

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE VACAS HOLANDO DE
GENOTIPOS CONTRASTANTES SOBRE DIFERENTES ESTRATEGIAS DE
ALIMENTACIÓN

por

Sebastián ACOSTA DOS SANTOS
Nicolás AROCHA BAUZA

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2021

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. PhD. Santiago Fariña

Ing. Agr. Rocío Martínez

Ing. Agr. PhD. Laura Astigarraga

Fecha: 06 de septiembre de 2021

Autores:

Sebastián Acosta Dos Santos

Nicolás Arocha Bauza

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias y amigos por acompañarnos en toda la carrera.

A todas las personas de INIA La Estanzuela por acompañarnos y guiarnos en todo el trabajo experimental. A nuestros tutores por la buena disposición y voluntad para poder finalizar este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. PRODUCCIÓN LECHERA EN URUGUAY	3
2.2. ALIMENTACIÓN	5
2.3. GENOTIPOS.....	8
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	10
3.1. SITIO EXPERIMENTAL	10
3.2. DISEÑO DEL ESTUDIO.....	11
3.3. MANEJO DEL EXPERIMENTO	13
3.4. MEDICIONES	15
3.4.1. <u>Cosecha de forraje</u>	15
3.4.2. <u>Tiempo de pastoreo</u>	16
3.4.3. <u>Estimación del consumo animal</u>	16
3.4.4. <u>Producción y composición de la leche</u>	16
3.4.5. <u>Condición corporal y peso vivo</u>	17
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	17
4. <u>RESULTADOS</u>	18
4.1. COSECHA DE FORRAJE	18
4.2. CONSUMO ANIMAL	19
4.3. TIEMPO DE PASTOREO.....	19
4.4. CONDICIÓN CORPORAL.....	20
4.5. PRODUCCIÓN INDIVIDUAL.....	21
4.6. PRODUCCIÓN DE SÓLIDOS POR HECTÁREA.....	22
5. <u>DISCUSIÓN</u>	24
5.1. COSECHA DE FORRAJE	24
5.2. PRODUCCIÓN.....	26
5.2.1. <u>Producción individual</u>	26
5.2.2. <u>Producción por hectárea</u>	27
6. <u>CONCLUSIONES</u>	29

7.	<u>RESUMEN</u>	30
8.	<u>SUMMARY</u>	32
9.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	33

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Producción promedio de algunas especies forrajeras utilizadas en el país en KgMS/há.....	7
2. Caracterización de los rodeos al inicio del estudio.....	12
3. Consumo de materia seca por estrategia de alimentación.....	19
4. Producción individual diaria de vacas de diferentes sistemas de producción.....	22
Figura No.	
1. Evolución de producción de leche/día/remitente y el número de remitentes.....	4
2. Evolución del costo de producción de explotaciones lecheras.....	5
3. Consumo de materia seca y producción de leche según % de pasto en la dieta.....	6
4. Temperatura promedio del aire y precipitaciones para el período de estudio.....	10
5. Rotación de la pastura.....	13
6. Esquema de distribución de los potreros.....	14
7. Tamaños de franja posible para cada potrero.....	15
8. Cosecha de forraje (kg MS/há.VM).....	18
9. Tiempo de pastoreo según estrategia de alimentación.....	20
10. Evolución de la condición corporal según días en leche de las vacas individuales (por quincena).....	21

11. Productividad de sólidos en grasa butirosa o proteína bruta (kg/há.VM/año).....	23
--	----

1. INTRODUCCIÓN

La demanda de lácteos a nivel mundial viene creciendo en forma sostenida en las últimas décadas. El aumento está asociado a que las economías emergentes aumentan su poder adquisitivo y cambian sus hábitos alimenticios, consumiendo más lácteos (Rabobank, 2016). El Uruguay ha aumentado su producción total como el resto de los países exportadores acompañando esta mayor demanda mundial. Sin embargo se viene dando un proceso de reducción del área lechera nacional, frente a otros rubros agropecuarios, y se ha dado un aumento del precio de la tierra (MGAP. DIEA, 2017).

Este proceso de intensificación productiva se explica tanto por aumentos en la producción individual (más litros por vaca en ordeño) como en la producción por hectárea. El stock se ha mantenido sin grandes cambios en este período (MGAP. DIEA, 2017). El mejoramiento genético y la alimentación han sido claves en el aumento de los indicadores. En el caso de la alimentación, se observó un aumento en el uso de alimentos concentrados, lo que permitió aumentar la carga y la producción individual.

Los concentrados son el principal componente del costo de alimentación, son insumos externos a los predios. En general son más caros que otros componentes de las dietas. El costo por kilogramo de materia seca (MS) de concentrado, suele ser entre 5 y 6 veces mayor que el costo del pasto consumido de forma directa (CONAPROLE, 2017). Por esto surge la necesidad de maximizar la producción y utilización de las pasturas en los sistemas productivos por ser la fuente de alimento más económico. Actualmente la producción promedio de pasturas sembradas superan los 10.000 Kg MS/há./año con bajo aprovechamiento, siendo los valores de consumo promedio menores a la mitad (CONAPROLE, 2017).

Con el fin de evaluar distintas estrategias de alimentación que permitan maximizar el aprovechamiento de las pasturas, desde INIA surge el Proyecto 10-MIL (2017-2020). El objetivo del proyecto consistía en alcanzar una cosecha de forraje de 10.000 Kg/ha de vaca masa (VM) y una producción de 1000 Kg de sólidos/ha VM pero a través de estrategias de alimentación diferentes. Esto se propuso para sistemas que combinen dos genotipos contrastantes dentro de la raza holando, Holando americano (HA) y Holando neozelandés (HN), con dos estrategias de alimentación de diferente asignación de forraje, una dieta de base pastoril con una asignación flexible de pastura Manda Pasto (P) y otra de asignación fija de pastura de 33% Manda dieta (D), éste último con un 66% de la dieta suministrada como suplemento.

Esta tesis se enmarca dentro del proyecto mencionado, realizando el trabajo de campo y recopilación de la información en el período de junio 2018 a mayo 2019. Se discutirá qué genotipo se adapta mejor a cada sistema de producción en el período analizado. Si bien las condiciones de los sistemas analizados no pueden ser representativas de todos los sistemas productivos presentes en Uruguay, los resultados aproximan a entender cuál genotipo se adapta mejor adaptado a condiciones de alta cosecha de forraje.

El objetivo de esta tesis es comparar la producción de leche y cosecha de forraje de vacas de genética HA y HN en base a estrategias de alimentación con diferente asignación de pastura (D y P).

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. PRODUCCIÓN LECHERA EN URUGUAY

En Uruguay la producción lechera ha aumentado de forma sostenida a una tasa de crecimiento anual del 5%, comportamiento que acompañan las exportaciones. En tanto el consumo de lácteos en el país se ha mantenido estable en los últimos 20 años, con un promedio per-cápita de 233 L anuales, el doble si se compara con la media mundial (INALE, 2014). El principal destino de la producción es la industria, ocupando el 87% del total de leche de los tambos, y del total industrializado aproximadamente el 70% se exporta. Uruguay ocupa el séptimo lugar como exportador de productos lácteos (Chilibroste, 2018). El principal producto vendido al exterior es leche en polvo entera, siendo en 2018 aproximadamente el 73% del volumen de lácteos exportados, seguido por los quesos con aproximadamente un 20% (MGAP. DIEA, 2018). El mercado interno saturado y las exportaciones de productos poco diferenciados, vuelven al sector vulnerable a cambios significativos en el escenario internacional.

Uruguay ha sufrido cambios importantes como se puede observar en la figura 1. Se redujo drásticamente el número de remitentes, y por otro lado se produjo un aumento importante en la producción diaria por remitente (efecto de “concentración”). Esta mayor producción se debe tanto al aumento de la producción individual (litros anuales/VM) como al aumento de la carga (vacas/ha, MGAP. DIEA, 2017). Uno de los factores que explica este aumento promedio de lts/día/remitente es la desaparición en mayor proporción de tambos de menor escala (MGAP. DIEA, 2017).

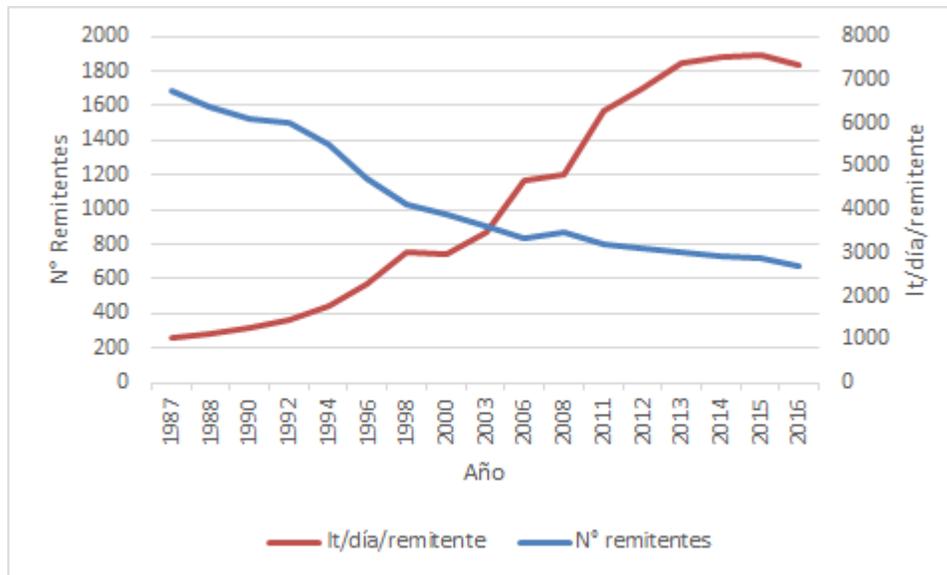


Figura No. 1. Evolución de producción de leche/día/remidente y el número de remitentes

Fuente: MGAP. DIEA (2017).

Según Hernández (2017) la producción (lts/VO/día) aumenta por mejoras en la cantidad y calidad de los alimentos proporcionados a los animales, lo que lleva a un aumento de la eficiencia del rodeo. Hernández (2017) destaca que el aumento del uso de praderas polianuales y mejoramientos en cuanto a pasturas, y la inclusión de suplementos, que han mejorado en cantidad y calidad, han pasado a ser claves a la hora de manejar las estrategias de alimentación. Otra característica de la lechería nacional es que sólo 47% de la superficie está en propiedad del productor, por lo que compete con otros rubros por el recurso tierra (INALE, 2014). Esto es otro argumento sobre la necesidad de aumentar la eficiencia y la rentabilidad por unidad de superficie.

La producción de sólidos por superficie ha evolucionado al alza, pasando de 385 Kg sólidos/ha VM/año en el 2012 a un valor de 600 Kg sólidos/ha VM/año en el 2017, para los predios que tuvieron un crecimiento productivo anual superior al 10% en el período (Chilibroste, 2018). Sin embargo este incremento es inferior al que alcanzan otros países de producción a base de pasturas, con lo que se podría esperar mayor margen de mejora en la producción. El ejemplo de Nueva Zelanda evidencia esto, donde alcanzan a producir en promedio 1.071 Kg sólidos/ha. (Dairy NZ y LIC, 2017).

2.2. ALIMENTACIÓN

Según plantea CONAPROLE (2017), el sistema de producción de leche de Uruguay se caracteriza por ser pastoril, con participación del forraje en forma de pastoreo (50% de la dieta) y reservas (22%), con importante nivel de suplementación (28%). Es importante hacer foco en la alimentación debido a que es el principal costo en cualquier tambo. Como se puede ver en la figura 2, en promedio en los tambos de Uruguay los costos de alimentación representan aproximadamente el 60% de los costos totales de producción. Además, muestran una tendencia al aumento, debido principalmente al mayor uso de concentrados y reservas (Artagaveytia, 2014).

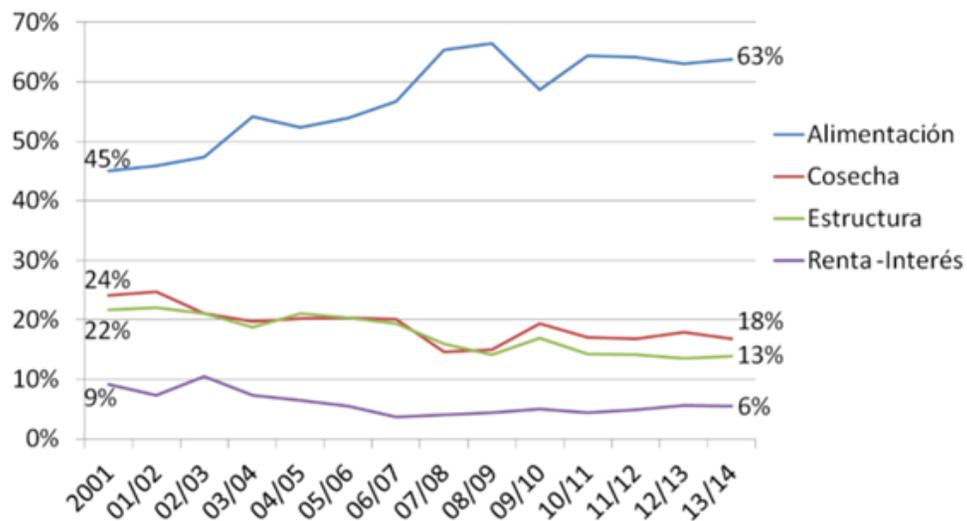


Figura No. 2. Evolución de los costos de producción de explotaciones lecheras

Fuente: Artagaveytia (2014).

Según datos presentados por Giúdice (2016) en base a un estudio de los sistemas lecheros uruguayos, se agruparon en función del tipo de alimentación (alto consumo de pasto y alto consumo de concentrado) y se definieron 7 sistemas de producción. En la figura 3 se pueden ver las principales características de estos sistemas. Se observa que sistemas con alto consumo de pasto obtienen los mismos litros por vaca que los que se obtienen con una dieta con alta proporción de concentrados. También se ve que aumentando la carga, el consumo de pasto y la producción por hectárea aumentan en gran medida. Giúdice (2016) menciona que los sistemas de alto consumo de pasto tienen menores costos por litro de leche en comparación con

los sistemas de alto consumo de concentrado, y que los primeros son menos susceptibles a cambios en el precio de la leche. En concordancia con esto, en un estudio más enfocado en la rentabilidad de los sistemas lecheros pastoriles en Irlanda, Hanrahan et al. (2018) demostraron que los costos por tonelada de sólidos producidos disminuyen cuando el porcentaje de utilización de pasturas aumenta.

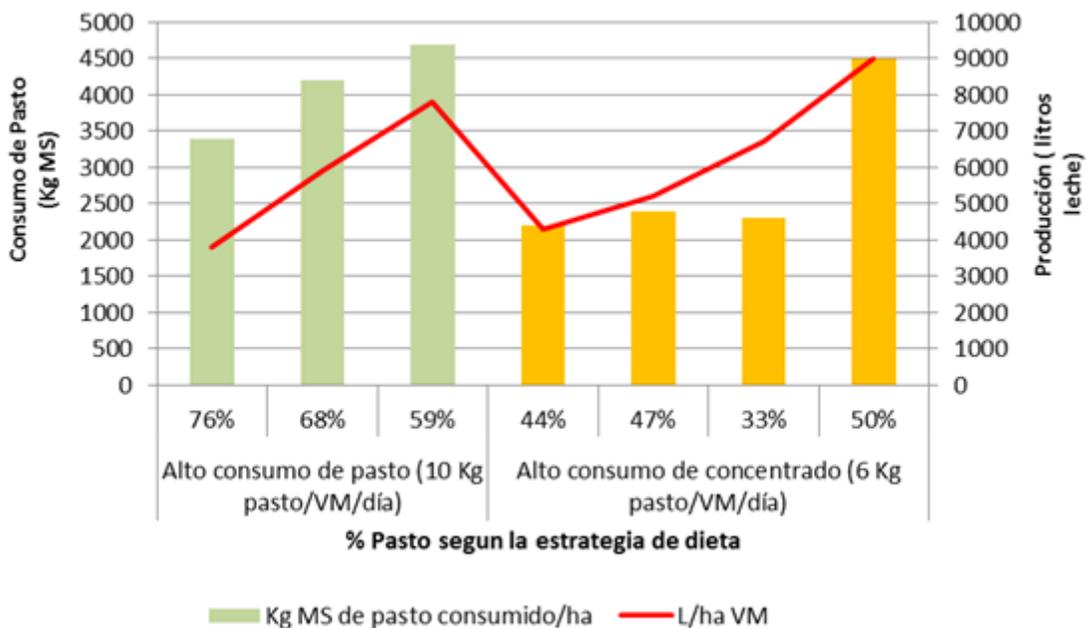


Figura No. 3. Consumo de materia seca y producción de leche según % de pasto en la dieta

Fuente: Giúdice (2016).

A la hora de pensar en mayores consumos de pasto una interrogante que puede surgir es si la limitante se da en la producción o en el consumo de las pasturas. Según estimaciones de CONAPROLE (2017), INIA e INASE (2018) de la producción de kg MS/ha de las principales especies utilizadas en Uruguay, se puede ver cómo en promedio se producen en torno a los 10.000 Kg de materia seca por ha. En tanto, según estimaciones del proyecto Producción Competitiva (CONAPROLE, 2017) se cosechan en promedio 2.917 kg MS/ha de pastura, y si se suma al pastoreo la cosecha mecánica (pastoreo y reserva), se cosechan en promedio 4.484 kg MS/ha. Por lo tanto, es evidente que hay una brecha muy grande entre el pasto producido y el cosechado. Según CONAPROLE (2017), del total de pasto producido en el año, un 60% no se aprovecha. Esa proporción no utilizada genera un costo en semillas,

fertilizantes, combustibles y labores para producir pastura que no se convierte en leche, generando pérdidas económicas.

Dadas las condiciones climáticas, en Uruguay es posible tener pasturas todo el año, creciendo especies de tipo templado con producción otoño-invierno-primaveral y especies subtropicales con producción primavera-estivo-otoñal (Carámbula, 1977). Está claro que la disponibilidad de pasto no es constante a lo largo del año, por lo que es necesario que parte de ese pasto se reserve cuando hay excedente y se suministre cuando hay déficit. En la práctica, se cosecha mecánicamente cuando la capacidad de consumo es menor al crecimiento de la pastura. Con esto se logra maximizar la cosecha por parte de los animales, buscando minimizar costos de cosecha mecánica, y posteriormente de suministro. La maximización del uso de pasturas es clave para reducir costos de alimentación, ya que, por otro lado, el costo de producir un litro de leche aumenta a medida que disminuye la proporción de pastura en la dieta, y además los sistemas pastoriles reducen costos en infraestructura y mano de obra en comparación con sistemas confinados (Eloy, 2010).

Cuadro No. 1. Producción promedio de algunas especies forrajeras utilizadas en el país en KgMS/há

Especie	Kg MS/ha	
	INIA-INASE	CONAPROLE
avena	5.570	5.300
raigrás anual	11.337	8.800
sorgo forrajero	11.125	13.400
festuca	10.790	10.100
alfalfa	11.890	10.400
Promedio	10.142	9.600

Fuente: elaborado en base a CONAPROLE (2017), INIA e INASE (2018).

A partir de la evidencia planteada, la interrogante es si se puede achicar la brecha entre producción y cosecha de forraje por hectárea. En diferentes partes del mundo se han realizado trabajos para demostrar que si se puede acortar esta brecha. Fariña et al. (2011), obtuvieron en Australia consumos de 10.400 kg MS/ha con una carga de 2,5 vacas/ha y de 10.000 kg MS/ha para una carga de 3,8 vacas/ha.

2.3. GENOTIPOS

La raza Holstein es la de mayor importancia en producción láctea en países de clima templado, considerando su aporte a la productividad mundial y el número de individuos que la componen. Si bien tiene un origen común, hay diferencias productivas debido a que en las diferentes regiones se realizó selección priorizando diferentes características (González y Magofke, 2007). En Uruguay según datos presentados en la Encuesta Lechera (INALE, 2014), se revela que la genética ampliamente predominante en los sistemas uruguayos es el HA con 83% del rodeo nacional, luego con solo 6% le sigue HN, Jersey 1% y Normando 1%; el restante 9% corresponde a cruza.

El HA es originario de América del Norte donde la producción de leche es para consumo de leche fluida principalmente, la selección apunta a la mayor producción individual de leche. Allí predominan sistemas productivos confinados, donde las dietas se basan en altos niveles de concentrados (Laborde, 2012). La raza HN surge originalmente a partir de animales importados desde la costa Oeste de los Estados Unidos a Nueva Zelanda antes de 1925. Luego a partir de los años sesenta, se cruzaron vacas Jersey con semen de esta genética de Holando hasta los ochenta. La presión de selección en Nueva Zelanda fue inicialmente sobre el rendimiento de grasa, luego sobre el rendimiento de grasa y proteína y contra el volumen de leche. Más recientemente se incorporó la eficiencia económica a través de los costos de mantenimiento (Harris, citado por Harris y Kolver, 2001). En la actualidad Nueva Zelanda exporta el 95% de su producción, lo que influye en los criterios de selección, orientados a mayor producción de sólidos.

Al momento de comparar los genotipos, el de origen norteamericano tiene mayor PV promedio (Harris y Kolver, 2001) y sobre esto Fulkerson et al. (2008) concluyen que animales de mayor peso tienen mayores requerimientos nutricionales para expresar máximo mérito genético.

En un estudio realizado por Harris y Kolver (2001), quienes compararon la genética de ganado HN y HA, se afirma que el uso del ganado HA es alto en el mundo debido a su mayor producción de leche. Por otro lado el ganado HN, si bien produce menor volumen de leche, posee un mayor porcentaje de grasa y proteína. En este estudio también se menciona la eficiencia de conversión de alimento a leche, donde se observó que las diferencias entre las genéticas no son significativas. Macdonald et al. (2008) presentan datos de Holstein neozelandés de la década del 90 en comparación con Holstein americano de la misma década, en la que coincide con lo anterior, en que las vacas con genética neozelandesa tienen mayor producción de grasa

y proteína por litro de leche, en mayor proporción grasa (4,86% en Holstein NZ y 4,26% en Holstein NA) que proteína (3,71% en Holstein NZ y 3,43% en Holstein NA). Otra característica que se analiza en el trabajo de Harris y Kolver (2001) es la condición corporal al final de la lactancia, donde se obtuvo menor condición corporal en la genética americana. Si bien no se menciona cuál fue la condición corporal, hay que destacar que podría traer consecuencias productivas en la próxima lactancia, ya que como mencionan Moira y Croxon, citados por Motta (2010), animales con baja condición corporal (CC) al parto tienen bajo y tardío pico de lactación, llegando a producir hasta 8% menos leche en los primeros 2 meses de lactancia por cada punto de CC menos con que se llega al parto.

Se mencionó en los estudios anteriores que la producción individual de litros leche es mayor en Holstein americano, pero se encuentran diferencias dependiendo del sistema de alimentación implementado. Se observó en un estudio de McCarthy et al. (2007), quienes evaluaron distintas cargas por há. para sistemas pastoriles de Irlanda, en los sistemas de bajo porcentaje de concentrado y alto de pastura, las diferencias de producción individual fueron menores entre genotipos americanos y genotipos neozelandeses. Según estos autores esto puede deberse a no alcanzar el potencial de producción el genotipo americano por la baja proporción de concentrado en la dieta, que limite la expresión de mayor cantidad de litros.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. SITIO EXPERIMENTAL

El ensayo fue realizado en las instalaciones de INIA La Estanzuela, Unidad de Lechería, en ruta 50, km 11 de la localidad de Semillero, del departamento de Colonia (34°20'23.72" S – 57°41'39.48" O), República Oriental del Uruguay. El trabajo de campo tuvo una duración de 12 meses en el período de junio 2018 a mayo 2019.

El clima en esta región se caracteriza por ser templado a semi húmedo, con temperatura promedio de 15 °C y precipitación acumulada que osciló entre los 57 y 147 mm para el período analizado, como puede verse en la figura 4.

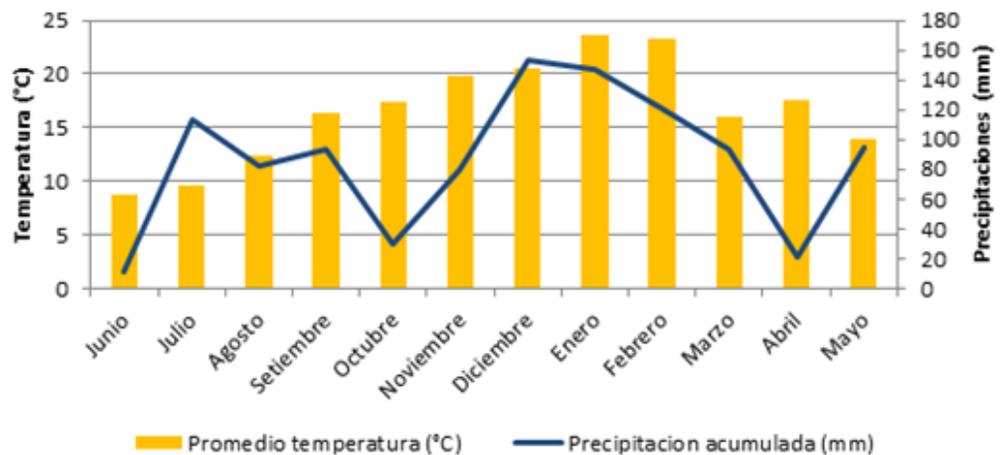


Figura No. 4. Temperatura promedio del aire y precipitaciones para el período de estudio

Fuente: INIA (2019).

3.2. DISEÑO DEL ESTUDIO

Para el estudio se utilizó un diseño de módulos comparativos (farmlets) compuesto de 4 sistemas, en un diseño factorial de 2 x 2 que permite comparar dos genotipos contrastantes y dos estrategias de alimentación.

Los dos genotipos en estudio están representados de la siguiente forma:

- Holando “grande” (G): animales de mayor tamaño que tienen mayor carga genética de origen de Estados Unidos y Canadá (HA), representativo del rodeo nacional.

- Holando “chico” (Ch): animales de menor tamaño con al menos 75% de genética neozelandesa (toros padres y abuelos de las vacas registrados como HN).

Las dos estrategias de alimentación comparadas fueron:

- Manda dieta (D): asignación fija de la pastura, con aproximadamente 33% de la dieta promedio anual (completándose con reservas si el crecimiento de la pastura es inferior a la asignación y confeccionando reservas en caso de excedentes). El resto de la dieta se completa con 33% de reservas y 33% de concentrados, pudiendo variar éste último según el momento de lactancia.

- Manda pasto (P): asignación flexible de pastura en base a la tasa de crecimiento, con asignación fija de concentrado según momento de lactancia, y reservas en caso de que el pastura y concentrados no sean suficientes.

Para componer los 4 sistemas se eligieron potreros y rodeos homogéneos. En el caso de los potreros, se eligieron 4 grupos de 10 potreros de 1,2 o 1,5 hectáreas y se asignaron de manera aleatoria a cada tratamiento. En el caso de las vacas se seleccionaron 4 grupos de 30 animales homogéneos en cuanto a número de lactancias y distribución de partos. Los dos grupos de origen neozelandés (ch) y los dos grupos de origen americano (G) tuvieron similar producción anterior, Índice Económico Productivo (IEP; índice de selección de Uruguay) y peso al inicio. En el cuadro 2 se presentan las principales características de cada sistema al inicio de la evaluación.

Cuadro No. 2. Caracterización de los rodeos al inicio del estudio

	DCh	DG	PCh	PG
No. vacas	30	30	30	30
Superficie (ha VM)	12,1	14,8	12,0	14,9
Carga animal (VM/há VM)	2,5	2	2,5	2
Kg PV/ha VM	1.287	1.215	1.253	1.179
DEP proteína en leche (Kg)	4,8	2,2	4,5	3,5
DEP grasa en leche (Kg)	6,5	4,0	6,4	3,0
IEP	118	108	120	109

Referencias: DCh=Dieta Chica; DG=Dieta Grande; PCh= Pasto Chica; PG=Pasto Grande; DEP proteína en leche= diferencias esperadas de progenie para proteína en leche; DEP grasa en leche= diferencias esperadas de progenie para grasa en leche; IEP= índice económico de producción.

En el diseño utilizado los sistemas se comportan como tambos comerciales independientes, cada uno con su superficie de pastoreo. Los potreros se asignaron de manera equitativa para que recorran las mismas distancias, ofrecen las mismas pasturas, siguiendo la misma rotación (figura 5). Las vacas de los 4 sistemas comparten los caminos, la sala de ordeño, sistema de bebederos y áreas de descanso en diferentes momentos. También son manejados por el mismo personal. Los potreros comparten el mismo manejo agronómico.

Para el caso específico del forraje, en ambos sistemas se utilizó un 50% del área de praderas ocupado por festuca (*Festuca arundinacea*) y un 50% por una pastura mezcla de dactylis (*Dactylis glomerata*), y alfalfa (*Medicago sativa*) (figura 5). Estas praderas rotaron con una secuencia de maíz y raigrás a los 3,5 y 4 años de edad en D y P, respectivamente.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
	O. I. P. V.	O. I. P. V.	O. I. P. V.	O. I. P. V.	O. I. P. V.	
D.	alfalfa + dactylis			maíz	avena	maíz
	festuca			maíz	avena	maíz
P.	alfalfa + dactylis				avena	maíz
	festuca					maíz

Figura No. 5. Rotación de la pastura

3.3. MANEJO DEL EXPERIMENTO

La asignación de forraje la realiza el encargado de las pasturas en base a una recorrida semanal, con el fin de asignarle a cada lote los Kg teóricos necesarios, ajustando el área de la parcela según el crecimiento de la pastura. Este sistema de asignación de forraje se ajusta al sistema de pastoreo de INIA La Estanzuela. Este sistema consta de tres pilares que son la recorrida semanal para ajustar la disponibilidad de forraje y crecimiento, la rotación de pastoreo ajustando el área para que el lote aproveche la mayor disponibilidad posible de acuerdo al crecimiento esperado, y por último controlar los remanentes del pastoreo diariamente para que no quede menos de 5 cm entre las matas de rechazo y no más de un 15% del área pastoreada esté cubierta por esas matas de rechazo (Fariña et al., 2017).

En la figura 6 se representa la distribución de los potreros según estrategia de alimentación. La disponibilidad se calcula por estimación visual de MS y con sensor de alta precisión (C-dax®), tomando un valor promedio caminando en forma diagonal por el potrero, todas las semanas se realiza el mismo recorrido. También se toma el estado fenológico de las pasturas contando el número de hojas desarrolladas desde el último ingreso de animales o corte, en el caso de las gramíneas, o el número de nudos en el caso de las leguminosas.

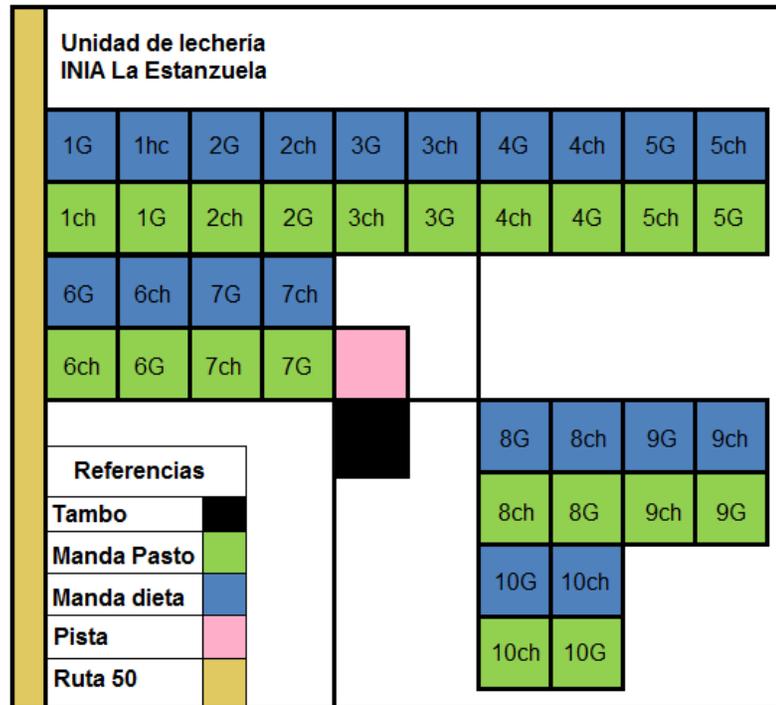


Figura No. 6. Esquema de distribución de los potreros

Con estas mediciones se obtuvo la TC (Kg MS/ha/día) y el stock promedio (Kg MS/ha), y de esta forma definir el pasto por día a cada sistema.

La cantidad de pasto disponible por vaca definió cuántos turnos de pastoreo se le ofrecieron por día. En el caso que sea menor a 8 Kg MS/VO/día se les ofreció un turno de pastoreo, si es superior se le asignaron dos turnos de pastoreo.

En base a lo anterior los potreros se subdividieron de tres formas distintas según se detalla en la figura 7, permitiendo 9, 6 o 4 pastoreos según el aporte. Las divisiones de menor tamaño, de 40 m de largo y de ancho cuando la disponibilidad era mayor, o de 60 m de largo y ancho en condiciones de menor crecimiento. Si bien esto se definía con días de anticipación, podrían variar por condiciones climáticas por ejemplo, siempre buscando el mejor aprovechamiento de todo el crecimiento de la pastura.

Las reservas se suministran en la pista de alimentación con comederos separados para cada sistema, usando un mixer horizontal para distribuirlo; los concentrados fueron suministrados en la sala de ordeño en caso de los lotes P, y junto con las reservas en el caso de D.

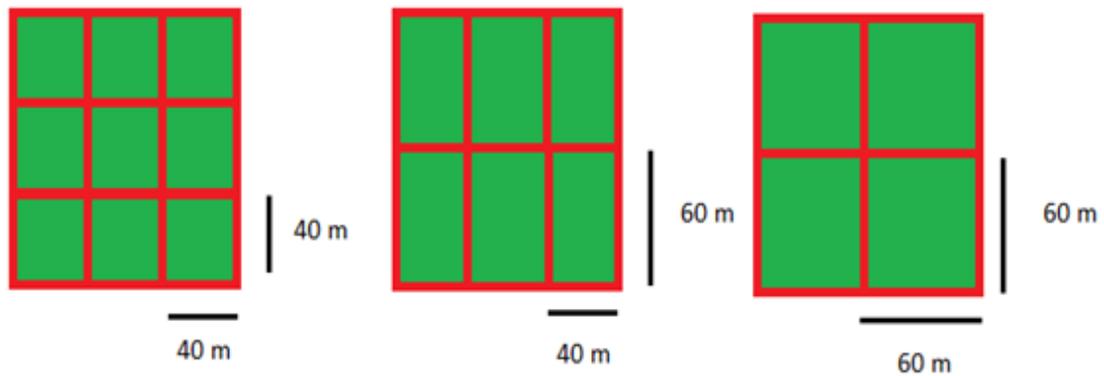


Figura No. 7. Tamaños de franja posible para cada potrero

3.4. MEDICIONES

3.4.1. Cosecha de forraje

El valor de cosecha de pasto/ha se obtiene de la diferencia de las mediciones del C-dax®, pasando los mm obtenidos a KgMS/ha mediante las ecuaciones específicas para el tipo de pastura. Se obtiene la MS disponible y MS remanente, cuya diferencia es lo que consumo el ganado. En estos valores se tiene en cuenta los repasos de la parcela cuando fueron necesarios. El C-dax se pasaba en modo zigzag a velocidad constante (10 km/h) sobre las parcelas. Vale aclarar que las mediciones se interpretan mediante ecuaciones ajustadas a esas pasturas en las condiciones locales de INIA La Estanzuela. Las pasadas del C-dax ® no extendieron más de 3 días de diferencia con el pastoreo, tanto para pre como para post pastoreo, para no tener diferencias significativas con el momento de corte.

El valor acumulado del forraje cosechado por pastoreo directo se obtiene de la sumatoria de los datos obtenidos para el período. Para el resultado de cosecha anual de forraje (Kg MS/ha VM) se calcularon los promedios del año en estudio, sumando la pastura cosechada por pastoreo directo, la pastura cosechada de forma mecánica y el cultivo de maíz cosechado de forma mecánica para ensilaje. No se realiza análisis estadísticos de estos valores porque el período de estudio es muy breve para obtener un número de repeticiones mínimo requerido, ya que se trata de un estudio a nivel de sistema y se analiza sólo un año.

3.4.2. Tiempo de pastoreo

El tiempo de pastoreo, es decir el tiempo de ocupación de los potreros en pastoreo en cada uno de los sistemas, se los contabilizó de la siguiente forma: 2 turnos de pastoreo = 1 día, 1 turno y $\frac{1}{2}$ = 0,75 días, 1 turno = 0,5 días, sin pastoreo = 0 días. Se consideró un valor de 100% para un pastoreo total de 365 días.

3.4.3. Estimación del consumo animal

Para el caso de las pasturas, como se mencionó, el consumo se estimó a través de la diferencia del pre y post pastoreo, es decir se midió la disponibilidad antes del ingreso a la pastura y se lo compara con la medición de remanente después del pastoreo.

El consumo de concentrado (suministrado en la sala de ordeño en las P), se estimó semanalmente de manera grupal. Se ofrece una cantidad conocida de concentrado, y restándole el rechazo, se obtiene qué cantidad consume cada lote, se individualiza dividiendo por el número de animales.

De la misma forma se estimó el consumo de las reservas (y concentrado en caso de D), a diferencia que estas se ofrecen en la pista de alimentación, según sea necesario. Después de sacar los animales de la pista se pesaba el rechazo y por diferencia con el ofrecido se calculaba el consumo.

3.4.4. Producción y composición de la leche

El tambo de INIA La Estanzuela permite registrar la producción individual automáticamente a través de un sistema electrónico. Cada 15 días se tomaron muestras individuales de leche para determinar su composición química. Para cada animal se tomaba una muestra compuesta del ordeño de la tarde y la mañana. Se determinaron los contenidos de grasa butirosa (GB; ISO 9622:2013 (IDF141)), proteína bruta (PB; ISO 9622:2013 (IDF141)), lactosa (ISO 9622:2013 (IDF141)), sólidos totales (FIL208/1987) y urea (Boletín FIL383/2003), utilizando un análisis infrarrojo medio (Bentley Model 2000, Bentley Instruments Inc., Chaska, MN, USA) según metodología propuesta por IDF (2000).

3.4.5. Condición corporal y peso vivo

La condición corporal se estimó mediante la escala de 5 puntos de Edmonson et al. (1989) con una frecuencia quincenal, realizado por la misma persona para tener un mismo criterio de medición. Además, de manera mensual se realizó la medición del peso vivo individual para cada uno de los lotes.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos de producción y composición de la leche se analizaron utilizando el procedimiento para modelos mixtos de SAS (versión 9.2 del SAS Institute).

El modelo incluyó los siguientes términos:

$$Y_{ijk} = \mu + DEL + SP_i + Medic_j + Medic \times SP_{ij} + Error_{ijk}$$

donde,

Y_{ij} es la variable respuesta; μ es la media; DEL es la covariable (días en lactancia); SP_i es el Sistema de producción (DCh, DG, PCh, PG); $Medic_j$ es la fecha de medición; $Medic \times SP_{ij}$ es la interacción medición por Sistema de producción y $Error_{ijk}$ es el error experimental.

4. RESULTADOS

4.1. COSECHA DE FORRAJE

En la figura 8 se presenta el resultado de cosecha de forraje en kg MS/ha VM para los 4 tratamientos. Con la estrategia D ambos genotipos superan el objetivo de los 10.000 kg MS/ha VM (11.341 y 10.754 kg MS/ha VM para DCh y DG, respectivamente). En esta estrategia aproximadamente 70% de la cosecha es mecánica (maíz y reservas de pastura). En cambio la estrategia P no alcanza los 10.000 kg MS/ha VM (9.329 y 9.150 kg MS/ha VM para PCh y PG respectivamente). En este caso el pastoreo directo representa más del 50% de la cosecha de forraje del sistema.

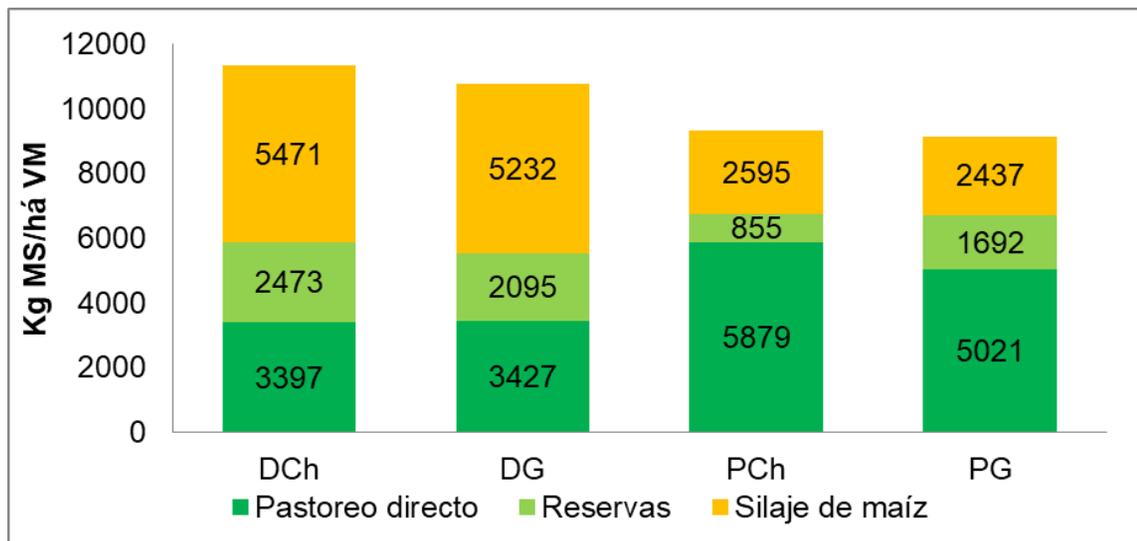


Figura No. 8. Cosecha de forraje (kg MS/ha VM)

4.2. CONSUMO ANIMAL

En el cuadro 3 se presenta el promedio de consumo diario de reservas, concentrado y pasto para cada tratamiento en kg MS/vaca. Tanto en la estrategia D como en la P el consumo de concentrados es igual al teórico. En ambos genotipos el consumo de pasto de la estrategia P es menor al planteado teóricamente, lo cual es compensado con suministro de reservas. En esa estrategia ambos genotipos cosecharon aproximadamente 45% de forraje directamente, y 23% del forraje proviene de reservas, el resto de la dieta se complementa con concentrados.

Cuadro No. 3. Consumo de materia seca por estrategia de alimentación

	Dieta chica	Dieta grande	Pasto chica	Pasto grande
Reservas (kg Ms/vaca)	7,64 (40%)	7,73 (38%)	4,59 (23%)	4,77 (23%)
Concentrado (kg MS/vaca)	6,18 (33%)	6,88 (33%)	6,20 (32%)	7,03 (34%)
Pasto (kg MS/vaca)	5,09 (27%)	5,91 (29%)	8,73 (45%)	8,87 (43%)

4.3. TIEMPO DE PASTOREO

El tiempo de pastoreo disponible para los tratamientos se presenta en la figura. 9 que expresa el tiempo en porcentaje (%), siendo la oportunidad total de pastoreo 365 días (100%). Nótese que la estrategia D dispone poco más de 40% de su tiempo para pastoreo para ambos genotipos. Los genotipos de la estrategia P disponen de casi 70% de su tiempo para la cosecha directa de forraje.

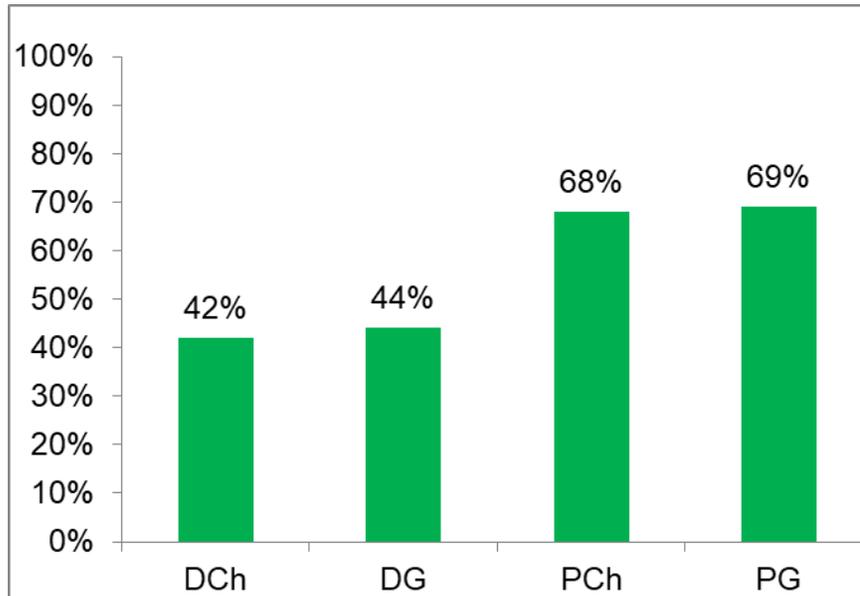


Figura No. 9. Tiempo de pastoreo según estrategia de alimentación

4.4. CONDICIÓN CORPORAL

La condición corporal (CC) se estimó visualmente cada 15 días. En la figura 10 se representa la evolución de la CC en el período de estudio para los 4 tratamientos. Si bien no se analizó estadísticamente esta información, se observa mayor CC en el tratamiento DCh durante la mayor parte de la lactancia, con valores menores en DG, y poco distantes de las vacas de la estrategia P, que tienen CC más similares entre sí.

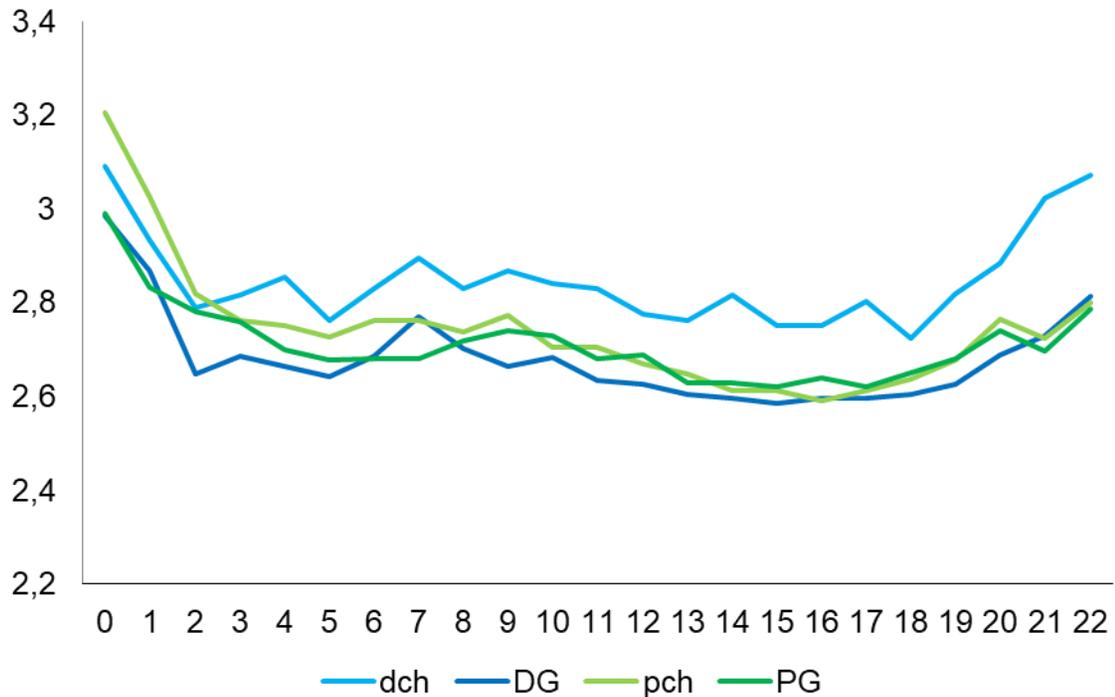


Figura No. 10. Evolución de la condición corporal según días en leche de las vacas individuales (por quincena)

4.5.PRODUCCIÓN INDIVIDUAL

En el cuadro 4 se detalla la producción de leche (kg/d) promedio de cada lote de todo el período. Los sistemas con genotipo de origen americano (DG y PG) presentaron mayores valores diarios de leche total, leche corregida, y tanto producción de grasa como proteína diaria ($p < 0,01$) que los sistemas con genotipo chico (Dch y Pch). El % de proteína bruta fue mayor en los sistemas de vaca chica ($p < 0,01$) para ambas estrategias, mientras que el % de grasa butirosa solo demostró ser mayor para los sistemas de vaca chica en la estrategia con mayor participación del pasto (P).

Cuadro No. 4. Producción individual diaria de vacas de diferentes sistemas de producción

Variable	Sistema de producción				EEM*	Significancia**		
	Dieta chica	Dieta grande	Pasto chica	Pasto grande		Sist. medición	S	x M
Leche (kg/vo/día)	19,4 a	24,1 b	20,2 a	23,8 b	0,5484	**	**	**
ECM (kg/vo/día)***	21,5 a	25,7 b	22,8 a	25,3 b	0,5716	**	**	**
GB (kg/vo/día)	0,88 aB	1,07 b	0,97 cA	1,05 b	0,2671	**	**	**
PB (kg/vo/día)	0,78 a	0,84 b	0,77 a	0,82 b	0,1658	**	**	**
GB (%)	4,53 ab	4,45 ab	4,68 a	4,38 b	0,7465	*	**	**
PB (%)	3,94 a	3,60 b	3,86 a	3,54 b	0,3248	**	**	**
Lactosa (%)	4,88 a	4,86 a	4,77 b	4,83 ab	0,2611	**	**	**
Urea (mgN/dL)	18,97 a	17,96 b	19,41 a	18,39 ab	0,2046	**	**	**

* Error estándar de la media.

** Significancia: NS, $p > 0,05$; ** $p < 0,01$; *, $p < 0,05$; †, $p < 0,10$.

Medias seguidas de letras minúsculas distintas son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Medias seguidas de letras mayúsculas distintas tienden a ser diferentes ($p < 0,10$).

*** ECM = Energy corrected milk = leche corregida por energía.

4.6. PRODUCCIÓN DE SÓLIDOS POR HECTÁREA

En la figura 11 se ve la producción acumulada de grasa butirosa (GB) y proteína bruta (PB) en kg/ha VM para todo el período para los 4 tratamientos. En todos los casos se superan los 1.000 kg/ha VM que se planteó como objetivo para este proyecto. En sólidos totales, para ambas estrategias el genotipo Ch presenta mayor producción por hectárea en términos numéricos en el año analizado. Se puede ver mayor producción de proteína en los animales de genética neozelandesa (DCh Y PCh), y mayor producción de grasa en los tratamientos P.

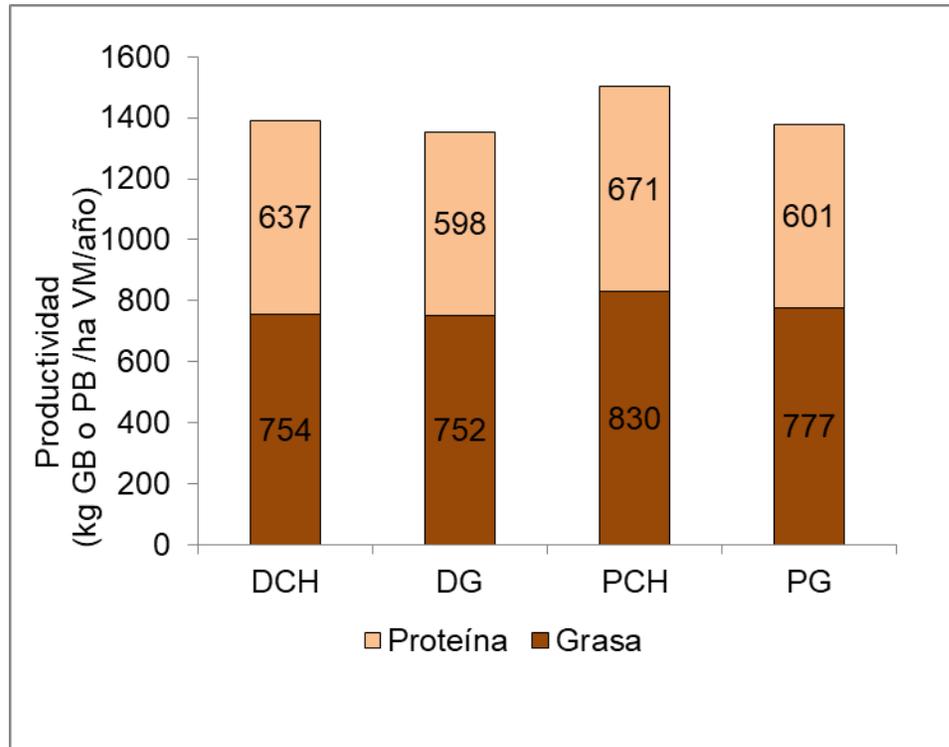


Figura No. 11. Producción de sólidos, grasa butirosa y proteína bruta (kg/ha VM/año)

5. DISCUSIÓN

5.1. COSECHA DE FORRAJE

Si bien la pastura es el alimento de menor costo por kilogramo de materia seca, se dispone de poca información que considere valores precisos de producción y consumo de forraje de las explotaciones lecheras del país. Según estimaciones indirectas en los sistemas lecheros con mejores indicadores, la cosecha de forraje de pastoreo directo no supera los 3.000-3.200 KgMS/ha VM (Chilibroste, 2015), valores que prácticamente se duplican en el tratamiento PCh. En comparación a los valores nacionales a nivel de sistema, la variable cosecha de forraje total (pastoreo directo + reservas de pastura + silaje de maíz) es elevada en todos los tratamientos, superando las 9 toneladas de MS/ha, valor que representa el doble de lo alcanzado según el promedio de los predios del proyecto de Producción Competitiva (CONAPROLE, 2017). Se debe tener en cuenta que el presente estudio trabaja con cargas que duplican la carga promedio del Uruguay.

La cosecha total de forraje fue mayor en los tratamientos D. Este comportamiento puede deberse a dos motivos. En primera medida, a que los sistemas D tenían una proporción mayor de la superficie de VM en rotación de doble cultivo maíz/verde de invierno que los P (30% vs. 15%). El maíz, especie C4 de verano, tiene un rendimiento potencial por hectárea mucho mayor al de una pastura perenne (C3) y esto se vio reflejado en los resultados. En un estudio en el Sudeste de la Pampa de Argentina (Ojeda et al., 2018) de la comparación de praderas perennes y secuencias de cultivos forrajeros anuales, se observó mayor rendimiento anual de materia seca en los cultivos anuales.

Durante los meses más fríos, las pasturas de festuca, alfalfa y mezcla de las dos, reducen considerablemente la producción de materia seca, independientemente de ser fertilizadas correctamente. Si bien esto indica que la oferta de pasturas anuales da potencialmente más MS, hay que tener en cuenta los factores climáticos que inciden en su nivel de producción. La disponibilidad de agua por ejemplo afecta considerablemente la producción de maíz. En el mismo estudio (Ojeda et al., 2018) la producción de maíz y avena tuvo una variabilidad del 28% entre dos años, adjudicada principalmente a estrés hídrico en fechas críticas. Es por esto que se debe tener en cuenta la variabilidad de producción entre años de forrajes anuales. Por otra parte, hay que considerar que los cultivos perennes una vez bien establecidos, pueden tener una producción aceptable y mejor distribuida durante el año. Otro factor a tener en cuenta es la dimensión de los sistemas comerciales, está claro que para poder realizar cultivos anuales se debe contar con superficies destinada a esto, lo que

reduce el área de pastoreo directo. Es necesario tener en cuenta en el resultado económico final también el aumento de uso de fertilizantes, fitosanitarios y horas de trabajo que requieren estos forrajes.

En una menor medida, la mayor cosecha de forraje en D se puede haber debido a la mayor proporción de cosecha mecánica de pastura, que generalmente se logra con mayor eficiencia que la cosecha por pastoreo (no hay desperdicio por bosteo o matas de rechazo y el corte es homogéneo).

No solo la carga es un factor determinante de la alta cosecha de forraje por pastoreo directo que se alcanzó, sino que el manejo del pastoreo aplicado resultó ser también un factor clave. La recorrida semanal que se realiza para estimar la disponibilidad de pastura en los potreros, ajustar el tamaño de las parcelas al crecimiento de la pastura, constituyeron un instrumento fundamental para lograr altas cosechas de forraje (Fariña et al., 2017).

La mayor cosecha de pasto directo se da en los tratamientos P. Este comportamiento está en línea con el mayor tiempo de pastoreo, demostrado en la gráfica No 9, donde las P pasaron 68-69% del tiempo pastoreando, y las D 42-44% de su tiempo pastoreando. Esto concuerda con la teoría de Galli et al. (1996) quienes mencionan al tiempo de pastoreo como un factor determinante en la cantidad de MS ingerida. Se puede asociar entonces al tiempo de pastoreo asignado al sistema de pastoreo de INIA Estanzuela y que los tratamientos D tengan efecto sustitución de la pastura por concentrado. En un estudio de Méndez et al. (2019), quienes analizaron predios comerciales del país y se agruparon en alto y en bajo consumo de pasto, se encontró que el efecto de sustitución en los predios de menor consumo de pasto fue importante, sobre todo en el período otoño-invierno. Esos autores concluyen que se debe dar un equilibrio entre pastura y suplemento, ofreciendo de manera complementaria el concentrado para satisfacer requerimientos en función de la pastura.

Fariña y Chilbroste (2019) resaltan la potencialidad de aumentar la carga para maximizar la cosecha de forraje y aumentar la producción por ha en sistemas comerciales donde la media es muy baja en comparación con otros países (0,72 vacas/ha Uruguay vs. 1,7 vacas/ha Nueva Zelanda). El presente estudio que se hizo a cargas elevadas comparadas con los promedios nacionales, demostró que se puede duplicar la carga y aún queda margen para seguir aumentando. El aumento de la carga en sistemas comerciales debe ir acompañado de mejoras en infraestructura que permitan este manejo (pistas de alimentación, aguadas en la parcela, correcta delimitación de potreros, caminos en buen estado, ubicación de sala de ordeño). También es importante la utilización de un rodeo mejor adaptado.

En el trabajo no están contemplados factores económicos (es decir la viabilidad económica de estos sistemas), cuales son las consecuencias ambientales que pueden generar o cual es los desafíos para los recursos humanos necesarios, pero son factores de relevancia a tener en cuenta. Este manejo más intensivo también requiere de recursos humanos capacitados por lo que se debe pensar también en cómo gestionar estos sistemas para que sean confortables a los operarios y atractivos laboralmente.

Entre genotipos el consumo por hectárea fue superior en Ch para las dos estrategias de alimentación. Con respecto a esto McCarthy et al. (2007) afirman que animales Holstein de origen neozelandés tienen mayor capacidad de adaptarse a variantes de la disponibilidad de forraje durante el año, compensando la disminución de pastura con mayor tiempo de pastoreo. Laborde et al. (1998) evaluaron en Uruguay animales Holstein de distinto peso vivo y no encontraron diferencias significativas en la MS consumida entre los animales más pesados y los más livianos, pero observaron que los animales más pesados tenían menos tasa de bocado pero con mayor peso de bocado, y los más livianos tenían mayor tiempo de pastoreo. McCarthy et al. (2007) concluyeron que animales más grandes tienen mayor capacidad de producir más leche por mayor capacidad de consumo, pero que ante situaciones de alta carga con baja proporción de concentrados no encuentra diferencias significativas con el Holstein neozelandés, adjudicando esto a la mayor adaptación a sistemas pastoriles de este genotipo.

5.2. PRODUCCIÓN

5.2.1. Producción individual

Se aprecia que en términos de producción individual los genotipos de origen americano (DG y PG) superan en producción diaria de leche total, leche corregida, y sólidos (grasa y proteína bruta), a los animales de genotipo neozelandés (DCh y PCh). En concordancia con estos resultados, Harris y Kolver (2001), al igual que Laborde et al. (1998), mencionan que estas diferencias se dan debido al utilizarse por muchos años en ambas regiones (Norteamérica y Nueva Zelanda) objetivos de selección diferentes. En Norteamérica se seleccionó en favor del volumen de leche debido a que la producción se destina principalmente a leche fluida, mientras que en Nueva Zelanda tiene como principal destino la elaboración de leche en polvo para exportación, lo cual ha hecho que se seleccione en favor de la producción de sólidos y no volumen. Si bien la producción de sólidos totales por vaca es mayor en las genéticas grandes (PG y DG), si se observan los % de sólidos el comportamiento es diferente, presentando mayor % de proteína DCh y PCh, y

mayor % de grasa en Pch. Este comportamiento también lo detectaron Macdonald et al. (2008) demostrando en sus estudios que al incrementar el % de genética americana aumenta la producción de leche y de sólidos, pero la concentración de estos últimos se reduce.

5.2.2. Producción por hectárea

En términos de producción de sólidos por hectárea, en todos los tratamientos se alcanzan los 1.000 kg/ha VM, superando el objetivo que se planteó para el proyecto, más que duplicando el promedio de producción de sólidos a nivel nacional, el cual no llega a 500 kg/ha VM (Artagaveytia, 2014). Sería lógico pensar entonces que existe un margen de mejora a nivel nacional en productividad por hectárea

Difiriendo con los resultados de producción individual, la cantidad de sólidos por hectárea (kg/ha VM) producidos por los animales de menor porte (Pch y Dch) es mayor que la producida por la genética americana (PG y DG). Esto puede deberse a una mayor eficiencia de las vacas chicas por kg de peso vivo, ya que las carga en peso vivo que se manejaron para ambas genéticas al inicio del experimento fue la misma. Harris y Kolver (2001) concluyen que los animales de origen neozelandés tienen mayor eficiencia de conversión de kg MS consumida a Kg de sólidos producidos frente a los animales de origen americano. Otra hipótesis que explique este comportamiento puede ser que las vacas chicas hayan aumentado de peso en el período del estudio, lo cual es probable si se observan las curvas de condición corporal (CC) en la figura 10, al menos para el tratamiento Dch. Macdonald et al. (2008) demuestran que la genética neozelandesa logra mayores puntuaciones de condición corporal, lo que apoya esta hipótesis.

Los resultados de este trabajo evidencian que la genética que se maneja en Uruguay tiene potencial para lograr mayores rendimientos por hectárea, que se puede obtener mayor producción de forraje por hectárea, y que éste puede ser mejor aprovechado con medidas de manejo puntuales. Sin embargo los establecimientos comerciales uruguayos aún no alcanzan niveles de producción cercanos a los obtenidos en este estudio. Según mencionan Fariña y Chilibróste (2019) es probable que la limitante esté en la infraestructura de los establecimientos. No se puede pensar en un aumento de carga sustancial y sostenible sin realizar mejoras en la infraestructura, ya sea desde caminería, salas de ordeño, corrales de espera, sombra y agua. Mejorar estos aspectos podría ser la clave para empezar a pensar en aumentar la carga y

obtener los rendimientos potenciales de la genética animal y pasturas uruguayas.

6. CONCLUSIONES

Los sistemas de genotipo de menor tamaño mostraron una mayor producción de sólidos por ha. Esto debe tenerse en consideración, debido a que en el sistema de pago de la industria uruguaya tiene mucho peso el contenido de sólidos (exportación de leche en polvo) y la calidad sanitaria de la leche. Los rodeos de genotipo de menor tamaño también mostraron la capacidad de consumir más pasto ante la misma disponibilidad de alimento, y podrían compensar la falta de forraje con mayor tiempo de pastoreo, en caso de que sea necesario.

Un aumento de las cargas en todos los sistemas es viable con los dos genotipos si se compara con los valores nacionales. En los dos genotipos (G y Ch) se duplican los valores promedio del Uruguay en producción por há. y en cosecha de forraje, lo que evidencia la potencialidad de mejorar estos aspectos en los sistemas comerciales.

Hay que recordar que el estudio se basa en datos de un año y que quedan aspectos a considerar para la práctica de estos sistemas productivos en los tambos, como son la infraestructura necesaria, la viabilidad económica, bienestar animal, el impacto ambiental y la calidad de vida de las personas implicadas. Pero se aproxima a la posibilidad de la intensificación con pasturas uruguayas obteniendo mayor producción por hectárea, con una correcta selección del rodeo.

7. RESUMEN

Este trabajo se realizó en la estación experimental INIA La Estanzuela, en la Unidad de Lechería en el período de junio 2018 a mayo 2019. El objetivo fue comparar la producción de leche y cosecha de forraje de vacas de genética Holando americano (HA) y Holando neozelandés (HN) bajo estrategias de alimentación con diferente asignación de pastura. Se utilizó un diseño de módulos comparativos (farmlets) compuesto de 4 sistemas que combinaban los dos genotipos con dos estrategias de alimentación. Las estrategias de alimentación se denominaron Manda dieta (D) y Manda pasto (P). La estrategia D consiste en asignación fija de pastura con aproximadamente un 33% de total de la dieta, más 33% de reserva y 33% de concentrado. El tratamiento P consiste en una asignación flexible de pastura en base a la tasa de crecimiento, con asignación fija de concentrado según momento de lactancia, y reservas en caso de que el pastura y concentrados no sean suficientes. Así se obtiene los 4 sistemas productivos en estudio: Dieta Chica (DCh) y Dieta Grande (DG) por un lado y Pasto Chico (PCh) y Pasto Grande (PG) por otro. Los rodeos contaron con 30 vacas cada uno, balanceadas dentro del mismo genotipo por producción previa, días en lactancia y distribución de partos. Se eligieron 40 potreros y se asignaron aleatoriamente 10 potreros a cada sistema. Para los sistemas HN los potreros fueron de 1,2 ha y para los HA de 1,5 ha. Para los grupos G la carga utilizada fue de 2 VM/ha VM y para los grupos Ch la carga utilizada fue de 2,5 VM/ha VM. Se midieron cosecha de forraje con el pasturómetro C-dax® pre y post pastoreo, consumo total del alimento ofrecido y rechazado, tiempo de pastoreo, producción individual diaria y composición quincenal de la leche durante todo el periodo experimental. Se observó que la cosecha total de forraje por hectárea en el año fue mayor en los tratamientos D, esto puede explicarse en parte por la mayor proporción de maíz en la rotación. Por otro lado, la participación de pastoreo directo en el tratamiento P resultó mayor, asociado en parte a más tiempo de pastoreo. Entre genotipos, el sistema PCh tuvo un mayor consumo por hectárea que el PG, explicado en parte por la capacidad adaptativa de ese genotipo frente a variantes de la disponibilidad de forraje durante el año. Es importante recalcar que se trabajó en los 4 tratamientos con cargas elevadas en comparación al promedio del Uruguay, y que la cosecha de pasto directo fue alta en los 4 sistemas. En términos de producción individual la genética de G reporta mayores volúmenes de leche y sólidos, pero menor porcentaje de sólidos. Cuando se evalúa la producción por hectárea los resultados favorecen a Ch. A pesar de esas diferencias, se destaca que todos los tratamientos lograron superar el objetivo de producción propuesto de 1.000kg de sólidos por hectárea (duplicando la media uruguaya), esto permite inferir que la genética de los rodeos uruguayos no limita a la hora de pensar en aumentar la producción de sus tambos.

Palabras clave: Cosecha de pasto; Producción de leche; Holando americano; Holando neozelandés; Asignación de pastura.

8. SUMMARY

The objective of this study was to compare milk production and total forage harvest per hectare of systems combining two different genotypes (North-American Holstein Friesian-NHF or New Zealand Holstein Friesian-NZHF) and two different feeding strategies (grazed pasture fixed-GFix or maximized-GMax). A farmlet study was conducted at INIA La Estanzuela research station experimental dairy farm and monitored during 12 months, from June 2018 to May 2019. The GFix treatments consisted of a fixed grass allocation throughout the year which represented approximately 33% of the annual diet. The GMax treatment consisted of a flexible grass allocation which varied throughout the year according to pasture growth. Annual amount of concentrates per cow was fixed in both strategies and maize silage was allocated as a “buffer” when grass plus concentrates were not enough to complete the calculated dry matter intake potential. Hence, four systems were compared, combining 2 feeding strategies and 2 genotypes: GFix-NZHF, GFix-NAHF, GMax-NZHF and GMax-NAHF. Each farmlet comprised 30 cows balanced for previous production, parity and expected calving date. Forty paddocks were utilized and 4 sets of 10 paddocks balanced for soil properties and distance to the milking parlour were randomly allocated to each farmlet. Stocking rate in terms of average liveweight per hectare was similar in all treatments at the beginning of the study. In terms of total forage harvest both GFix systems showed higher annual averages than the GMax systems, which was explained by the higher proportion of maize in the rotation, with a larger yield potential than pasture. The grazing component of the diet was 50% higher in the GMax treatments which was associated with longer average grazing time than in the GFix treatments (69% vs. 43%). In terms of genotypes, the NZHF systems appeared to show higher annual consumption per hectare of grazed pasture showing a probable more adaptive behaviour to grazing conditions. In terms of milk production per cow, NAHF systems showed higher milk production (either as volume or corrected by solids). However, in terms of milk production per hectare there was an apparent advantage of NZHF systems, although all systems were well above the study objective of 1,000 kg of milksolids/ha/year.

Keywords: Forage harvest; Feeding strategy; Grazing; Genotypes; Pasture-based systems.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, Y. M. 1991. Utilización de ensilajes, concentrados y pasturas para producción de leche. In: Restaino, E.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería intensiva. Montevideo, INIA. pp. 157 - 166 (Serie Técnica no. 15).
2. _____.; Karlen, H.; Villanueva, N.; Mieres, J. M.; La Manna, A. 2010. Intensificación: el rol de la alimentación. (en línea). In: Jornada Técnica de Lechería (2010, San José). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 55-62 (Actividades de Difusión no. 610). Consultado 17 jul. 2019. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/580/1/112761050810154918.pdf>
3. Ahlborn, G.; Dempfle, L. 1992. Genetic parameters for milk production and body size in New Zealand Holstein-Friesian and Jersey. *Livestock Production Science*. 31(3-4):205-219.
4. Artagaveytia, J. 2014. Costos y criterios para la planificación. Montevideo, Conaprole. 57 p.
5. Baudracco, J.; Lopez-Villalobos, N.; Holmes, C. W.; Macdonald, K. A. 2010. Effects of stocking rate, supplementation, genotype and their interactions on grazing dairy systems: a review. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 53(2):109-133.
6. Buckley, F.; Holmes, C.; Keane, M. G. 2005. Genetics characteristics required in dairy and beef cattle for temperate grazing systems. In: Murphy, J. J. ed. Utilisation of grazed grass in temperate animal systems. Cork, Wageningen Academic. pp. 61-104.
7. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio ES. 464 p.
8. Chilibroste, P. 2014. Proyecto producción competitiva. Montevideo, CONAPROLE. 31 p.
9. _____. 2015a. Carga o productividad Individual? Pasto o concentrado?: mitos y realidades en la intensificación de los

sistemas de producción de leche en Uruguay. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (43^{as}., 2015, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 158-162.

10. _____. 2015b. Los sistemas lecheros en escenario de bajo precio. In: Foro de Producción Lechera (2^o., 2015, San José). Materiales técnicos. Montevideo, CONAPROLE. s.p.
11. _____. 2017. Productividad y costos: base competitiva de los sistemas de producción de leche en Uruguay. In: Foro de Producción Lechera (3^o., 2017, Montevideo). Construyendo competitividad. Montevideo, CONAPROLE. s.p.
12. _____.; Fariña, S. 2018. Lechería uruguaya: el desafío de una intensificación sostenible y competitiva. In: Foro INALE 2018 (5^o., 2018, Montevideo). Tendencias y desafíos de la lechería mundial. Montevideo, INALE. s.p.
13. CONAPROLE (Cooperativa Nacional de Productores de Leche, UY). 2017. El pasto en el tambo. (en línea). CONAPROLE. Ficha técnica no. 12. 19 p. Consultado 28 mar. 2020. Disponible en <http://www.eleche.com.uy/files/el-pasto-en-el-tambo?es>
14. DairyNZ; LIC (Dairy New Zealand, NZ; Livestock Improvement Corporation, NZ). 2017. New Zealand Dairy Statistics 2016-17. (en línea). Hamilton, DairyNZ. 52 p. Consultado 24 abr. 2020. Disponible en <https://www.dairynz.co.nz/publications/dairy-industry/new-zealand-dairy-statistics-2016-17/>
15. Dale, A. J.; Laidlaw, A. S.; McGettrick, S.; Gordon, A.; Ferris, C. P. 2018. The effect of grazing intensity on the performance of highyielding dairy cows. Grass Forage Science. 73(3):798-810.
16. Durán, H. 1991. Investigación aplicada en lechería. In: Restaino, E.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería intensiva. Montevideo, INIA. pp. 145-155 (Serie Técnica no. 15).
17. Edmonson, A. J.; Lean, I. J.; Weaver, L. D.; Farver, T.; Webster, G. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. Journal of Dairy Science. 72(1):68-78.

18. Eloy, G. B. 2010. Sistemas confinados vs. pastoriles, ventajas y desventajas. Santa Fe, INTA. 4 p. (Serie Técnica no. 8).
19. Fajardo, M.; Mattiauda, D. A.; Motta, G.; Genro, T. C.; Meikle, A.; Carriquiry, M.; Chilbroste, P. 2015. Use of mixed rations with different Access time to pastureland on productive responses of early lactation Holstein cow. *Livestock Science*. 181:51-57.
20. Fariña, S. R.; García, S. C.; Fulkerson, W. J.; Barchia, I. M. 2011. Pasture-based dairy farm systems increasing milk production through stocking rate or milk yield per cow: pasture and animal responses. *Grass and Forage Science*. 66(3):316-332.
21. _____.; Tuñón, G.; Pla, M.; Martínez, R. 2017. Sistema de pastoreo La Estanzuela: guía práctica para la implementación de pastoreo. Montevideo, Uruguay, INIA. 24 p. (Boletín de Divulgación no. 115).
22. _____. 2019. Resultados preliminares del proyecto 10-MIL. In: Jornada Técnica Lechera (2019, Colonia). Costos de producción: ¿cómo generar ingresos en el actual escenario de precios? Montevideo, INIA. s.p.
23. Fulkerson, W. J.; Davison, T. M.; Garcia, S. C.; Hough, G.; Goddard, M. E.; Dobos, R.; Blockey, M. 2008. Holstein-Friesian Dairy Cows Under a Predominantly Grazing System: interaction Between Genotype and Environment. *Journal Dairy Science*. 91(1):826-839.
24. Galli, J. R.; Cangiano, C. A.; Fernández, H. H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. (en línea). *Revista Argentina de Producción Animal*. 16 (supl. 2):1-10. Consultado 5 dic. 2020. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/15-ingestivo_y_consumo_bovinos.pdf
25. Giúdice, G. 2016. ¿Cómo se comportan los sistemas de producción Uruguayos?. In: Foro INALE 2016 (3^o., 2016, Montevideo). Tendencias y desafíos de la lechería mundial. Montevideo, INALE. s.p.
26. González, H.; Magofke, J. s.f. Comportamiento de diferentes líneas de ganado Holstein en sistemas de producción basados en pastoreo. (en línea). Santiago de Chile, Universidad de Chile. 11 p. Consultado abr. 2018. Disponible en

http://www.uchile.cl/documentos/comportamiento-de-diferentes-lineas-de-ganado-holstein-en-sistemas-pastoriles-de-produccion-de-leche_58311_6.pdf

27. Hanrahan, L.; Mchugh, N.; Hennessy, T.; Moran, B.; Kearney, R.; Wallace, M.; Shalloo, L. 2018. Factors associated with profitability in pasture-based systems of milk production. *Journal of Dairy Science*. 101(6):5474-5485.
28. Harris, B. L.; Kolver, E. S. 2001. Review of Holsteinization on Intensive Pastoral Dairy Farming in New Zealand. *Journal Dairy Science*. 84(1):56-61.
29. Hernández, A. 2017. Lechería: una cadena que no para y tiene cómo crecer. *Revista Plan Agropecuario*. no. 164:68-71.
30. IDF (International Dairy Federation). 2000. Whole milk - Determination of milk fat, protein and lactose content - Guidance for the operation of mid-infrared instruments. IDF Standard No 141C. Brussels, Belgium. 12 p.
31. INALE (Instituto Nacional de la Leche, UY). 2014. Encuesta lechera INALE 2014, resultados preliminares. Montevideo. 46 p.
32. INIA; INASE (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY; Instituto Nacional de Semillas, UY). 2018. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras anuales, bianuales y perennes, período 2018. Montevideo, INIA. 89 p.
33. _____. GRAS (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Unidad de Agro-clima y Sistema de Información, UY). 2019. Mapas de precipitación acumulada y temperaturas medias °C (24 hs). (en línea). Montevideo. s.p. Consultado dic. 2019. Disponible en <http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico>
34. Laborde, D.; García, J. G.; Holmes, C. W. 1998. Herbage intake, grazing behaviour and feed conversion efficiency of lactating Holstein-Friesian cows that differ genetically for live weight. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 58:128-131.

35. _____. 2012. ¿Qué resultados productivos y reproductivos podemos esperar de distintas estrategias de cruzamiento en ganado lechero? La experiencia en un establecimiento lechero comercial en Uruguay. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (40^{as}., 2012, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 43-54.
36. McCarthy, S.; Horan, B.; Rath, M.; Linnane, M.; Connor, P. O.; Dillon, P. 2007. The influence of strain of Holstein-Friesian dairy cow and pasture-based feeding system on grazing behaviour, intake and milk production. *Grass and Forage Science*. 62(1):13-26.
37. Macdonald, K.; Verkerk, A.; Thorrold, B.; Pryce, J.; Penno, W.; McNaughton, L.; Burton, L.; Lancaster, J.; Williamson, J.; Holmes, C. 2008. A comparison of three strains of Holstein-Friesian grazed on pasture and managed under different feed allowances. *Journal of Dairy Science*. 91(4):1693-1707.
38. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones estadísticas Agropecuarias, UY). 2017. Anuario estadístico agropecuario 2017. Montevideo. 214 p.
39. _____. _____. 2018. Estadísticas de sector lácteo 2017. Montevideo, MGAP. 39 p. (Serie Trabajos Especiales no. 354).
40. Motta, G. P. 2010. Estado corporal al parto provocado, influencia sobre variables productivas y comportamiento ingestivo en vacas Holstein. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 76 p.
41. Ojeda, J. J.; Caviglia, O. P.; Agnusdei, M. G.; Errecart, P. M. 2018. Forage yield, water-and solar radiation-productivities of perennial pastures and annual crops sequences in the south-eastern Pampas of Argentina. *Field Crops Research*. 221(1):19-31.
42. Rabobank. 2016. Annual Report 2016. (en línea). Utrecht, Netherlands, Rabobank, Communications & Corporate Affairs. 399 p. Consultado 20 oct. 2018. Disponible en: <https://www.rabobank.com/en/images/annual-report-2016.pdf>
43. Roche, J. R.; Berry D. P.; Kolver E. S. 2006. Holstein-Friesian Strain and Feed Effects on Milk Production, Body Weight, and Body Condition Score Profiles in Grazing Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 89(1):3532-3543

44. Sheahan, A. J.; Kolver, E. S.; Roche, J. R. 2011. Genetic strain and diet effects on grazing behavior, pasture intake, and milk production. *Journal Dairy Science*. 94(7):3583-3591.
45. VandeHaar, M. J.; Armentano, L. E.; Weigel, K., Spurlock, D. M.; Tempelman, R. J.; Veerkamp, R. 2016. Harnessing the genetics of the modern dairy cow to continue improvements in feed efficiency. *Journal of Dairy Science*. 99(6):4941-4954.