For the fat content in kg / a / d there is an effect of the treatments, where the P treatment (1.48 kg / a / d) produced more fat than the treatments, CGI (1.36 kg / a / d) and CT (1.36kg / a / d). Regarding protein in kg / a / d, the CGC treatment produced the most protein (1.2 kg / a / d), not statistically differentiating with the CGI treatment (1.1 kg / a / d). In milk production corrected for solids no significant differences were found for the treatment  $\times$  week interaction, interaction per week as well as no effect between treatments was observed. Living weight and body condition were not affected by the treatments.

Key words: Housing; Milk production; Milk corrected by solids; Grease; Protein; Lactose.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, Y. M. 2001. Alimentación y sólidos en leche. (en línea). Montevideo, INIA. 30 p. Consultado 04 feb. 2017. Disponible en <http://www.inia.org.uy>.
2. Albright, J. L. 1987. Dairy Animal Welfare: Current and Needed Research. Journal of Dairy Science. 70:2711-2731.
3. Anderson, N. 2008. Free-stall Diensions. Dairy Cow Comfort. (en línea). Ontario, OMAFRA (Ontario. Ministry of Agriculture, Food and Affairs). s.p. Consultado 16 ene. 2016. Disponible en <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/dairy/facts/freestaldim.htm>
4. Araujo, R. 2011. Stress calórico en vacas lecheras. (en línea). Ergomix. s.p. Consultado 14 mar. 2016. Disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/estres-en-vacas-t28801.htm>.
5. Arias, R. A.; Madero, T. L.; Escobar, P. C. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. Archivos de Medicina Veterinaria. 40:7-22.
6. Bach, A.; Calsamilglia, S. 2006. La fibra en los rumiantes: ¿química o física? In: Curso de Especialización FEDNA (22º., 2006, Barcelona). Avances en nutrición y alimentación animal. Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona. pp. 99-113.
7. Bavera, G. A.; Beguet, H. A.; Bocco, O. A. 1999. Aguas de bebida para bovinos. Interpretación de análisis, manejo y mejoramiento de aguadas salinas. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. pp. 9-22.
8. Blanco, R. 2009. Momento actual del estrés calórico. (en línea). Ergomix. s.p. Consultado 10 nov. 2016. Disponible en [http://www.engormix.com/MA-ganaderialeche/manejo/ariculos/estres\\_en\\_vacas\\_t3385/124-poh.htm](http://www.engormix.com/MA-ganaderialeche/manejo/ariculos/estres_en_vacas_t3385/124-poh.htm)
9. 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. pp. 1-84.

10. Broom, D. M. 1986. Indicators of poor Welfare. British Veterinary Journal. 142: 524-526.
11. Calamari, L.; Calegari, F.; Stefanini, L. 2009. Effect of different free stall surfaces on behavioural, productive and metabolic parameters in dairy cows. Applied Animal Behaviour Science. 120: 9–17.
12. Callejo, A. 2012. Cow Comfort. El bienestar de la vaca lechera, alojamientos, bienestar de la vaca y producción cuantitativa y cualitativa de leche. Madrid, Servet. pp. 78-80.
13. \_\_\_\_\_. 2016. La otra bioseguridad. (en línea). Frisona Española. no. 211: 102-108. Consultado 12 feb. 2016. Disponible en [http://oa.upm.es/40416/1/INVE MEM 2016 220829.pdf](http://oa.upm.es/40416/1/INVE_MEM_2016_220829.pdf).
14. Calsamiglia, S. 1997. Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de rumiantes. In: Curso de Especialización FEDNA (13<sup>o</sup>, 1997, Madrid). Avances en nutrición y alimentación animal. Madrid, Universidad Autónoma de Madrid. pp. 3-19.
15. Cordova, I.; Murillo A.; Castillo, H. 2010. Efecto de factores climáticos sobre la conducta reproductiva bovina en trópicos; una revisión. Revista Electrónica de Veterinaria. 1:1-12.
16. Eddy, R. G.; Scott, C. P. 1980. Some observations on the incidence of lameness in dairy cattle in Somerset. Veterinary Record. 106:140-145.
17. 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.
18. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2017. Sanidad animal. (en línea). Roma. 25 p. Consultado 15 mar. 2017. Disponible en <http://www.fao.org/animal-health/es/>
19. FAWC (Farm Animal Welfare Council, UK). 1992. Updates the five freedoms. Veterinary Record. 17: 357.

20. Fraser, D.; Weary, D. M.; Pajor, E. A.; Milligan, B. N. 1997. A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns. *Animal Welfare*. 6: 187-205.
21. \_\_\_\_\_. 2006. La intensificación de la producción animal. *In: El bienestar animal y la intensificación de la producción animal*. Roma, Italia, FAO. pp. 2-3.
22. Frossasco, G.; García, F.; Odorizzi, A.; Ferrer, J.; Brunetti, M. A.; Echeverría, A. 2015. Evaluación de distintos sistemas lecheros intensivos. (en línea). Buenos Aires, INTA. 10 p. Consultado 20 ene. 2017. Disponible en [http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_evaluacion\\_de\\_distintos\\_sistemas\\_lecheros\\_intensivos.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_evaluacion_de_distintos_sistemas_lecheros_intensivos.pdf)
23. Gallardo, M. 2006. Alimentación y composición química de la leche. (en línea). Rafaela, INTA. 10 p. Consultado 04 feb. 2017. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>.
24. Gasque, R. 2008. Enciclopedia bovina. México, D. F., Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 420 p.
25. González, F. H. D.; Dürr, J. W.; Fontaneli, R. S. 2001. Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras. *In: González, F. H. D. ed. Patología clínica: ruminantes*. Porto Alegre, RS, UFRGS. pp. 72-85.
26. Grant, R. J. 2004. Incorporating dairy cow behavior into management tools. *In: Cornell Nutrition Conference for Feed Manufactured (5th., 2004, New York)*. Proceedings. New York, Cornell University. pp. 19-21.
27. Guala, G.; Ortega, G.; Pelaez, D. 2013. Comportamiento productivo de vacas holando de parición de otoño con y sin acceso al pastoreo durante los primeros 60 días de lactancia. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 71 p.
28. Hernández, R. R. 2003. Caracterización, diagnóstico y corrección de alteraciones en las características físico-químicas de la leche. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias

Veterinarias. La Habana, Cuba. Universidad de la Habana.  
Universidad Agraria de la Habana. 130 p.

29. Herrero, M. A.; Sardi G.; Orlando, A.; Maldonado, V.; Carbó, L.; Flores, M.; Ormazabal, J. J. 1996. Agua: uso y manejo sustentable. In: Seminario Internacional Asociación de Universidades Grupo Montevideo (67º., 1996, Porto Alegre, Brasil). Impacto de la calidad de agua el sector agropecuario, caracterización de la Pradera Pampeana. Revista FAVE – Ciencias Veterinarias. 1 (1): 53-80.
30. Huertas, S.; Piaggio, J.; Gil, A.; César, D.; Torres, E. 2013. Bienestar animal en bovinos lecheros. Montevideo, INIA. 53 p. (FPTA no. 51).
31. Hughes, B.O. 1976. Behaviour as an index of welfare. In: European Poultry Conference (5th., 1976, Malta). Proceedings. Birkirkara, s.e. pp. 1005-1018.
32. Jenkins, T. C.; McGuire, M. A. 2006. Major advances in nutrition: impact on milk composition. Journal of Dairy Science. 89: 1302-1310.
33. Johnson, H. D. 1987. Bioclimates and livestock. In: Johnson, H. D. ed. Bioclimatology and the adaptation of livestock. St. Louis, MO, Elsevier. pp. 3-15.
34. Kopcha, M. 2010. Atendiendo a la vaca deshidratada. Hoard's Dairyman. no. 2: 94-95.
35. Mainau, E.; Temple, D.; Manteca, X. 2014. Aspectos de bienestar relacionados con las mamitis en vacas de leche. (en línea). FAWC. Ficha técnica no. 10. 2 p. Consultado 10 ene. 2017. Disponible en [https://www.fawec.org/media/com\\_lazypdf/pdf/fs10-es.pdf](https://www.fawec.org/media/com_lazypdf/pdf/fs10-es.pdf).
36. Manteca, X.; Mainau, E.; Temple, D. 2012. ¿Qué es el bienestar animal? (en línea). FAWC. Ficha técnica no. 1. 2 p. Consultado 20 dic. 2016. Disponible en <http://www.fawec.org/es/fichas-tecnicas/23-bienestar-general/21-que-es-el-bienestar-animal>
37. \_\_\_\_\_; Mainau, E.; Temple, D. 2013. Estrés en animales de granja: concepto y efectos sobre la producción. (en línea). FAWC. Ficha

técnica no. 6. 2 p. Consultado 23 dic. 2016. Disponible en [https://www.fawec.org/media/com\\_lazypdf/pdf/fs6-es.pdf](https://www.fawec.org/media/com_lazypdf/pdf/fs6-es.pdf).

38. Mendoza, A. 2010. Manipulación de la composición de la leche a través de la alimentación. *In*: Simposio: Claves para el Manejo Nutricional de las Vacas de Alto Potencial(6º., 2010, Colonia, Uruguay). Trabajos presentados. Colonia, s.e. pp. 29-58.
39. Metcalf, J. A.; Roberts, S. J.; Sutton, J. D. 1992. Variations in blood flow to and from the bovine mammary gland measured using transit time ultrasound and dye dilution. *Research in Veterinary Science*. 53: 59-63.
40. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2016. Anuario estadístico agropecuario. Montevideo. pp. 51-62.
41. Miller, G. D.; Jarvis, J. K.; Bean, L. D. 2007. *Handbook of Dairy Foods and Nutrition*. 3<sup>rd</sup>. ed. Boca Raton, FL, CRC. 407 p.
42. Munksgaard, L.; Jensen, M.B; Pedersen L.J.; Hansen S.W.; Matthews L. 2005. Quantifying behavioural priorities - Effects of time constraints on behaviour of dairy cows, *Bos taurus*. *Applied Animal Behaviour Science*. 92: 3-14.
43. Nienaber, A.; Hanh, G. 2007. Livestock Production system Management responses to termal challenges. *International Journal Biometeorology*. 52:149-157.
44. OIE (Organización Internacional de Sanidad Animal, FR). 2013. El bienestar animal de un vistazo. (en línea). Paris. 1 p. Consultado 10 feb. 2017. Disponible en <http://www.oie.int/es/bienestar-animal/temas-principales/>.
45. Oldham, J. D.; Sutton, J. D. 1983. Composición de la leche y la vaca de alta producción. *In*: Broster, W. H; Swan, H. eds. *Estrategias de alimentación para vacas lecheras de alta producción*. México, AGT. pp. 85-108.
46. Palmquist, D. L. 1996. Utilización de lípidos en dietas de rumiantes. *In*: *Curso de Especialización FEDNA (12º., 1996, Madrid)*. Avances en nutrición y alimentación animal. Madrid, Universidad Autónoma de Madrid. pp. 39-57.

47. Phillips, C. 2002. Cattle Behavior and welfare. 2nd. ed. Oxford, UK, CABI. 264 p.
48. 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.
49. Rearte, D. 1992. Alimentación y composición de leche en los sistemas pastoriles. Balcarce, INTA/Cerbas. 94 p.
50. Revilla, A. 1982. Tecnología de la leche. 2ª. ed. San José, IICA. pp. 31-32.
51. Rushen, J.; de Passillé, A. M.; vonKeyserlingk, A. G.; Weary, D. M. 2008. The Welfare of Cattle. Dordrecht, The Netherlands, Springer. pp.142-180.
52. Santos, J. E. P. 2002. Feeding for Milk Composition. In: International Congress on Bovine Medicine (6th., 2002, Orlando). Proceedings. Orlando, FL, Spanish Association of Specialists in Bovine Medicine (ANEMBE). pp. 163-172.
53. Sutton, J. D. 1989. Altering milk composition by feeding. Journal of Dairy Science. 72: 2801-2814.
54. 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). FAWC. Ficha técnica no. 15. 2 p. Consultado 14 mar. 2017. Disponible en [http://www.aapa.org.ar/39capa/39\\_congreso\\_trabajos/FAWEC15.pdf](http://www.aapa.org.ar/39capa/39_congreso_trabajos/FAWEC15.pdf).
55. Torres, E. 2011. Salud y Bienestar en el ganado Lechero. (en línea). Montevideo, UdelaR. Facultad de Veterinaria. s.p. Consultado 15 nov. 2016. Disponible en [http://www.bienestaranimal.org.uy/files/Elena%20de%20Torres\\_2.pdf](http://www.bienestaranimal.org.uy/files/Elena%20de%20Torres_2.pdf)
56. Tyler, H. D.; Ensminger. M. E. 2006. Dairy Cattle Science. 4<sup>th</sup>. ed. Ohio, Pearson Prentice Hall. pp. 215-217.

57. Urrutia Cruz, N. L. 2009. Aplicabilidad del protocolo Welfare Quality de medición de bienestar animal en vacas en lactancia de lecherías nacionales. Tesis Médico Veterinario. Santiago, Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias Escuela de Ciencias Veterinarias. 62 p.
58. Walstra, P.; Jenness, R. 1984. Química y física lactológica. Zaragoza, España, Acribia. pp. 1-10.
59. Wattiaux, M. A. 2000. Metabolismo de lípidos en las vacas lecheras. (en línea). Madison, WI, Universidad de Wisconsin. s.p. Consultado 04 feb. 2017. Disponible en <http://www.babcock.wisc.edu/es/node/139>.
60. \_\_\_\_\_.; Armentano, L. E. 2005. Metabolismo de los carbohidratos en las vacas lecheras. (en línea). Madison, WI, Universidad de Wisconsin. s.p. Consultado 27 feb. 2017. Disponible en <http://www.babcock.wisc.edu/es/node/135%20>
61. WOAHA (World Organization of Animal Health, FR). 2008. Introduction to the recommendations for animal welfare. Paris, France. pp. 235-236.