

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTUDIO DE LA SELECTIVIDAD DE ESTRATOS Y
COMPORTAMIENTO A NIVEL DE ESTACIÓN DE ALIMENTACIÓN EN
VACAS PURA Y CRUZA A DIFERENTES OFERTAS DE FORRAJE EN
PASTOREO DE CAMPO NATURAL

por

Juan Francisco GODAY ABOY

Trabajo final de grado
presentado como uno
de los requisitos para
obtener el título de
Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO
URUGUAY
2023

Trabajo final de grado aprobado por:

Directores: -----
Ing. Agr. (MSc) Martín Do Carmo

Ing. Agr. (PhD) Pablo Soca

Tribunal: -----
Ing. Agr. Agustina Rivoir

Zootecnista (MSc) Gabriel Menegazzi

Ing. Agr. (MSc) Ignacio Paparamborda

Fecha: 15 de mayo de 2023

Estudiante -----
Juan Francisco GODAY ABOY

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y amigos, por el apoyo brindado durante la carrera.

A Pablo Soca, Martín Do Carmo y Martín Claramunt por permitirme realizar mi trabajo final de grado con ellos, y por el apoyo y conocimiento brindado durante la realización del mismo.

A los estudiantes de maestría Juan Garrido, Bruna Abib y Agustina Rivoir por su ayuda en la realización del trabajo de campo, y su disposición a ayudarme en las etapas posteriores de la tesis.

A la Estación Experimental “Prof. Bernardo Rossengurt” por brindarme el área experimental para llevar a cabo mi tesis de grado.

A los funcionarios de la Estación Experimental “Prof. Bernardo Rossengurt” por su contribución a la realización de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VI
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS GENERALES	2
1.1.1. Objetivos específicos	3
1.2. HIPÓTESIS	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. EFECTO DE LA OFERTA DE FORRAJE SOBRE LA ESTRUCTURA DEL CAMPO NATURAL	4
2.2. COMPORTAMIENTO EN PASTOREO	7
2.2.1. Selección de sitio de alimentación	9
2.2.2. Comportamiento a nivel de estación de alimentación	21
2.2.3. Selección de dieta	31
2.2.4. Modelo conceptual del consumo de energía	39
3. MATERIALES Y MÉTODOS	42
3.1. SITIO EXPERIMENTAL	42
3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS	42
3.3. MEDICIONES	44
3.3.1. Pastura	44
3.3.2. Animales	45
3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	48
4. RESULTADOS	49
4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA	49
4.1.1. Temperatura	49
4.1.2. Precipitaciones	50
4.2. ESTRUCTURA DE FORRAJE	51
4.3. COMPORTAMIENTO Y SELECCIÓN A NIVEL DE ESTACIÓN DE ALIMENTACIÓN	52
4.4. CONSUMO DE ENERGÍA Y CONDICIÓN CORPORAL	53

4.5. CORRELACIONES ENTRE VARIABLES DE COMPORTAMIENTO INGESTIVO.....	53
4.6. RELACIÓN ENTRE VARIABLES DE ESTRUCTURA DE FORRAJE, COMPORTAMIENTO Y CONSUMO DE ENERGÍA.....	55
5. DISCUSIÓN.....	57
5.1. REFLEXIONES FINALES.....	63
6. CONCLUSIONES	66
7. RESUMEN.....	67
8. SUMMARY	68
9. BIBLIOGRAFÍA.....	69
10. ANEXO	83

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro N°	Página
Cuadro 1. Efecto de la intensidad de pastoreo sobre la distribución de los animales en la pastura, distribución en relación a la pendiente, distancia al agua, área explorada y distancia recorrida.	12
Cuadro 2. Efecto del G sobre la distribución de los animales en la pastura, distancia recorrida, distribución en relación a pendiente, elevación, distancia al agua y área explorada.....	16
Cuadro 3. Resumen de estudios sobre el efecto de la intensidad de pastoreo sobre el número de EA/min, pasos entre EA, bocados/EA, consumo y tasa de consumo.	24
Cuadro 4. Efecto de la intensidad de pastoreo sobre el consumo de parches de estrato alto y estrato bajo, y sobre la selectividad hacia estos.....	35
Cuadro 5. Peso vivo y condición corporal al inicio del período de muestreo para otoño e invierno.	46
Cuadro 6. Efecto de la OF y E sobre la estructura de la pastura.....	51
Cuadro 7. Efecto de la OF, G y E sobre variables de comportamiento animal.	52
Cuadro 8. Efecto de la OF, G y E sobre el consumo de energía y condición corporal.....	53
Figura N°	Página
Figura 1. Efecto de la OF sobre la masa de forraje y altura del estrato bajo. 5	5
Figura 2. Efecto de la OF sobre el porcentaje de área ocupada por maciegas (línea cortada y triángulos) y producción de carne/ha (línea entera y cuadrados).	6
Figura 3. Modelo esquemático de jerarquía de pastoreo.....	8
Figura 4. Jerarquía de necesidades fisiológicas y comportamentales que afectan los patrones de uso del paisaje por parte de grandes herbívoros.....	9
Figura 5. Estación de alimentación.	32
Figura 6. Modelo conceptual del consumo de energía.	41
Figura 7. Factores y niveles involucrados en el experimento.....	42
Figura 8. Unidades experimentales con sus respectivos tratamientos.	43
Figura 9. Registro de temperaturas medias en (°C) para el año 2021, comparadas con la media histórica 1980-2009.....	50
Figura 10. Registro de precipitaciones acumuladas mensuales (mm) en el período Marzo-Agosto de 2021, comparadas con las precipitaciones medias acumuladas mensuales durante este período en la serie 1980-2009.....	51
Figura 11. Relación entre variables de comportamiento ingestivo.....	54
Figura 12. EA/min en función de la masa de forraje verde.	56

1. INTRODUCCIÓN

La cría vacuna uruguaya desarrollada sobre campo natural históricamente se ha caracterizado por bajos porcentajes de destete, asociado principalmente a un bajo consumo de energía durante el período otoño-invierno, lo cual determina una baja condición corporal (CC) al parto. A nivel nacional se han determinado relaciones positivas entre la CC y el porcentaje de preñez, y se establecieron niveles críticos de 4 y 4,5 para vacas multíparas y primíparas respectivamente.

A nivel nacional se ha determinado que aumentos en la oferta de forraje (OF) de 3 kgMS/kgPV a valores de 5 kgMS/kgPV promedio anual determinan aumentos en el consumo de energía por parte de la vaca de cría, lo cual repercute en mayor CC al parto, % de preñez y eficiencia en el uso de la energía. Por otro lado, se identificó que vacas cruza (CR) Hereford x Angus (F1) presentan mayor CC al parto, a pesar de haber realizado un menor consumo de energía durante invierno que los animales puros (PU). También presentaron mayor % de preñez y eficiencia en el uso de la energía en relación a los animales puros. Ante los resultados obtenidos acerca del efecto de la OF y el genotipo (G) sobre la productividad de vacas de cría en campo natural, y la ausencia de trabajos que cuantifiquen el efecto de OF mayores, se decidió estudiar el efecto que tendría aumentar la OF de 5 kgMS/kgPV a 8 kgMS/kgPV, y si el G posee el mismo efecto que presentó a bajas OF.

En Campos pastoreados con animales de recría en Brasil se ha reportado una respuesta cuadrática en la performance animal al aumentar OF, con la máxima performance ubicada entre 12,5 kgMS/100kgPV/día y 14,5 kgMS/100kgPV/día. Se ha reportado que al aumentar la OF se da un aumento en la masa y altura de forraje del estrato bajo, y en el área del potrero cubierta por el estrato alto, compuesto por *Andropogon lateralis*, *Aristida jubata*, *Aristida leavis*, *Schizachyryum microstachyum*, *Eryngium horridum* y *Vernonathura nudiflora*. En los valores de OF óptimos mencionados previamente, animales de recría maximizarían el consumo de energía, y por lo tanto su performance, ya que el aumento en masa y altura de forraje del estrato bajo permitiría mejoras en el comportamiento ingestivo a varios niveles (bocado, estación de alimentación, tiempo de pastoreo, tiempo de rumia, etc), y el porcentaje de área cubierta por el estrato alto aún no llegaría a valores que afecten el proceso de pastoreo y por lo tanto el consumo de energía. Sin embargo, valores de OF superiores a los mencionados podrían determinar aumentos en el área cubierta por el estrato alto por encima del 35-40%, lo cual afectaría negativamente al proceso de pastoreo.

En ambientes tan heterogéneos como Campos, el estudio del consumo de forraje no debería ser abordado a través de la relación entre la

tasa de consumo y el tiempo de pastoreo, sino que debería abordarse a través del estudio del pastoreo como un proceso que ocurren a múltiples escalas espacio-temporales. En este sentido, se ha determinado que el comportamiento a escala de estación de alimentación (EA) y la selección de dieta a esta escala tienen un fuerte impacto sobre el consumo de forraje. Mayormente se ha reportado que un menor número de EA/min y un mayor número de pasos/EA estarían relacionados con un mayor consumo de forraje y selectividad. Sin embargo, a altas OF, una caída en el consumo de forraje no se asociaría a un mayor número de EA y un menor número de pasos en relación a la OF óptima, sino, principalmente a un incremento en la visita a EA con estrato alto. A nivel de selección de dieta, en animales de recría, se ha determinado que los mayores consumos de energía son logrados con consumos de estrato alto en torno al 26% de la dieta ingerida durante la primavera (Azambuja, 2019). Consumos mayores de estrato alto limitaron el consumo de energía.

En cuanto al genotipo, a nivel nacional (Do Carmo et al., 2021), se ha determinado que durante gestación media y tardía, las vacas CR realizan un menor consumo de forraje que las vacas PU, lo cual en conjunto con un mayor nivel productivo determina una mayor eficiencia en la utilización del forraje por parte de las vacas CR. Sin embargo, aún son necesarios trabajos que identifiquen cuales son los mecanismos comportamentales que determinan este menor consumo de forraje, y si estas diferencias en consumo se observan también a mayores OF, como las de este experimento. Además, son necesarios trabajos que estudien la composición de la dieta en función del genotipo, de forma de avanzar en el conocimiento del valor nutritivo de la dieta que ingieren los diferentes genotipos, para determinar diferencias en la eficiencia de uso de la energía entre los mismos.

Al trabajar con vacas de cría a mayores OF (8kgMS/kgPV) y con diferentes grupos genéticos, se plantea la necesidad de estudios que determinen los posibles efectos que causan el aumento en la OF y el uso de cruzamientos sobre el proceso de pastoreo a nivel de EA y consumo de estrato alto, y como estos afectan en última instancia al consumo de energía.

1.1. OBJETIVOS GENERALES

Estudiar el efecto del grupo genético de la vaca y la oferta de forraje sobre el comportamiento y selectividad a nivel de estación de alimentación, y el consumo de energía diario en gestación media y tardía.

1.1.1. Objetivos específicos

Estudiar como la oferta de forraje y el genotipo afectan el comportamiento en pastoreo a nivel de estación de alimentación y selectividad.

Estudiar como el comportamiento a nivel de estación de alimentación se relaciona con el consumo de energía diario.

1.2. HIPÓTESIS

El consumo diario de energía se encuentra relacionado con el comportamiento y la selectividad a nivel de estación de alimentación, las cuales se encuentran afectadas por la oferta de forraje y el grupo genético de la vaca.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. EFECTO DE LA OFERTA DE FORRAJE SOBRE LA ESTRUCTURA DEL CAMPO NATURAL

La estructura de la vegetación en un momento dado es reflejo de factores locales, tales como disponibilidad de nutrientes, tipo de suelo, posición topográfica, entre otros, y además, también es modelada por el pastoreo y otros factores antrópicos como la fertilización y la quema. Los primeros factores son los encargados de definir la vegetación potencial y la estructura que se podría desarrollar en el lugar, mientras que los segundos son los que determinan la estructura y vegetación actual (Carvalho et al., 2007).

Con respecto al pastoreo, se ha demostrado que la OF en Campo natural afecta la estructura de la pastura. Los resultados de Moojen y Maraschin (2002) demuestran que al incrementar la OF entre 4 kgMS/100kgPV/día y 16 kgMS/100kgPV/día, la masa de forraje aumenta en forma lineal desde valores cercanos a 600 kgMS/ha hasta valores cercanos a 2200 kgMS/ha. Junto con este aumento en la masa de forraje, también aumenta linealmente la masa de forraje senescente y disminuyen en igual forma la digestibilidad y la concentración de proteína bruta del mismo. A su vez, de acuerdo con Santos (2007), al aumentar la OF entre 4 y 16 kgMS/100kgPV/día, aumentan la altura y masa de forraje del estrato bajo (Figura 1). Tal aumento en masa de forraje y altura del estrato bajo al aumentar la OF es acompañado por un aumento en el porcentaje de sitios de alimentación con alturas (7-12 cm) y masas de forraje (1400-2500 kgMS/ha) no limitantes para el consumo animal, al aumentar la OF entre 4 kgMS/100kgPV/día y 16 kgMS/100kgPV/día. Los cambios en la estructura de la pastura mencionados previamente al aumentar la OF determinan cambios en el proceso de pastoreo (Gonçalves, 2009, Da Trindade et al., 2012, Mezzalira et al., 2012b, Mezzalira et al., 2013), en el consumo de forraje (Da Trindade et al., 2016), y en la performance de vacunos en crecimiento (Moojen y Maraschin, 2002).

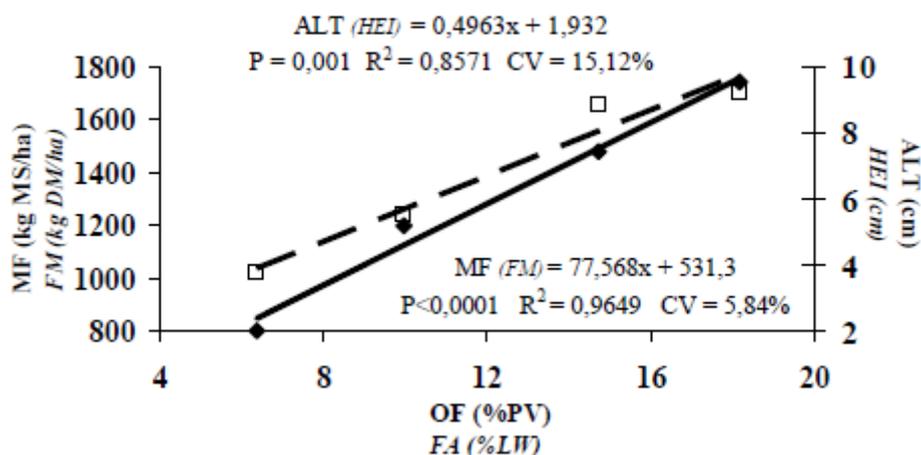


Figura 1. Efecto de la OF sobre la masa de forraje y altura del estrato bajo.
Fuente: tomado de Santos (2007).

Sin embargo, a pesar de la mejora en condiciones estructurales del estrato bajo al aumentar la OF de 4 a 16 kgMS/100kgPV/día, se observó una respuesta cuadrática en la performance animal (kg/día), con la máxima performance ubicada entre 12,5 kgMS/100kgPV/día y 14,5 kgMS/100kgPV/día (Carvalho et al., 2007). Al aumentar la OF, se da un aumento en el área ocupada por parches estrato alto, de maciegas formadas por las siguientes especies: *Andropogon lateralis*, *Aristida jubata*, *Aristida leavis*, *Schizachyrium microstachyum*, *Eryngium horridum* y *Vernonathura nudiflora* (Carvalho et al., 2007, Nabinger et al., 2011, Mezzalira et al., 2012a, Pinto et al., 2019), y al llegar a valores cercanos a 35-40% de área ocupada se ve afectado el proceso de ingestión de forraje, explicándose así la reducción en la performance animal, que determinaría caídas en la producción de carne por hectárea (Figura 2) (Nabinger et al., 2011, Bremm et al., 2012, Mezzalira et al., 2013). De acuerdo con Quadros, citado por Carvalho et al. (2007), el aumento en el área ocupada por maciegas al aumentar la OF está dado por un aumento en la frecuencia de especies con estrategia de conservación de recursos, es decir, baja área foliar efectiva, alto contenido de materia seca y gran vida media foliar. Las especies con estas características pertenecen a los Grupos Funcionales (GF) C y D, lo cuales se caracterizan por presentar baja digestibilidad y concentración de nitrógeno. Según Carvalho et al. (2007), la mayoría de estas especies son formadoras de maciegas y presentan baja preferencia.

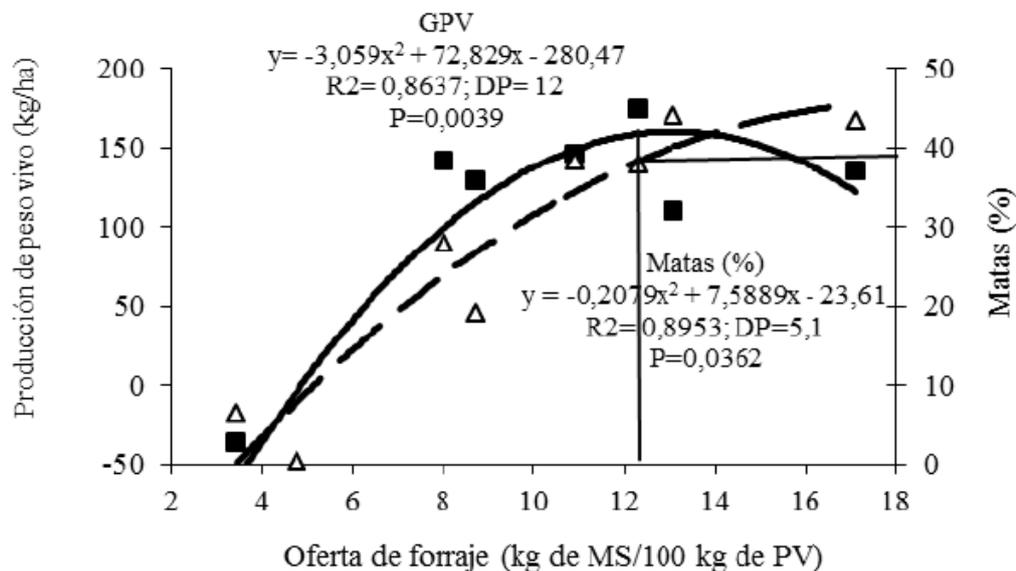


Figura 2. Efecto de la OF sobre el porcentaje de área ocupada por maciegas (línea cortada y triángulos) y producción de carne/ha (línea entera y cuadrados).

Fuente: tomado de Nabinger et al. (2011).

Por otro lado, se observó que variaciones en la OF a lo largo del año generan variaciones en la estructura de la pastura. Al mantener OF de 12 kgMS/100kgPV/día todo el año y reducir a 8 kgMS/100kgPV/día en primavera, se reportaron mejoras en la estructura de la pastura en relación a la OF fija de 12 kgMS/100kgPV/día todo el año. Neves et al. (2009) reportaron una reducción en el área ocupada por maciegas por dicho tratamiento, a niveles similares a los de la OF fija de 8 kgMS/100kgPV/día (23%). Además, Carvalho et al. (2007) reportaron que este manejo de la OF generó un incremento en la frecuencia de sitios no limitantes para el consumo, con respecto a la OF fija de 12 kgMS/100kgPV/día.

Los resultados obtenidos a nivel nacional muestran resultados similares a los presentados anteriormente para el ámbito internacional. Do Carmo (2013) observó que al aumentar la OF de 3 kgMS/kgPV a 5 kgMS/kgPV (12 kgMS/100 kgPV/día equivalen aproximadamente a 3,36 kgMS/kgPV), la masa de forraje promedio del experimento aumentó desde 1140 kgMS/ha hasta 1860 kgMS/ha. En dicho experimento también se observó un aumento en la altura promedio del forraje, que pasó de 3,5 cm en la OF baja a 5,4 cm en la OF alta. Trabajando con OF mayores durante otoño, invierno y primavera (5 kgMS/kgPV y 8 kgMS/kgPV), Caram (2019) observó aumentos desde 1561 kgMS/ha en la OF baja, hasta 2168 kgMS/ha en la mayor OF. Durante verano, otoño e invierno, Machado (2020) trabajando con las mismas OF observó una mayor masa de forraje promedio en alta OF respecto a baja OF (3094

kgMS/ha vs 1826 kgMS/ha), así como también un aumento en la altura del forraje (7,5 cm vs 5,5 cm).

En cuanto a la estructura horizontal (cobertura de matas) también se han observado tendencias similares a las observadas en los experimentos citados previamente. Casalás (2019), estudiando la estructura del campo natural bajo dos ofertas de forraje, 8 kgMS/kgPV y 5 kgMS/kgPV, encontró que frente a la alta OF hubo una mayor presencia de parches con mayor altura y cantidad de materia seca, los cuales a su vez presentaron una mayor estabilidad en el período otoño-primavera. En cuanto a la evolución temporal de la estructura, durante invierno, debido a la utilización de bajas OF en esta estación (4 kgMS/kgPV para AOF y BOF) y a una menor tasa de crecimiento de la pastura, se redujo la doble estructura mencionada anteriormente. En lo que refiere a la composición de este estrato alto, Caram (2019), trabajando en la EEER, encontró que el grupo funcional D estaba representado por matas de gran biomasa, siendo *Nassella charruana* la principal especie que representó a este grupo, y por lo tanto quien fue la principal especie representante del estrato alto en la pastura. Esto demuestra que existen diferencias en la composición del estrato alto entre los experimentos realizados en Brasil y los citados para EEER, ya que en los primeros el estrato alto se compone por especies de ciclo estival, mientras que en EEER se compuso principalmente por una especie de ciclo invernal.

2.2. COMPORTAMIENTO EN PASTOREO

Cuando pastorean, los herbívoros se enfrentan a un ambiente heterogéneo en espacio y tiempo a diversas escalas. Por lo cual, durante el pastoreo, previo a seleccionar una planta para consumir, el animal debió seleccionar un área del paisaje, dentro de la cual debió optar por un área específica dentro de una determinada comunidad de plantas (Stuth, 1991). Debido a esto, de acuerdo con Senft et al. (1987), Bailey et al. (1996) y Kondo (2011), el estudio del comportamiento animal en pastoreo debe abordarse mediante una jerarquía espacio-temporal (Figura 3), en la cual, las escalas se diferencian entre sí de acuerdo a comportamientos característicos que ocurren en cada escala.

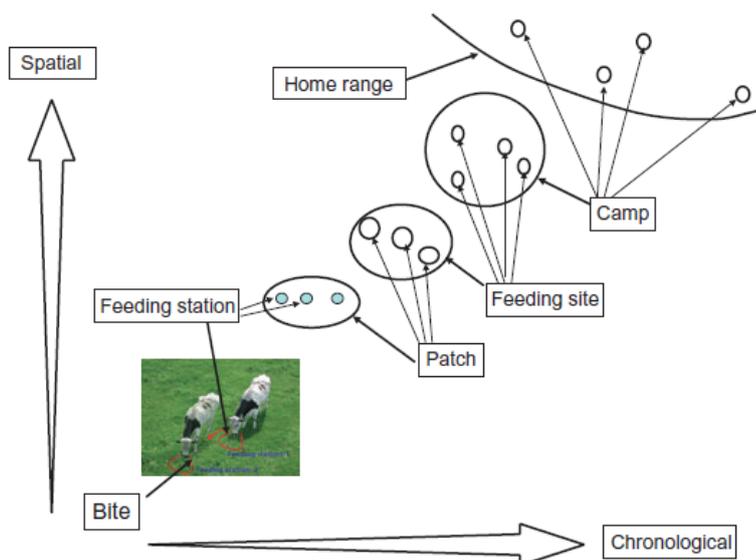


Figura 3. Modelo esquemático de jerarquía de pastoreo.

Fuente: tomado de Kondo (2011).

El nivel inferior de la escala es el bocado, y se define como una secuencia de prehensión, movimientos de mandíbula y lengua, y cese de movimiento de la cabeza (Bailey et al., 1996). La EA, de acuerdo con Novellie (1978), es el área accesible para un animal pastoreando, sin mover sus patas delanteras. Según Bailey et al. (1996), un parche es un conjunto de EA separadas de otras por un cese en la secuencia de pastoreo cuando los animales se reorientan a otra ubicación. Según los mismos autores, un sitio de alimentación es un conjunto de parches ubicados en un área contigua, que el animal pastorea durante una sesión de pastoreo. Un campo de pastoreo es un agregado de sitios de alimentación que poseen un foco común, donde los animales beben, descansan o buscan refugio (Bailey et al., 1996).

Las decisiones tomadas en los niveles superiores de la escala tienen potencialmente mayor impacto en el proceso de pastoreo que las tomadas en los niveles menores, ya que estas ocurren con menor frecuencia y restringen las decisiones tomadas en escalas menores. Sin embargo, los herbívoros utilizarían la información obtenida en los niveles inferiores de la escala jerárquica para evaluar y tomar decisiones en los niveles mayores (Bailey et al., 1996).

2.2.1. Selección de sitio de alimentación

A continuación, se realiza una breve revisión de los factores que afectan la distribución espacial de los animales en pastoreo para los niveles intermedios de la escala jerárquica (sitio de alimentación y parche), para luego analizar cómo afectan la intensidad de pastoreo y el grupo genético.

La distribución de los animales en pastoreo es determinada por factores bióticos y abióticos (Bailey et al., 1996, Bailey y Provenza, 2008). De acuerdo con Stuth (1991), los ungulados presentan una jerarquía de necesidades fisiológicas (Figura 4), en la cual el balance de hídrico del animal y el balance térmico son de mayor importancia para este que la actividad de pastoreo, lo cual afecta la probabilidad de que los distintos sitios de la pastura sean visitados. En coincidencia con lo anterior, Senft et al. (1987), Bailey et al. (1996) y Bailey y Provenza (2008) reportaron que los factores abióticos actúan como restricciones dentro de las que operan los factores bióticos. La consecuencia de esto es que los animales no necesariamente van a pastorear en los sitios que mejor satisfagan sus requerimientos nutricionales (Stuth, 1991).

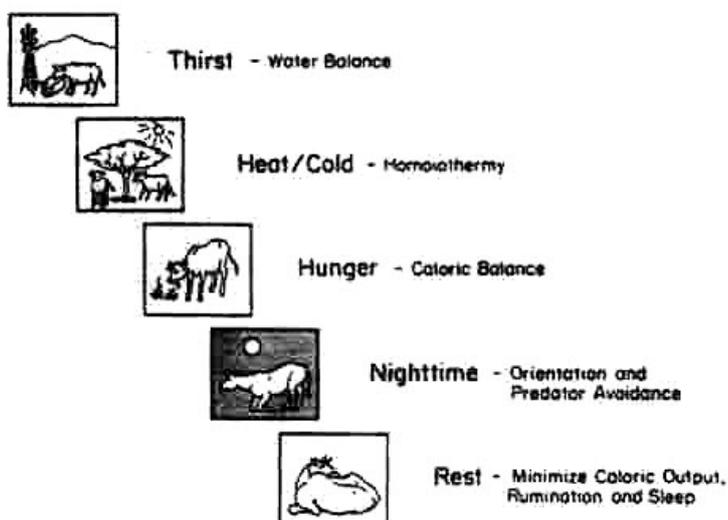


Figura 4. Jerarquía de necesidades fisiológicas y comportamentales que afectan los patrones de uso del paisaje por parte de grandes herbívoros.

Fuente: tomado de Stuth (1991).

Según Rivero et al. (2021), la ubicación del agua es el factor que por sí solo afecta más significativamente la distribución de los animales en la parcela. En relación con lo anterior, Gillen et al. (1984) reportaron que en pastoreo continuo el ganado prefirió áreas a menos de 200 m del agua, y evitó áreas a más de 600 m del agua. A su vez, estos autores mencionan que el ganado evita pendientes mayores a 20%, demostrando la importancia de este

factor en la distribución de los animales. En cuanto a la sombra, Rivero et al. (2021) en su revisión acerca de los factores que determinan la distribución de los animales en pastoreo, concluyen que la misma tiene una mayor influencia durante el verano, dado que los animales la usan para evitar el stress calórico, lo que los lleva a realizar cortas sesiones de pastoreo en las cercanías de los sitios con sombra. Estos mismos autores mencionan también que la preferencia por sitios cercanos al agua también varía de acuerdo a la temperatura, lo cual resalta la importancia de las condiciones ambientales como determinante de la distribución de los animales en la pastura. En cuanto al efecto del abrigo sobre el comportamiento de los animales, en la misma revisión mencionada previamente se concluye que los animales evitan las áreas abiertas cuando se presentan condiciones frías y/o lluviosas.

En cuanto a los factores bióticos, según Senft et al. (1987), la preferencia relativa por una comunidad de plantas es una función lineal de la abundancia y/o valor nutritivo de las especies allí presentes (“matching”), aunque factores abióticos como el agua y la topografía pueden hacer variar este patrón, causando sobre o sub-pastoreo. En general, para la selección del sitio de alimentación, el valor nutritivo toma mayor relevancia que la cantidad, guiándose así la selección por la concentración energética o digestibilidad del forraje (Walis de Vries y Daleboudt, 1994), la concentración de proteína (Bailey, 1995, Hirata et al., 2012), o por varias características en conjunto (Ganskopp y Bohnert, 2008). Dada la relación negativa que existe entre la digestibilidad y la concentración de nitrógeno con la masa de forraje durante la mayor parte del año (Hirata et al., 2007, Lemaire y Belanger, 2020), al seleccionar los sitios o comunidades vegetales de mayor valor nutritivo, el pastoreo se centra principalmente en los parches bajos de la pastura. Según Walis de Vries y Daleboudt (1994) este comportamiento se podría asociar a que los animales no buscan maximizar la ingesta instantánea de nutrientes, sino que buscan maximizar el consumo diario de los mismos, lo cual puede lograrse seleccionando los sitios de mayor digestibilidad mediante una reducción en el llenado ruminal. Resultados obtenidos por Distel et al. (1995) demuestran que los animales priorizan forrajear en parches de mayor altura y densidad de forraje, con el objetivo de maximizar la tasa instantánea de consumo cuando la heterogeneidad entre parches se explica por diferencias en altura y densidad, pero no por diferencias en valor nutritivo. Además, los vacunos mostrarían preferencia por los sitios de mayor altura, cuando los sitios bajos presentan limitantes para el consumo, aunque los sitios altos presenten menor valor nutritivo (Dumont et al., 1995a, Dumont et al., 1995b).

Si bien, según se desarrolló previamente, hay selectividad por los sitios de alimentación, los herbívoros también destinan tiempo a pastorear los sitios menos preferidos. Según Bailey y Provenza (2008), esto puede explicarse por la teoría de saciedad (Provenza, 1995). Esta teoría indica que

el animal selecciona una dieta variada, integrando las características sensoriales del alimento con sus efectos postingestivos, de manera de consumir una dieta balanceada en nutrientes, la cual satisfaga sus requerimientos y minimice la probabilidad de intoxicación. Del mismo modo, según Bailey y Provenza (2008), el animal podría saciarse del sitio de pastoreo o de un alimento allí presente, por exceso, déficit, o desbalance de nutrientes en relación a sus necesidades. Además, la memoria de los animales acerca de los sitios visitados previamente cae con el tiempo, lo que lleva a que vuelvan a tener probabilidad de ser visitados por los mismos, a pesar de que de que el valor de estos para el animal sea inferior al promedio de sitios de alimentación (Bailey et al., 1996). Por otro lado, el pastoreo en sitios de alimentación menos preferidos podría asociarse además a fallas en la discriminación entre estos (Bailey et al., 1996), a la cercanía a sitios que si son preferidos (Dumont et al., 2002) y a las decisiones tomadas a nivel de campo de pastoreo, ya que limitarían la elección del sitio de alimentación, debido a que el animal debería incurrir en grandes costos energéticos para viajar de un sitio de alimentación a otro si el mismo está distante del seleccionado previamente (Bailey et al., 1996).

2.2.1.1. Efecto de la intensidad de pastoreo sobre la selección de áreas de alimentación

En el Cuadro 1 se presenta un resumen de estudios que relacionan la intensidad de pastoreo con la distribución de los animales en relación a los atributos de la pastura y factores abióticos.

Cuadro 1. Efecto de la intensidad de pastoreo sobre la distribución de los animales en la pastura, distribución en relación a la pendiente, distancia al agua, área explorada y distancia recorrida.

Autor	Variables experimentales			Variables de respuesta				
	Ambiente	Animales	Tratamiento	Distribución de los animales en relación a atributos de pastura	Pendiente	Distancia al agua	Área explorada	Distancia recorrida
Schoenbaum et al. (2016)	Bosque de roble. Clima mediterráneo	Vacas de cría Baladi x Hereford (502 kg) (n=94)	0,55 vacas/ha (AC) vs 0,33 vacas/ha (MC)	Ciclo 1: AC Ga: eva Ba: Pre Bd: ind MC Ga: eva Ba: ind Bd: ind Ciclo 2: AC Ga: eva Ba: pre Bd: pre MC Ga: eva Ba: ind Bd: ind	Pastoreo en áreas de mayor pendiente en AC	Pastoreo 110 m más lejos en AC		
Hamidi et al. (2021)	Pastura semi-natural	Vacas Fleckvieh preñadas (n=27)	6cm 12cm 18cm	Más uniforme en 6cm				Mayor en 6cm y menor en 12 cm
Sawalhah et al. (2016)	Asociación de pastura (55%) y bosque (45%)	Vacas de cría Angus x Hereford (n=52)	1,94/AUM (moderada) vs 4,45 ha/AUM (baja)	Mayor evasión de bosque en baja (P<0,01)			Mayor área explorada en moderada (P<0,01)	Total: 6 km/d en moderada vs 5 km/d en baja
Hart et al. (1991)	Pastura natural	Ganado de carne (vacas, terneros, novillos, vaquillonas)	Moderada: 0,28 AUM/ha Baja: 0,17-0,18 AUM/ha Muy baja: 0,034 AUM/ha	Mayor uso de áreas menos preferidas en moderada	3,2 % en muy baja vs 5,2% en moderada	Moderada pastoreó a 0,53 km y muy baja a 0,27 km		

Peterson y Woolfolk (1955)	Pastura natural	Vacas Hereford y sus crías	Alta (1,9 acres/vaca/mes), moderada (2,5 acres/vaca/mes) y baja carga (3,2 acres/vaca/mes)	Más uniforme en alta carga				
Tomkins et al. (2009)	Asociación de árboles y pastura	Novillos Brahman	Alta carga (4 ha/450 kg PV) vs Baja carga (8 ha/450 kg PV)	Carga no afectó en la preferencia por áreas de pastoreo				Alta: 6,97 km/d Baja: 6,26 km/d (NS)
Dumont et al. (2007a)	Pastura natural en región montañosa	Novillos Charolais (n=45)	0,6; 1; 1,4 LU/ha	Mayor % de área pastoreada al aumentar la carga (P < 0,001)				

Referencias: AC= Carga alta, MC= Carga moderada, Ga= Garriga, Ba= Bosque abierto, Bd= Bosque denso, eva= evasión, pre= preferencia, ind= indiferencia, AUM= unidades ganaderas por mes, LU= unidades ganaderas (1 LU= 600 kgPV).

De acuerdo con Bailey et al. (1996) el valor que el animal percibe de un sitio de alimentación en relación al resto determina la probabilidad de que el mismo sea visitado, y depende de factores abióticos como la cercanía al agua y pendiente, y de factores bióticos como la masa de forraje y el valor nutritivo del mismo. Según este modelo, la selección de un sitio de alimentación se realiza comparando el valor de un sitio de alimentación con el valor promedio de los visitados en los últimos días, de modo que, a menor valor promedio, habría una mayor probabilidad de que más sitios de alimentación fuesen utilizados. Dicho valor promedio varía en función de la cantidad y calidad de forraje. Como se ha mencionado en el capítulo correspondiente al efecto de la OF sobre la estructura de la pastura, la intensidad de pastoreo afecta tanto la masa como el valor nutritivo del forraje, por lo cual modificaría la probabilidad de los diferentes sitios de alimentación de ser utilizados. Los resultados de los trabajos citados en el Cuadro 1 parecen confirmar esto, ya que en la mayoría de los casos, mayores intensidades de pastoreo, a través de su efecto sobre la estructura de la pastura determinaron una distribución más uniforme de los animales en la pastura, asociado a una mayor frecuencia de pastoreo en áreas menos preferidas en lo que respecta a atributos de la pastura y factores abióticos (Peterson y Woolfolk, 1955, Hart et al., 1991, Dumont et al., 2007a, Sawalhah et al., 2016, Schoenbaum et al., 2016, Hamidi et al., 2021).

En relación a los atributos de la pastura, como se mencionó previamente, el ganado prefiere pastorear en áreas donde el valor nutritivo de la pastura es mayor, lo cual en general coincide con parches de baja altura de la pastura. Hamidi et al. (2021) determinaron que un aumento en la intensidad de pastoreo reduce este comportamiento (pastoreo en parches previamente pastoreados), debido a que una menor masa de forraje obliga a los animales a realizar una mayor exploración de áreas de parches altos para satisfacer sus demandas nutricionales. Los resultados obtenidos por Dumont et al. (2007a), Hart et al. (1991) y Peterson y Woolfolk (1955), al igual que Hamidi et al. (2021) demuestran que al aumentar la intensidad de pastoreo se hace un uso más uniforme de la pastura.

En ambientes donde hay asociaciones de bosque y pastura, los resultados son similares a los que se dan en ambientes con ausencia de bosque. En este tipo de ambientes, una mayor intensidad de pastoreo determina una mayor preferencia por las áreas boscosas en relación a mayores OF (Sawalhah et al., 2016, Schoenbaum et al., 2016), y una mayor área explorada (Sawalhah et al., 2016). Los resultados de Schoenbaum et al. (2016) parecerían sugerir además, que la utilización de bajas OF obliga a los animales a pastorear más área, y forraje de menor valor nutritivo, aún en estaciones en las que el forraje de mayor valor nutritivo presenta su mayor crecimiento.

En el caso de Tomkins et al. (2009) no hubo efecto de la intensidad de pastoreo sobre la distribución de los animales en la pastura, ni sobre las distancias recorridas, lo cual podría deberse a condiciones de escasez de precipitaciones, que determinaron una baja cantidad de forraje, lo cual llevó a los animales a explorar grandes áreas de la pastura (85%) para mantener consumos adecuados. El hecho de que a pesar de que en la carga baja, la masa de forraje fue mayor que en la carga alta (965 kgMS/ha y 236 kgMS/ha respectivamente), no se hayan encontrado diferencias en la distribución de los animales en la pastura, ni en la distancia recorrida, podría indicar que luego de un valor crítico de masa de forraje, disminuciones de la misma no repercutirían en mayor exploración de la pastura.

En cuanto a los factores abióticos, el efecto del aumento en la intensidad de pastoreo es similar a lo que sucede con los factores bióticos. De acuerdo con Gillen et al. (1984), la preferencia del ganado por las áreas de la pastura se relaciona inversamente con el gradiente de pendiente. Los experimentos de Hart et al. (1991) y Schoenbaum et al. (2016) demuestran que al aumentar la intensidad de pastoreo, la probabilidad de que los animales pastoreen en sitios de mayores pendientes es más grande. Según Schoenbaum et al. (2016), el pastoreo en áreas de mayores pendientes se asoció principalmente a las estaciones de verano y otoño, donde la disponibilidad de forraje es menor, y por lo tanto el ganado debe explorar áreas inexploradas previamente.

Según Rivero et al. (2021), el agua es el factor que por si solo afecta más a la distribución de los animales en la pastura, pero de acuerdo con los resultados obtenidos por Hart et al. (1991) y Schoenbaum et al. (2016), la intensidad de pastoreo puede hacer variar su efecto, determinando que a mayores intensidades los animales pastoreen de forma más alejada de las fuentes de agua.

2.2.1.2. Efecto del genotipo sobre la selección de áreas de alimentación y distribución del pastoreo

En el Cuadro 2 se presenta un resumen de estudios que relacionan el G con su efecto sobre la selección de sitios de alimentación y distribución de los animales en relación a los atributos de la pastura y también a factores abióticos. Debido a la escasez de trabajos que estudien el efecto de los cruzamientos de razas británicas en la distribución de los animales en la pastura, se incluyen trabajos que estudian el efecto del uso de razas de diferente nivel productivo.

Cuadro 2. Efecto del G sobre la distribución de los animales en la pastura, distancia recorrida, distribución en relación a pendiente, elevación, distancia al agua y área explorada.

Autor	Variables experimentales			Variables de respuesta				
	Ambiente	Animales	Tratamiento	Distribución en la pastura	Distancia recorrida	Pendiente y Elevación	Distancia al agua	Área explorada
Hessle et al. (2008)	-Pastura seminatural (abierto, con pequeñas áreas de árboles) en Suecia. -Topografía variada. -Mosaico de áreas secas, moderadas y húmedas.	Vaquillonas Väneko (n=12; 309 kg) y Charolais (n=12; 431 kg)	Väneko vs Charolais (Primavera-Verano-Otoño)	-Genotipo no afectó la preferencia de áreas (seca, moderada o húmeda) para pastoreo, rumia o descanso.	Väneko: 10,9 km/d Charolais: 9,6 km/d (NS)			
Pauler et al. (2020)	-Alpes Suizos -3 pasturas: 1=nutritiva, plana 2=Empinada, poco nutritiva, con partes nutritivas 3=Monte empinado, extremadamente pobre	Vacas y terneros: HC OB AHol (n=27 vacas; 27 terneros)	Factorial: 3 pasturas x 3 razas	-HC usó más uniformemente la pastura. -AH concentró actividad en ciertos puntos. -Sin diferencias entre AHol y OB. -Mayores diferencias de HC respecto a AH y OB en pastura 3.	OB: 4,5 km/d AHol: 4,1 km/d HC: 3,4 km/d Menor actividad en P1 y mayor en P3.	HC evadió menos las altas pendientes que AHol en P2 Y P3.	En P3 HC se movió a lugares más lejanos del agua que OB y AHol.	
Dolev et al. (2014)	Pastura natural en región montañosa. Clima Mediterráneo.	Vacas: BS (n=22; 581 kg) BA (n=16; 268 kg)	BS vs BA	Diferencias significativas en distribución a lo largo del día.	BA: 4,303 km/d BS: 3,504 km/d (P<0,001)			

Sæther et al. (2006)	Noruega (2 pasturas seminaturales en regiones montañosas) Skåbu: suelos ricos en nutrientes. Valdres: suelos más pobres	Vacas STN y NRF		En Valdres NRF mostró mayor preferencia por comunidades vegetales más nutritivas que STN.				
Aharoni et al. (2013)	Pastura natural con cerros. Clima mediterráneo.	Vacas: BS (n=19; 581 kg) BA (n=14; 268 kg)	BS vs BA		BA recorrió mayor distancia (P<0,001)			
Hessle et al. (2014)	Pastura en región montañosa (Suecia)	Vacas en lactación: Swedish Mountain (n=5; 368 kg) Holstein (n=5; 554 kg)	Swedish Mountain vs Holstein	-Swedish Mountain pasó menos tiempo que Holstein en vegetación dominada por gramíneas (mayor calidad)(24% vs 31%(P=0,035))	Swedish Mountain caminó más que Holstein. (6,3 km/d vs 5 km/d (P<0,016))			
Lathrop et al. (1988)	Desierto	Vacas lactantes con cría al pie(n=48)	HH vs AH vs 1S1H vs 3S1H		HH: 5 km/d a AH: 4,8 km/d a 1S1H: 4,1 km/d b 3S1H: 4,8 km/d a			HH: 105ha AH: 115ha 1S1H:93 ha 3S1H: 99ha

Referencias: HC= Highland cattle, OB=Original Braunvieh, AHol=Angus x Holstein, m=meses, BS= Beefmaster x Simford, BA=Baladi, RC=Raramuri Criollo, AH= Angus x Hereford, Pregreen up y Drydown= Épocas de baja producción de forraje, Green up 1 y 2=Épocas de alta producción de forraje, JRC= Criollo, MC= Criollo mexicano, XC= Criollo cruza, Inv= invierno, Ver=verano, STN= Blacksided Trønder and Nordland Cattle, NRF= Norwegian Red, HH= Herefords, 1S1H= 50% Simmental 50% Hereford, 3S1H= 75% Simmental 25% Hereford.

De acuerdo con la información relevada, el G tiene importantes implicancias en la distribución de los animales sobre la pastura. En diferentes condiciones, se ha comprobado que el efecto del G depende del ambiente, más precisamente del estado de la pastura en lo que respecta a cantidad y valor nutritivo, aunque también podrían esperarse diferencias de acuerdo a la temperatura. En pasturas de bajo valor nutritivo y/o cantidad de forraje (Pauler et al., 2020), o en estaciones del año donde el crecimiento de la pastura es limitado (Peinetti et al., 2011, Spiegel et al., 2019), los genotipos de menor potencial productivo presentan una mayor capacidad de exploración del ambiente, demostrado por una mayor área diaria explorada (Spiegel et al., 2019), mayor homogeneidad de uso de la pastura (Peinetti et al., 2011, Spiegel et al., 2019, Pauler et al., 2020) y pastoreo más alejado de las fuentes de agua (Peinetti et al., 2011, Pauler et al., 2020). De acuerdo con los resultados presentados por Spiegel et al. (2019), en ambientes con menor disponibilidad de forraje, los animales de razas más productivas no solo presentarían un pastoreo menos uniforme en el área, sino que su actividad se concentraría en puntos preferidos de la pastura, los cuales son revisitados varias veces y durante períodos prolongados. En su caso en particular, los animales del G más productivo (AH), durante las estaciones con menor masa de forraje disponible y menor valor nutritivo (Pregreen up y Dry down), presentaron más sitios preferidos que la raza menos productiva (RC). AH en estas estaciones presentó sitios con alta frecuencia de visita y de larga duración que respondieron a la cercanía al agua y al valor nutritivo del forraje (sitios preferidos en o en la cercanía de comunidades con mayor valor nutritivo en cada estación), mientras que en RC solo respondieron a la cercanía al agua. Resultados similares son reportados por Pauler et al. (2020), Sæther et al. (2006) y Hessle et al. (2014), quienes concluyen que en ambientes limitados, los animales de razas más productivas destinan más tiempo a pastorear en las comunidades de mayor valor nutritivo. En el caso de Hessle et al. (2008), si bien no se encontraron diferencias significativas en las variables estudiadas entre genotipos, los resultados obtenidos no contradicen los que se obtuvieron en el resto de los estudios, ya que los autores asocian esta falta de diferencias a que durante su experimento las condiciones ambientales permitieron que la masa de forraje fuese abundante.

Según Hessle et al. (2014), quienes lograron trabajar con animales con una producción de leche igual entre genotipos, al usar vacas Holstein en un estadio de lactación más avanzado que las Swedish Mountain, a igualdad de nivel productivo, el potencial de producción determinó que las vacas Holstein hayan caminado menos y concentrado más su actividad de pastoreo en la comunidad de mayor valor nutritivo.

De acuerdo a lo expresado anteriormente, en estaciones con alto valor nutritivo y cantidad de forraje, no deberían esperarse diferencias entre

genotipos. Contrariamente a lo esperado, Spiegel et al. (2019) observaron diferencias entre genotipos en Geen up 1 y 2 (estaciones de alta producción de forraje) en lo que respecta a preferencia por comunidades vegetales. Según los autores, esta respuesta habría estado influenciada por las altas temperaturas durante estas estaciones, lo que habría determinado que los animales de la raza RC hayan podido expresar su preferencia por las comunidades de mayor calidad, mientras que los animales AH no pudieron, debido a que necesitaron mantenerse en la comunidad de arbustos en busca de sombra.

Nyamuryekung'e et al. (2021), por otro lado, también reportan que las diferencias en la distribución de los animales en la pastura, además, se pueden expresar de acuerdo al estado fisiológico de los mismos. Su experimento fue llevado a cabo en verano, donde con vacas secas no se esperarían diferencias entre genotipos de acuerdo a las condiciones de la pastura (Peinetti et al., 2011, Spiegel et al., 2019). En su caso, a pesar de las buenas condiciones de la pastura se observaron diferencias en la distancia recorrida y el área explorada entre genotipos. Según los autores, estas diferencias se deberían a diferentes estilos maternos de los genotipos, ya que las vacas AH presentan un estilo donde el ternero se esconde y la madre pastorea en torno al ternero, mientras que las vacas RC presentan un estilo donde el ternero sigue a la madre, permitiéndole explorar más el potrero.

Como se mencionó previamente, los experimentos que evalúan el efecto de los cruzamientos sobre la selección de sitio de alimentación son escasos. Teniendo en cuenta los antecedentes presentados, el mayor potencial productivo de los animales F1 en cruza de razas británicas en relación a las razas puras (Do Carmo et al., 2018), y como esto influye en la selección de sitio de alimentación, podría esperarse que los animales cruza, frente a condiciones de pastura limitante, realicen una menor exploración del ambiente y concentren su actividad en las comunidades vegetales más nutritivas. Sin embargo, McIntosh et al. (2021) no encontraron un efecto depresor sobre el área explorada al cruzar una raza sintética compuesta por sangre indica y taurina (Brangus o Waguli) con la raza JRC. En cuanto a los cruzamientos entre Aberdeen Angus y Hereford (cruza utilizada en este experimento), los antecedentes generados por Lathrop et al. (1988), no mostraron diferencias entre esta cruza y animales Hereford puros en la distancia recorrida, ni en el área explorada, lo que podría indicar que utilizan la pastura con igual uniformidad.

2.2.2. Comportamiento a nivel de estación de alimentación

Son varios los factores que determinan el comportamiento a nivel de EA (características de la pastura, variables climatológicas, llenado ruminal, variabilidad intrínseca de los animales, estructura social) y en ocasiones su variación se debe al efecto conjunto de los mismos, y no a sus efectos por separado (Hirata et al., 2015). Roguet et al. (1998b) plantearon dos aspectos de la selección a nivel de EA a saber: “uso y elección”. El uso se caracteriza a través del tiempo por EA, EA/min y bocados/EA. La elección, por su parte, está dada por la decisión de que EA pastorear luego de abandonada la anterior, y generalmente se caracteriza a través del número de pasos entre EA. A continuación, se describen los factores que afectan a estas variables.

En relación al efecto de la pastura sobre el uso de las EA, los resultados de Ruyle y Dwyer (1985), Roguet et al. (1998a) e Hirata et al. (2015), indican que al aumentar la disponibilidad del forraje más digestible o preferido aumenta el tiempo y número de bocados/EA, y disminuye el número de EA/min. En este sentido, Roguet et al. (1998a) encontraron que la masa de hojas verdes se relacionó positivamente con el tiempo/EA, número de bocados/EA y consumo/EA, mientras que Hirata et al. (2015) encontraron un efecto negativo de la altura y digestibilidad del forraje sobre el número de EA/min y un efecto positivo sobre el número de bocados/EA. Este comportamiento se debería a que la decisión de dejar una EA estaría dada por la estrategia de remover el material más digestible (hojas verdes y horizonte superficial) (Searle et al., 2005).

Factores que afecten la accesibilidad del animal a la masa de hojas verdes causan variaciones en el comportamiento a nivel de EA (principalmente en el número de bocados/EA) a una misma masa de forraje verde. Estos factores serían: pasturas en estado reproductivo (Roguet et al. 1998a), altura y distribución vertical del forraje (Gregorini et al., 2009) y masa de forraje senescente (Baggio et al., 2009). El efecto de estos factores se discute en la sección correspondiente al “efecto de la intensidad de pastoreo sobre el comportamiento a nivel de EA”.

En cuanto a los efectos de la pastura sobre la elección de que EA pastorear, los resultados obtenidos por Roguet et al. (1998a), contradicen parcialmente la teoría planteada por Roguet et al. (1998b) acerca de una ausencia de selectividad a la hora de elegir la siguiente EA a pastorear, y realzan la importancia del estudio del recorrido entre EA para determinar la selectividad a nivel de las mismas. Sus resultados indican que a mayor masa de hojas verdes y en pasturas en estado reproductivo, mayor es el número de pasos entre EA sucesivas, y por lo tanto, mayor es la selectividad en este nivel de la escala jerárquica. De igual modo, cabe destacar que

independientemente de la masa de hojas verdes, la mayoría de las veces el movimiento entre EA se da en pasos simples (Roguet et al., 1998a, Hirata et al., 2015), lo que indicaría que la selectividad a nivel de EA se da principalmente al variar el tiempo de residencia y los bocados dentro de la misma, y no tanto por la elección entre EA (al menos en pasturas casi homogéneas). Los resultados obtenidos por Roguet et al. (1998a), además demuestran que la velocidad de caminata es mayor en pasturas en estado fenológico avanzado, y que la misma aumenta en pasturas en estado vegetativo al disminuir la masa de hojas verdes, lo que, en conjunto con un menor número de pasos entre estaciones, lleva a una disminución en el tiempo entre estaciones sucesivas. Por su parte, Hirata et al. (2007), en varias observaciones encontraron relaciones, aunque débiles, entre la biomasa de forraje de EA individuales y la frecuencia de visita que tuvieron dichas EA, lo que podría demostrar, por un lado, que la biomasa es un criterio de selección de EA, y que además de su biomasa otros factores tendrían influencia en sus elecciones.

Como se ha mencionado, el comportamiento a nivel de EA es variable en función de características del forraje. Campos es un ambiente muy heterogéneo, y de acuerdo con los resultados de Hirata et al. (2008) los animales adaptan rápida y flexiblemente su comportamiento a nivel de EA, al pastorear en parches con diferentes características. A su vez, los resultados de Utsumi et al. (2009) demuestran que el número de EA que el animal realiza en un parche es mayor en el tipo de parche preferido por el animal. Por lo tanto, en un ambiente tan heterogéneo como Campos, el valor promedio que toman las variables que describen el comportamiento a nivel de EA, dependerían del comportamiento en cada zona y el tiempo que el animal pastorea en cada una de ellas.

Además de caracteres asociados a la pastura, otros factores se asocian al comportamiento a nivel de EA. Uno de ellos es el llenado ruminal. De acuerdo con Gregorini et al. (2007), al disminuir el llenado ruminal aumenta el número de bocados y el tiempo por EA, lo cual, asociado también a un mayor peso de bocado, determinó un aumento en el consumo por EA. Otra fuente de variabilidad en el comportamiento a nivel de EA es el factor social. De acuerdo con Roguet et al. (1998a), los movimientos del grupo de animales afectan la selección y uso de las EA. Por ejemplo, un animal pastorearía más una EA si las que se encuentran alrededor están ocupadas, o también podría abandonarla antes si es echado por un animal dominante. Por otro lado, variables climáticas también afectan el comportamiento a nivel de EA. Hirata et al. (2015) encontraron un efecto negativo de la temperatura del aire sobre los bocados/EA y tiempo de residencia por EA, mientras que el efecto sobre el número de EA/min fue positivo. Tampoco podría perderse de vista que los animales no se comportan igual entre sí. En este sentido, Hirata et al. (2010)

encontraron diferencias entre animales en cuanto a variables que describen el comportamiento a nivel de EA como: EA/min, bocados/EA y características (altura) de las EA seleccionadas. Dichas variaciones en comportamiento no estuvieron relacionadas a características de los animales, como lo son el peso vivo (al menos en el rango en que lo estudiaron) y su edad. De acuerdo con sus resultados, los autores plantean que habilidades cognitivas, temperamentales y aspectos sociales podrían estar influyendo en el comportamiento a nivel de EA entre individuos.

2.2.2.1. Efecto de la intensidad de pastoreo sobre el comportamiento a nivel de EA

En el Cuadro 3 se presenta un resumen de la información que relaciona la intensidad de pastoreo con su efecto sobre el comportamiento a nivel de EA.

Cuadro 3. Resumen de estudios sobre el efecto de la intensidad de pastoreo sobre el número de EA/min, pasos entre EA, bocados/EA, consumo y tasa de consumo.

Autor	Variables experimentales			Variables de respuesta						
	Ambiente	Animales	Tratamiento	Masa de forraje o altura	N° EA/min	Tiempo por EA (s)	Pasos entre EA	Bocados/EA	Consumo	Tasa de consumo
Menegazzi (2020)	<i>Festuca arundinacea</i> Uruguay	Vacas Holstein (n=27; 618 kg)	9 vs 12 vs 15 cm de remanente		9: 4,3 b 12: 4,5 ab 15: 4,9 a	9: 14,4 a 12: 13,5 ab 15: 12,7 b			9: 14,8 kgMS/d b 12: 18,1 kgMS/d a 15: 17,5 kgMS/d a	9: 29,4 gMS/min b 12: 34,9 gMS/min ab 15: 36 gMS/min a
Gonçalves (2009)	Pastura Natural Brasil	Ovejas (O) (Suffolk; n=4; 62 kg) Terneiras (T) (n=4; 160 kg)	4 cm vs 8 cm vs 12 cm vs 16 cm		4- (T: 13,7; O: 19) 8-(T: 9,5; O: 7,5) 12-(T: 7; O: 9,7) 16-(T: 8,7; O: 11,2)	4- (T: 4,3; O: 3,1) 8-(T: 6,4; O: 7,9) 12-(T: 8,7; O: 6,4) 16-(T: 6,9; O: 5,4)	4- (T: 1,1; O: 1,1) 8-(T: 1,4; O: 2,4) 12-(T: 1,8; O: 1,6) 16-(T: 1,2; O: 1,2)	4- (T: 4,8; O: 4,6) 8-(T: 6,4; O: 8,9) 12-(T: 7,8; O: 8,4) 16-(T: 7,2; O: 7,8)		4- (T: 0,262; O: 0,31) 8-(T: 0,598; O: 0,454) 12-(T: 0,678; O: 0,438) 16-(T: 0,502; O: 0,262) gMS/min/kg PM
Mezzalira et al. (2013)	Pastura natural Brasil	Vaquillonas Angus-Hereford x Nelore (249 kg)	4% OF vs 8% OF vs 12% OF vs 16% OF	Inv: (4%: 3,6cm; 8%: 5,1cm; 12%: 7,2cm; 16%: 7,3cm) Ver: (4%: 3,2cm; 8%: 5,1cm; 12%: 7,5cm; 16%: 8,6cm)		Inv: (4%: 9,7; 8%: 9,7; 12%: 9; 16%: 10,5) Ver: (4%: 9,5; 8%: 10,2; 12%: 9,4; 16%: 11)	Inv: (4%: 1,13; 8%: 1,48; 12%: 1,57; 16%: 1,5) Ver: (4%: 1,19; 8%: 1,56; 12%: 1,22; 16%: 1,71)	Inv: (4%: 8,6; 8%: 8,4; 12%: 6,9; 16%: 7,8) Ver:(4%: 6,4; 8%: 4,4; 12%: 5,2; 16%: 3,7)		

Machado (2020)	Pastura Natural Uruguay	Vacas de cría preñadas	5 kgMS/kgPV (Baja) vs 8kgMS/kgPV (Alta)	Ver: (Baja= 2106kgMS/ha; Alta= 3087kgMS/ha) Oto: (Baja= 1983kgMS/ga; Alta= 4041kgMS/ha) Inv: (Baja= 1389kgMS/ha; Alta= 2155kgMS/ha)	Ver: (Baja= 5,5; Alta= 4,12) Oto: (Baja= 4,05; Alta=3,42) Inv: (Baja= 4,72; Alta= 4,72)					
García et al. (2003)	<i>Dactylis glomerata</i> Francia	Ovejas (n=10)	Carga alta vs carga baja	Alta: (P1: 3130kgMS/ha; P2: 4280kgMS/ha; P3: 3080kgMS/ha; P4: 3070kgMS/ha) Baja: (P1: 2070kgMS/ha; P2: 5460kgMS/ha; P3: 9050kgMS/ha; P4: 10360 kgMS/ha)	Alta: (P1: 4,1; P2: 4,2; P3: 4,6; P4: 8,2) Baja: (P1: 4,7; P2: 7,7; P3: 9,1; P4: 13,7)	Alta: (P1: 1,5; P2: 1,8; P3: 1,5; P4: 1,9) Baja: (P1: 2,3; P2: 1,8; P3: 1,8; P4: 2,3)	Alta: (P1: 5; P2: 5,5; P3: 7,1; P4: 7,8) Baja: (P1: 5,5; P2: 5,9; P3: 6,6; P4: 9,3)	Alta: (P1: 1092; P2: 1220; P3: 870; P4: 781) Baja: (P1: 1207; P2: 1185; P3: 847; P4: 803) gMO digestible/d	Alta: (P1: 4; P2: 3; P3: 2,1; P4: 2,6) Baja: (P1: 4,9; P2: 3,6; P3: 4,1; P4: 3,1) gMO/min	
Do Carmo ¹	Pastura Natural Uruguay	Vacas de cría multíparas de 4 a 8 años (Hereford, Angus, Hereford x Angus)	Alta = 5 kgMS/kgPV Baja = 3 kgMS/kgPV	Ges: (Baja:983khMS/ha; Alta: 1360kgMS/ha) Lac: (Baja: 1401kgMS/ha; Alta: 2040kgMS/ha)	Ges: (Baja = 5; Alta = 4,2) Lac: (Baja= 4,5; Alta= 6,6)		Ges: (Baja:12; Alta: 13) NS Lac: (Baja: 12,8;Alta: 8,5)	Ges: (Baja= 62,3 MJ EM/d; Alta= 67,5 MJ EM/d) Lac: (Baja= 75,9 MJ EM/d; Alta= 91,3 MJ EM/d)		

¹ Do Carmo, M. 2022. Grazing and ruminating behavior of straightbred and crossbred beef cows during gestation and lactation in Campos grassland under two herbage allowance and its relationship with herbage intake (sin publicar).

Baggio et al. (2009)	Mezcla: Raigrás y Avena negra	Bovinos de 1 año de edad (260 kg)	Pastoreo continuo. 10cm vs 20 cm vs 30cm vs 40cm			Aumentó al aumentar la altura en estadio vegetativo. En reproductivo NS	1,36 (10cm)-1,53 (40cm) NS	Disminuyó al aumentar la altura		
----------------------	-------------------------------------	---	---	--	--	---	----------------------------------	---------------------------------------	--	--

Referencias: OF= kgMS/100kgPV/día, Ver= verano, Oto= otoño, Inv= invierno, Ges= gestación, Lac= lactación, MO= materia orgánica, MS= materia seca.

En la mayor parte de los experimentos (García et al., 2003, Baggio et al., 2009, Gonçalves, 2009) se ha visto que a mayores intensidades de pastoreo disminuye el tiempo/EA, lo cual es concordante con lo que se esperaría al disminuir la masa de hojas verdes (Roguet et al., 1998a). Los resultados de los experimentos citados previamente son concordantes también con los de Machado (2020) (durante verano y otoño) y Do Carmo¹ (durante gestación), quienes en lugar de reportar el tiempo/EA, reportan el número de EA/min, ya que de acuerdo con Ogura et al. (2004), Gonçalves (2009) y Menegazzi (2020), al disminuir el tiempo/EA, aumenta el número de EA/min. Por lo tanto, ante condiciones de baja masa y altura de forraje, la estrategia tomada por los animales sería la de cortadora de césped (Roguet et al., 1998a), visitando el mayor número de EA/min, para explorar la mayor masa de forraje posible y así compensar la menor cantidad de esta. El menor tiempo/EA o mayor número de EA/min al aumentar la intensidad de pastoreo puede deberse a una reducción en el tiempo por bocado al reducirse la masa de los mismos, debido a una menor necesidad de manipulación (García et al., 2003), o al efecto conjunto de un menor tiempo por bocado y un menor número de bocados/EA (Gonçalves, 2009). En algunas situaciones, sin embargo, disminuciones en el tiempo por bocado no son acompañadas por disminuciones en el peso de bocado, sino que se asocian a estructuras de pastura (menor cantidad de material reproductivo y senescente) que requieren un menor esfuerzo de selección y manipulación de los bocados por parte de animal (García et al., 2003).

Los resultados de Menegazzi (2020) y Do Carmo¹ durante lactación, sugieren la existencia de otra estrategia, diferente a la mencionada en el párrafo anterior. En esta estrategia, al disminuir la intensidad de pastoreo, el tiempo/EA disminuye (Menegazzi, 2020), mientras que el número de EA/min aumenta y el número de bocados/EA disminuye (Menegazzi, 2020, Do Carmo¹). Durante primavera, época en que fueron realizados estos registros, se ha visto que no hay relación entre la masa de forraje y el valor nutritivo del mismo (Hirata et al., 2007, Do Carmo¹). A igualdad de valor nutritivo, el ganado selecciona los sitios que maximizan la tasa instantánea de consumo (Distel et al., 1995). Al disminuir la intensidad de pastoreo aumenta la heterogeneidad en altura de la pastura, expresada por un mayor coeficiente de variación de la misma (Menegazzi, 2020), y aumenta la frecuencia de sitios con mayores alturas (Menegazzi, 2020, Do Carmo¹). El ganado sería capaz de aprovechar esas características para lograr mayores tasas de consumo instantáneo (Pontes-Prates et al., 2020). Para lograr esa maximización de la tasa de consumo, el animal debería seleccionar las EA con mayor masa de forraje,

¹ Do Carmo, M. 2022. Grazing and ruminating behavior of straightbred and crossbred beef cows during gestation and lactation in Campos grassland under two herbage allowance and its relationship with herbage intake (sin publicar).

como fue observado por Hirata et al. (2007) durante primavera, y tomar solo los mejores bocados dentro de las mismas (Pontes-Prates et al., 2020), lo cual podría explicar el menor número de bocados/EA, el menor tiempo/EA y el mayor número de EA/min al disminuir la intensidad de pastoreo en los experimentos de Menegazzi (2020) y Do Carmo¹.

El número de bocados/EA presenta una mayor variabilidad que el tiempo/EA o el número de EA/min, respecto a lo que se esperaría al aumentar la masa de hojas verdes a través de una menor intensidad de pastoreo. El número de bocados/EA se puede mantener igual ante diferentes intensidades de pastoreo (García et al., 2003, Do Carmo¹ (durante gestación)), o aumentar al incrementarse misma (Baggio et al., 2009, Mezzalira et al., 2013), lo cual no sería esperable de acuerdo a las variaciones causadas en la masa de forraje verde y en la altura del mismo a través de la intensidad de pastoreo (Roguet et al., 1998a, Hirata et al., 2015). Por otro lado, los resultados de estos experimentos también demostrarían que no siempre deberían esperarse correlaciones positivas entre el tiempo/EA y el número de bocados/EA o negativas entre esta variable y el número de EA/min, como menciona Ogura et al. (2004). Estas variaciones en el número de bocados/EA, respecto a lo esperado, pueden deberse a aumentos en el tiempo por bocado al disminuir la intensidad de pastoreo, lo cual se asocia en parte a una mayor masa de hojas verdes al disminuir la intensidad de pastoreo, pero también a un incremento en material reproductivo y senescente (García et al., 2003, Baggio et al., 2009), los cuales se entremezclan con la masa de hojas verdes y dificultan la manipulación necesaria para cada bocado, aumentando el intervalo entre bocados. En Campos, Moojen y Maraschin (2002), trabajando en la misma área experimental y tratamientos que Mezzalira et al. (2013) encontraron un aumento lineal del material senescente al aumentar la OF, por lo cual este factor podría explicar al menos en parte el comportamiento a nivel de EA en Campo natural. Además, en Campos debe considerarse también el aumento en el área cubierta por estrato alto al disminuir la intensidad de pastoreo, ya que esto podría ser un factor que determine que, al aumentar la masa y altura del forraje, no se observe un aumento en el número de bocados/EA (Mezzalira et al., 2013). El único experimento (dentro de los que mostraron una disminución en el número de EA/min al disminuir la intensidad de pastoreo) donde se observó un aumento en el número de bocados/EA al disminuir la intensidad de pastoreo fue en el de Gonçalves (2009). Sin embargo, en el mismo, solo se evaluó el efecto de la altura del estrato bajo, no incluyéndose niveles crecientes de estrato alto. Además, los animales permanecieron en la pastura por cortos períodos de tiempo, lo cual no les

¹ Do Carmo, M. 2022. Grazing and ruminating behavior of straightbred and crossbred beef cows during gestation and lactation in Campos grassland under two herbage allowance and its relationship with herbage intake (sin publicar).

permitiría conocer la pastura, y por lo tanto no podrían utilizar su memoria espacial para guiar su patrón de pastoreo, mecanismo de gran importancia para el comportamiento animal (Bailey et al., 1996, Mezzalira et al., 2013).

Por otro lado, se ha observado que la intensidad de pastoreo, a través de su impacto sobre la estructura de la pastura afecta el desplazamiento entre EA sucesivas. El número de pasos/EA generalmente es mayor, o al menos igual, a menores intensidades de pastoreo, lo que indica una mayor selectividad entre EA (Roguet et al., 1998a, García et al., 2003, Mezzalira et al., 2013), siendo esto de gran importancia, ya que la mayoría de los bocados son seleccionados en packs, llamados EA¹. De acuerdo con Mezzalira et al. (2013), la reducción en los pasos/EA, frente a OF bajas, es un mecanismo para aumentar la efectividad en la cosecha de nutrientes por unidad de tiempo, dado que la expectativa de encontrar buenas EA es baja, y por lo tanto de realizarse grandes desplazamientos entre EA, el beneficio de movimiento se reduciría en mayor medida que realizando recorridos cortos (gMS/m) (Roguet et al., 1998a). Por otro lado, ante situaciones de baja intensidad de pastoreo (OF mayor a 12 kgMS/100 kgPV/día), el número de pasos/EA, también se reduce. En este sentido, Gonçalves (2009) (trabajando solo con estrato bajo) encontró que esta reducción se da a partir de una altura del estrato bajo de 12 cm, mientras que en el caso de Mezzalira (2009), quien trabajó con una estructura de pastura bimodal, dicha reducción se dio a partir de 6,5 cm del estrato bajo, lo cual demostraría que el % de matas también afecta el desplazamiento entre EA.

Además de los pasos/EA, en Campos, el cual se caracteriza por una estructura de pastura bimodal al aumentar la OF, el proceso de selección de EA puede estudiarse también como la diferencia entre el número de EA potenciales sin estrato alto dentro de las mismas, y el número de EA efectivamente visitadas. Mezzalira et al. (2013) encontraron que esta diferencia es mayor, al aumentar la OF o la altura del estrato bajo, y por lo tanto, en esta situación el animal estaría en mejores condiciones para pastorear las mejores EA. Sin embargo, según estos autores, a altas OF (mayores a 12 kgMS/kgPV/día), la gran área cubierta por matas afecta la selección de EA, lo cual se expresa por la ausencia de diferencias entre EA potenciales sin estrato alto en su camino de pastoreo y visitadas, lo cual podría deberse a que el costo de selección se vuelve tan alto, por un aumento en la complejidad del ambiente, que los animales abandonan el comportamiento selectivo y comienzan a ocupar todas las EA encontradas. De hecho, con valores de OF superiores a 14 kgMS/kgPV/día y área ocupada por matas de

¹ Do Carmo, M. 2022. Grazing and ruminating behavior of straightbred and crossbred beef cows during gestation and lactation in Campos grassland under two herbage allowance and its relationship with herbage intake (sin publicar).

40%, el número de EA visitadas fue mayor al número de EA sin estrato alto, lo que indicaría que el animal abandonó su esfuerzo por evitar las EA con estrato alto, causando un impacto negativo sobre la composición de la dieta, ya que niveles crecientes de estrato alto a nivel de EA determinan un mayor porcentaje de bocados realizados en el estrato alto (Bremm et al., 2016).

De acuerdo con Carvalho et al. (2008), las reglas de elección y abandono de las EA afectan la cantidad de forraje ingerido por el animal. Al aumentar el número de EA/min, generalmente el consumo de forraje (El Aich et al., 1989) y/o la tasa de consumo (García et al., 2003, Gonçalves, 2009) son menores que cuando se realiza menor número de EA/min. De acuerdo con los resultados de Gonçalves (2009), esto se debería a que el número de EA/min aumenta al disminuir el peso de bocado. Aunque pueden haber situaciones donde esto no se cumpla, y el peso de bocado se afecte negativamente al disminuirse el número de EA/min, afectándose la tasa de consumo y el consumo diario de energía, como sucedió en el caso del tratamiento de baja carga de García et al. (2003), al aumentar la heterogeneidad horizontal en la pastura. Los resultados de García et al. (2003), además, demuestran que diferentes comportamientos a nivel de EA pueden llevar a diferentes consumos de forraje, pero no necesariamente a diferentes consumos de energía, lo cual se asocia a diferencias en el valor nutritivo de la pastura, pero también a compensaciones realizadas en otros niveles de la escala jerárquica de comportamiento. Por otro lado, los resultados de Menegazzi (2020) y Do Carmo¹ (durante lactación) sugieren que no siempre se da el aumento mencionado en consumo al disminuir el número de EA/min. Es decir, en los casos en que a menor intensidad de pastoreo aumenta el número de EA/min y se reduce el número de bocados/EA, es de esperarse un mayor consumo de forraje (Menegazzi, 2020), lo cual sumado a una mayor digestibilidad de la dieta ingerida (Menegazzi, 2020) permite un mayor consumo de energía (Menegazzi, 2020, Do Carmo¹).

En cuanto al desplazamiento entre EA, los resultados de García et al. (2003) y Gonçalves (2009) sugieren que, al aumentar la tasa de ingestión, el número de pasos/EA generalmente aumenta, debido a que bocados de mayor masa requieren mayor tiempo de masticación, permitiendo a los animales destinar un mayor tiempo a la búsqueda de la siguiente EA mientras mastican el último bocado realizado en la EA anterior (Roguet et al., 1998a). De acuerdo con Gonçalves (2009), la altura del estrato bajo a la cual se maximiza la tasa de consumo de forraje es de 12 cm, la cual coincide con el máximo número de P/EA. Valores de altura superiores o inferiores causan menores tasas de

¹ Do Carmo, M. 2022. Grazing and ruminating behavior of straightbred and crossbred beef cows during gestation and lactation in Campos grassland under two herbage allowance and its relationship with herbage intake (sin publicar).

consumo, lo cual se asocia a menores pesos de bocado, que determinan un menor desplazamiento entre EA. En cuanto al estrato alto, de acuerdo con Da Trindade et al. (2012, 2016), valores cercanos a 30%, maximizarían el consumo de materia seca, y minimizarían el tiempo de pastoreo en Campos. De acuerdo con Mezzalira (2009) y Mezzalira et al. (2013), a partir de valores similares de estrato alto, se da una reducción en los P/EA y se observa una reducción en la selectividad entre EA, lo cual podría contribuir a explicar la disminución en el consumo de materia seca y el aumento en el tiempo de pastoreo observado por Da Trindade et al. (2012, 2016). En el experimento de Mezzalira et al. (2013), el desplazamiento entre EA se comenzó a ver afectado con una altura del estrato bajo cercana a 6 cm, por lo cual, el efecto del estrato alto sobre el movimiento de los animales en pastoreo podría evitar aumentos en el consumo de forraje, los cuales serían esperados ante aumentos en la altura del estrato bajo (Gonçalves, 2009, Da Trindade et al., 2016).

2.2.2.2. Efecto del genotipo sobre el comportamiento a nivel de EA

El autor desconoce la existencia de trabajos que hayan evaluado el efecto del G sobre el comportamiento a nivel de EA, además del trabajo de Do Carmo¹, donde no se encontraron diferencias significativas en el número de EA/min ni en el número de bocados/EA al comparar vacas Hereford y Angus puras con la cruce entre estas dos razas durante gestación y lactación.

2.2.3. Selección de dieta

De acuerdo con Coleman et al. (1989), luego de seleccionada una EA, el animal comienza una selección entre especies, plantas y partes de plantas dentro de la misma. Según Stuth (1991), dentro de una EA el animal se enfrenta a varios grupos funcionales de plantas, los cuales difieren en su rol funcional (Figura 5), característica que el animal utilizaría para seleccionar su dieta. De acuerdo con este planteo existen especies preferidas, las cuales son consumidas en una mayor proporción de la que se encuentran en la pastura. Estas poseen alta concentración de nutrientes, y tienen la capacidad de mejorar la dieta y la performance animal. Por otro lado, existen especies que son consumidas en la misma proporción en que se encuentran en la pastura. Estas especies son las más abundantes en la dieta y en la pastura, y su rol es

¹ Do Carmo, M. 2022. Grazing and ruminating behavior of straightbred and crossbred beef cows during gestation and lactation in Campos grassland under two herbage allowance and its relationship with herbage intake (sin publicar).

aumentar la tasa de consumo de forraje. Por último, se encuentran las especies que son consumidas en una menor proporción de la que se encuentran en la pastura. El rol de estas especies es el de asegurar la sobrevivencia de los animales en situaciones de escasez de forraje, situación en la que pasan a ser componentes importantes de la dieta. Para realizar dicha selección, el animal utiliza características de las plantas como la accesibilidad de sus hojas y su concentración de nutrientes, siendo preferidas especies con hojas accesibles, alto contenido de nutrientes y baja resistencia a la tracción (O'Reagain y Schwartz, 1995). Dentro de una especie o grupo funcional, el animal tiende a seleccionar plantas previamente defoliadas, debido a que el rebrote presenta mejor valor nutritivo en relación al material no defoliado (O'Reagain y Schwartz, 1995). La selección entre especies y dentro de las mismas permite a los animales consumir una dieta que generalmente presenta una concentración de nutrientes mayor a la que presenta la pastura en promedio, mientras que la concentración de toxinas es menor (Coleman et al., 1989, Provenza, 1995).

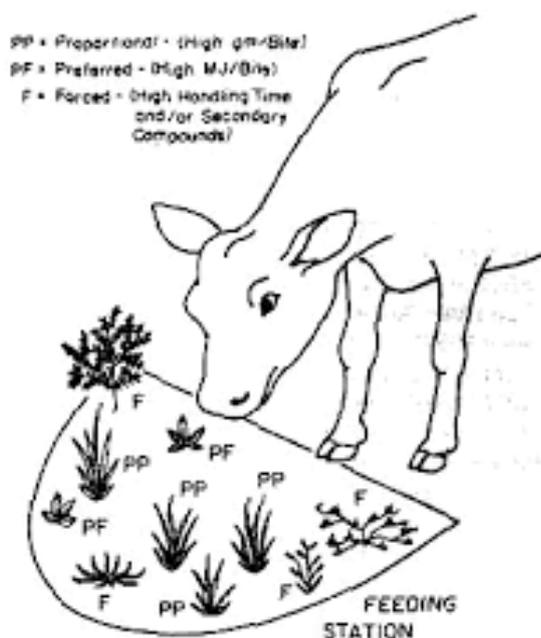


Figura 5. Estación de alimentación.

Fuente: tomado de Stuth (1991).

Luego de realizada una introducción general al proceso de selección dentro de la EA, a continuación, se presenta la revisión acerca del consumo de estrato alto y estrato bajo, y los factores que los afectan. Para esto se tuvo en cuenta que el estrato alto se forma principalmente por especies de grupos funcionales C y D, los cuales son menos seleccionados (Carvalho et al., 2007).

De acuerdo con la teoría de saciedad, planteada por Provenza (1995, 1996), la dieta del animal estaría compuesta por ambos estratos. Sin embargo, la proporción en que el estrato alto es consumido depende de la proporción del estrato bajo en la pastura y de su accesibilidad (O'Reagain y Schwartz, 1995, Dumont et al., 1995a, Dumont et al., 1995b, Dumont et al., 2002, Bremm et al., 2012, Bremm et al., 2016). Los resultados de Dumont et al. (2002) indican que al disminuir la proporción de estrato bajo en la pastura, caería su aporte en la dieta. Sin embargo, al disminuir su aporte a la pastura, aumentaría el esfuerzo para seleccionarlo (aumenta índice de selección), lo cual permite mantener la dieta con una composición bastante similar a la que el animal seleccionaría de acuerdo a su preferencia. Pero, a pesar de su esfuerzo por seleccionarlo, con proporciones muy bajas de estrato bajo en la pastura se esperaría un incremento drástico en el consumo de estrato alto. Además, cuanto mayor sea la fragmentación del estrato bajo en la pastura, se esperaría que el incremento en el consumo de estrato alto se de a mayores proporciones de estrato bajo (Dumont et al., 2002). Por otro lado, los resultados de Dumont et al. (1995a, 1995b) demuestran que la altura del estrato bajo también afecta el consumo y selectividad hacia el estrato alto. De acuerdo con sus resultados, se da un incremento en la selectividad y en el consumo de estrato alto cuando la altura del estrato bajo disminuye.

Como se ha visto, al disminuir la proporción y accesibilidad del estrato bajo, se dan drásticos incrementos en el consumo de estrato alto. Sin embargo, el umbral para que se de dicho incremento sería variable de acuerdo con las diferencias de palatabilidad entre el estrato alto y el estrato bajo (O'Reagain y Grau, 1995). De este modo, es de esperarse que el consumo de estrato alto se dispare con menor proporción y accesibilidad del estrato bajo cuanto menos palatables sean las especies que componen al último. Además, cabría esperar que el incremento en el consumo de las especies del estrato alto se de en orden. Es decir, dicho incremento se daría primero en las especies de mayor palatabilidad dentro del estrato alto.

Factores del animal también afectan la composición de su dieta. Los resultados de Farruggia et al. (2006) indican que vacas lactantes consumen una dieta de mayor calidad que vacas no lactantes. Por lo tanto, es de esperar que la dieta de animales con mayores requerimientos energéticos se componga por una mayor proporción de estrato bajo en relación a la de animales de menores requerimientos de energía. Por otro lado, si bien no se ha estudiado el efecto de las reservas corporales en la selección de la dieta de vacunos, los resultados de Mellado et al. (2004) trabajando con cabras, sugieren que a mayor nivel de reservas corporales o condición corporal, los rumiantes tienen la capacidad de seleccionar una dieta de mayor calidad, lo que en nuestras condiciones implica una mayor proporción de estrato bajo en la dieta de los mismos a medida que aumenta la condición corporal.

Otro de los factores que podría afectar el consumo de los parches de estrato alto serían las experiencias del animal a lo largo de su vida. De acuerdo con Distel y Villalba (2018), los rumiantes pueden aprender de los efectos post-ingestivos de los alimentos a través de su propia experiencia, y a través de la de otros animales de su misma especie, primero en el útero de su madre, y luego a través de la observación de otros animales (especialmente de su madre) cuando comienza a consumir forraje. Las experiencias sufridas por el animal temprano durante su vida pueden modificar los mecanismos morfo-fisiológicos del animal a través de cambios en la expresión de genes (mayor tamaño de retículo rumen, mayor capacidad de detoxificación, etc.), lo que determina alteraciones en las consecuencias post-ingestivas de los alimentos (Distel y Villalba, 2018). En este sentido, de acuerdo con el trabajo de Wiedmeier et al. (2012), se podría esperar que los hijos de vacas que durante la gestación consumieron una dieta con una alta proporción de parches de estrato alto, luego del destete presenten una mayor digestibilidad del mismo (feedback menos negativo), y por lo tanto realicen un mayor consumo de estrato alto que los hijos de vacas que no se expusieron a este ambiente durante la gestación. De acuerdo a los resultados de Distel et al. (1994), la exposición a ambientes con alta proporción de estrato alto, en la vida temprana post-parto determinaría respuestas similares a la que se observa cuando la exposición se da durante la gestación. De acuerdo con Catanese et al. (2015), la expresión de las diferencias en la composición de la dieta, como consecuencia de las experiencias sufridas por el animal, sería dependiente del ambiente. Relacionando esto con el consumo de los estratos presentes en Campos, se esperaría que la expresión de las diferencias en consumo y selectividad hacia el estrato alto se manifieste en situaciones donde la accesibilidad al estrato bajo es limitante.

2.2.3.1. Efecto de la intensidad de pastoreo sobre la selección de dieta

En el Cuadro 4 se presenta un resumen de la información que relaciona la intensidad de pastoreo con su efecto sobre el consumo y selectividad hacia los parches de estrato alto y estrato bajo.

Cuadro 4. Efecto de la intensidad de pastoreo sobre el consumo de parches de estrato alto y estrato bajo, y sobre la selectividad hacia estos.

Autor	Variables experimentales			Variables de respuesta																																																																															
	Ambiente	Animales	Tratamiento	Proporción de componentes en pastura, masa de forraje y altura	Composición de dieta	Selectividad																																																																													
Dumont et al. (2007b)	Reino Unido (UK) Alemania (Ale) Francia (Fra) Italia (Ita)	UK: Novillo Ale: Novillo Fra: Vaquillona Ita: Ovejas	MC: carga moderada, raza comercial LC: carga laxa; raza comercial	MF: MC- UK 3260 kgMS/ha; Ale 2100 kgMS/ha; Fra 1880 kgMS/ha; Ita 1270 kgMS/ha. MF: LC- UK 4260 kgMS/ha; Ale 2910 kgMS/ha; Fra 2390 kgMS/ha; Ita 1620 kgMS/ha.	TP: MC:21,2%; LC:30,9% TM: MC:27,1%; LC:33% SPG: MC: 13%; LC: 8,2% SM: MC: 37,9%; LC: 27,5% Muerto: MC: 8%; LC: 0,4%	TP: MC- -0,46; LC- -0,47 TM: MC- +0,25; LC- +0,37 SPG: MC- +0,03; LC- +0,06 SM: MC- +0,53; LC- +0,59 Muerto: MC- -0,81; LC- -0,87																																																																													
Azambuja (2019)	Campos (Rio Grande Do Sul)	Vaquillonas (250 kg PV)	4% OF vs 12% OF		Oto- 4%: (1-2-3):±92% (4-5): ±8% 12%: (1-2-3):±43% (4-5): ±57% Prim- 4%: (1-2-3):±98% (4-5): ±2% 12%: (1-2-3):±76±% (4-5): ±24%																																																																														
Azambuja (2019)	Campos (Rio Grande Do Sul) (Mediciones durante primavera)	Vaquillonas (250 kg PV)	4%OF vs 8%OF vs 12%OF vs 16%OF vs 8%OF (primavera)- 12%OF (resto del año)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>ALT</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4%</td> <td>3,4</td> <td>54</td> <td>16</td> <td>24</td> <td>0,1</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>8%</td> <td>5,2</td> <td>31</td> <td>16</td> <td>24</td> <td>0,7</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>8-12%</td> <td>5,8</td> <td>24</td> <td>14</td> <td>20</td> <td>16</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>12%</td> <td>6,7</td> <td>22</td> <td>13</td> <td>18</td> <td>19</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>16%</td> <td>7,5</td> <td>16</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>26</td> <td>35</td> </tr> </tbody> </table>		ALT	1	2	3	4	5	4%	3,4	54	16	24	0,1	0,2	8%	5,2	31	16	24	0,7	20	8-12%	5,8	24	14	20	16	24	12%	6,7	22	13	18	19	26	16%	7,5	16	10	12	26	35	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4%</td> <td>-0,005</td> <td>-0,06</td> <td>0,13</td> <td>-0,1</td> <td>-0,7</td> </tr> <tr> <td>8%</td> <td>0,18</td> <td>-0,13</td> <td>0,09</td> <td>-0,06</td> <td>-0,56</td> </tr> <tr> <td>8-12%</td> <td>0,24</td> <td>0,004</td> <td>0,17</td> <td>-0,19</td> <td>-0,65</td> </tr> <tr> <td>12%</td> <td>0,27</td> <td>-0,1</td> <td>0,16</td> <td>-0,09</td> <td>-0,58</td> </tr> <tr> <td>16%</td> <td>0,28</td> <td>-0,02</td> <td>0,32</td> <td>-0,07</td> <td>-0,4</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	4	5	4%	-0,005	-0,06	0,13	-0,1	-0,7	8%	0,18	-0,13	0,09	-0,06	-0,56	8-12%	0,24	0,004	0,17	-0,19	-0,65	12%	0,27	-0,1	0,16	-0,09	-0,58	16%	0,28	-0,02	0,32	-0,07	-0,4
	ALT	1	2	3	4	5																																																																													
4%	3,4	54	16	24	0,1	0,2																																																																													
8%	5,2	31	16	24	0,7	20																																																																													
8-12%	5,8	24	14	20	16	24																																																																													
12%	6,7	22	13	18	19	26																																																																													
16%	7,5	16	10	12	26	35																																																																													
	1	2	3	4	5																																																																														
4%	-0,005	-0,06	0,13	-0,1	-0,7																																																																														
8%	0,18	-0,13	0,09	-0,06	-0,56																																																																														
8-12%	0,24	0,004	0,17	-0,19	-0,65																																																																														
12%	0,27	-0,1	0,16	-0,09	-0,58																																																																														
16%	0,28	-0,02	0,32	-0,07	-0,4																																																																														

Caram (2019)	Campos (Bañado de Medina)	Vacas de cría (Multíparas y gestantes)	Alta: 8kgMS/kgPV Baja: 5kgMS/kgPV	Oto	Alta	MF	A	B	C	D		Oto	Alta	A	B	C	D					
					Baja	3681	55,4	18,1	3,2	5,4			Baja	-0,08	-0,24	-0,43	-0,9					
				Inv	Alta	2379	28,1	28,6	18,3	5,8		Inv	Alta	-0,55	-0,51	-0,58	-0,52					
					Baja	1564	19,9	8,9	25,8	8,1			Baja	-0,71	-0,79	-0,75	-0,79					
				Prim	Alta	1259	3,3	31,2	19,3	4		Prim	Alta	-0,93	-0,56	-0,57	-0,79					
					Baja	1164	3	46,6	9,4	7,8			Baja	-0,46	-0,29	-0,65	-0,76					
Dumont et al. (2007a)	Pastura natural en región montañosa (Francia)	Vaquillonas Charolais (18 meses; n=45)	1,4 LU/ha vs 1 LU/ha vs 0,6 LU/ha															Mayor índice de selección por parches bajos al reducir la carga. Selectividad por parches bajos disminuyó al transcurrir el año y bajar la disponibilidad de forraje, excepto en 0,6 LU/ha, donde se mantuvo constante (masa de forraje se mantuvo constante).				

Referencias: TP=bocados puros (gramíneas) de estrato alto, TM= bocados mixtos (gramíneas y leguminosas) de estrato alto, SPG=bocados puros de estrato bajo, SM=bocados mixtos de estrato bajo, Muerto= forraje muerto, Oto= Otoño, Inv= invierno, Prim= primavera, 1-2-3= tipos de bocados que componen el estrato bajo (Azambuja, 2019), 4-5= tipos de bocado que componen el estrato alto (Azambuja, 2019), A-B-C-D= Grupos Funcionales de plantas, LU= unidades ganaderas (1 LU= 600 kgPV), ALT= altura (cm), MF= Masa de Forraje (kgMS/ha).

De acuerdo con los resultados de Dumont et al. (2007b), Azambuja (2019) y Caram (2019), la composición de la dieta de vacunos se relaciona positivamente con la proporción relativa de los componentes de la misma en la pastura. De este modo, de acuerdo con Azambuja (2019), el consumo de estrato alto es muy bajo con bajas OF (4kgMS/100kgPV/día), donde la proporción de este componente en la pastura es muy baja. Con OF de 8 kgMS/100kgPV/día a 12 kgMS/100kgPV/día aumenta el consumo de estrato alto en relación a baja OF, pero sin diferencias entre sí. Esto coincide con un aumento en el esfuerzo de selección del animal para mantener la dieta constante, expresado a través de un mayor tiempo de búsqueda de forraje (Mezzalira et al., 2012b). Con altas OF (16 kgMS/100kgPV/día), se alcanza el umbral de proporción de estrato bajo a partir del cual se da un incremento significativo en la participación del estrato alto en la dieta del animal, debido a que el aumento en el porcentaje de maciegas causa que el animal reduzca su tiempo de búsqueda de especies preferidas (Mezzalira et al., 2012b), reduzca drásticamente su selectividad entre EA (Mezzalira et al., 2013), y además aumente su probabilidad de consumo de estrato alto dentro de la EA (Bremm et al., 2016).

Según Azambuja (2019), los posibles bocados en el estrato bajo y en el alto presentan diferencias en valor nutritivo y en masa de bocado, por lo cual la estructura de pastura generada a través de la OF causa variaciones tanto en el valor nutritivo de la dieta como en el consumo total de nutrientes. Dietas compuestas principalmente por estrato bajo (características de baja OF-4kgMS/100kgPV/día) determinan las dietas de mayor valor nutritivo (mayor concentración energética, proteica y menor %FDN), y las dietas con los mayores % de estrato alto (características de altos valores de OF-16 kgMS/100kgPV/día) las dietas de menor valor nutritivo, mientras que las dietas características de OF intermedias toman valores nutritivos intermedios. Sin embargo, las dietas con menor proporción de estrato alto, a pesar de su mayor valor nutritivo son las que determinan menores performances animales (Azambuja, 2019), asociadas a un menor consumo total de forraje (Da Trindade et al., 2016), debido a un menor peso de bocado (Gonçalves, 2009, Azambuja, 2019). Por lo tanto, para maximizar el consumo, y la performance animal (en tratamientos con OF constante), es necesaria la inclusión de una proporción considerable de estrato alto en la dieta. Sin embargo, consumos excesivos (cercaos a 40% de la dieta total) de estrato alto (16 kgMS/100kgPV/día), también limitan el consumo de forraje, y por lo tanto el consumo de nutrientes, lo cual, se explica al menos parcialmente por limitaciones físicas en el consumo y una menor concentración energética de la dieta ingerida (Azambuja, 2019), causando reducciones en la performance animal (Azambuja, 2019).

La participación del estrato alto en la dieta de bovinos presenta diferencias entre estaciones (Azambuja, 2019, Caram, 2019). El consumo de estrato alto en bovinos en crecimiento es mayor en estaciones de menor crecimiento de forraje, lo que causa una dieta de menor valor nutritivo en estos momentos (Azambuja, 2019). Dicho incremento es de mayor magnitud a mayores OF, lo cual determina que las pérdidas de peso durante estaciones de escasez de forraje sean menores a mayores OF (Azambuja, 2019). Con vacas de cría se esperarían similares resultados (Caram, 2019). Cuando la disponibilidad de forraje es adecuada (otoño: AOF-3681 kgMS/ha y BOF-2379 kgMS/ha), se espera que el consumo de estrato alto sea muy bajo, expresado por una muy baja probabilidad de defoliación del GF D, al cual pertenece la principal especie formadora del estrato alto del área experimental. En cambio, cuando la disponibilidad de forraje (invierno: AOF-1564 kgMS/ha y BOF-1259 kgMS/ha) y las tasas de crecimiento disminuyen, se espera un drástico aumento en el consumo del estrato alto, expresado por una igual probabilidad de defoliación del GF D en relación al resto (Caram, 2019). Si bien no se encontraron diferencias entre AOF y BOF en la presencia de GF D en este experimento (Caram, 2019), Casalás (2019) encontró una mayor presencia de estrato alto en AOF, por lo cual, integrando los resultados de Caram (2019) con los de Azambuja (2019) se esperaría un mayor consumo de estrato alto en AOF.

En cuanto a los índices de selección, los mismos dependen de la disponibilidad de la fuente de alimento en la pastura y del valor nutritivo de la misma. El índice de selectividad hacia los componentes del estrato bajo aumenta al aumentar la OF, ya que se da una reducción en la presencia de los mismos en la pastura, y por lo tanto los animales aumentan su esfuerzo para seleccionarlos (Azambuja, 2019). Por su parte, el índice de selectividad hacia los componentes del estrato alto, de acuerdo con Azambuja (2019) es fuertemente negativo e independiente de su disponibilidad en la pastura, por lo cual no varía al variar la OF a pesar de que esta cause cambios en la proporción de estos componentes en la pastura. De este modo, a altas OF (mayores a 12 kgMS/100kgPV/día), se espera que el índice de selectividad por componentes del estrato bajo y alto sean positivos y negativos, respectivamente. Sin embargo, en vacas de cría, el esfuerzo por seleccionar los mejores ítems de la pastura cuando estos escasean parece ser menos importante que el realizado por los animales de recría (Azambuja, 2019, Caram, 2019), lo cual es concordante con la selección de una dieta de mayor calidad por parte de animales de menor edad (Dumont, 1997). Por un lado, la selectividad hacia los componentes del estrato bajo (GF A y B), no es tan marcada como en el caso de animales de recría, y por otro lado, en invierno, al disminuir la masa de forraje, las vacas de cría dejarían de seleccionar una dieta en función del valor nutritivo, sino que seleccionarían en función de

umentar el consumo de forraje (Caram, 2019). Dicha estrategia se ve reflejada en la ausencia de diferencias en los índices de selección entre los componentes del estrato alto y el estrato bajo durante invierno.

2.2.3.2. Efecto del genotipo sobre la selección de dieta

Ante la ausencia de trabajos que estudien el efecto del G sobre la selección de dieta, a continuación, se realiza una revisión acerca de cómo esta se podría afectar por el estado interno del animal.

De acuerdo con Kyriazakis et al. (1999), la selección de la dieta se ve afectada por el estado interno del animal. En este sentido, varios trabajos demuestran que existen diferencias entre animales Hereford y Angus puros, respecto a su F1. Casal et al. (2016) reportaron que las vacas cruza, durante gestación movilizaron tejido graso y tejido proteico en similar proporción a la que se encontraban en el cuerpo del animal, mientras que las puras movilizaron mayor proporción de tejido graso en relación a la que se encontraba en su cuerpo. Esto podría contribuir a explicar los resultados obtenidos por Ferrell y Jenkins (1988), quienes reportan un menor requerimiento de energía para mantenimiento en las vacas cruza en relación a las puras. De acuerdo con Do Carmo et al. (2021) este menor requerimiento de energía para mantenimiento podría relacionarse con un pastoreo más selectivo por parte de las vacas cruza. Por otro lado, los resultados de Do Carmo et al. (2018) indican que la CC de vacas cruza sería mayor a la de vacas puras, lo cual también podría asociarse con una mayor selección de los mejores ítems de la pastura (Mellado et al., 2004), lo cual en Campos implicaría un menor consumo de parches de estrato alto.

2.2.4. Modelo conceptual del consumo de energía

A partir de la información presentada anteriormente en la Revisión Bibliográfica se generó un modelo conceptual (Figura 6) que ilustra como la estructura de la pastura afecta el comportamiento a nivel de EA, y selección de bocados en el estrato alto dentro de la misma. De acuerdo con este modelo, el comportamiento a nivel de EA afecta directamente la selectividad que el animal realiza por los diferentes estratos en la pastura. Esto está asociado a los antecedentes brindados por Bremm et al. (2016) quienes demuestran que la probabilidad de que el estrato alto sea pastoreado aumenta al aumentar la proporción del mismo dentro de la EA, por lo cual la selección a nivel de EA tendría gran importancia en determinar el porcentaje de bocados

realizados en el estrato alto, y a su vez, considerando la cobertura de este estrato en la pastura, el índice de selección por este estrato. A su vez, se grafica el efecto que tendría la selectividad por estratos sobre el consumo de energía. Esto estaría asociado principalmente a los resultados de García et al. (2003), cuyos resultados indican que cuando un animal tiene un comportamiento más selectivo a nivel de EA y bocado, se pueden afectar el peso de bocado, la tasa de bocado, la calidad de la dieta, y el tiempo de pastoreo, repercutiendo finalmente en el consumo de energía.

Se toma en cuenta también el efecto de la carga animal sobre la selectividad, ya que se considera que podría alterar las relaciones de competencia entre los animales, alterando su comportamiento a nivel de EA y bocado. A su vez se toma en cuenta el efecto del estado fisiológico sobre la selectividad y consumo de energía, ya que hay antecedentes como los de Farrugia et al. (2006) y Gregorini et al. (2007) que indican que el mismo puede hacer variar el comportamiento a nivel de EA y bocado, afectando la selectividad que realizan los animales.

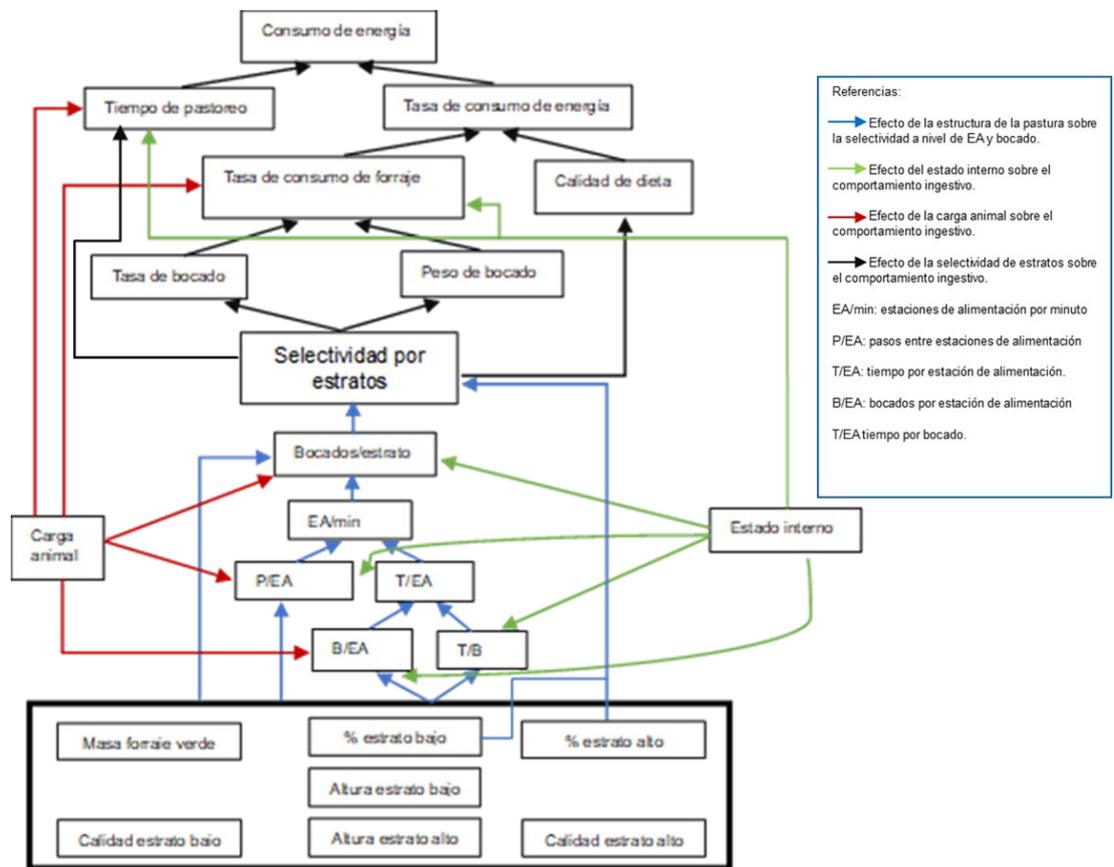


Figura 6. Modelo conceptual del consumo de energía.

Fuente: elaborado con base en Dumont et al. (1995a), Roguet et al. (1998a), García et al. (2003), Farruggia et al. (2006), Gonçalves (2009), Bremm et al. (2012), Mezzalira et al. (2012b), Mezzalira et al. (2013), Bremm et al. (2016), Azambuja (2019), Machado (2020).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. SITIO EXPERIMENTAL

El experimento fue llevado a cabo sobre 49 hectáreas de campo natural, mantenidas bajo pastoreo continuo desde 2007, pertenecientes a la Estación Experimental “Prof. Bernardo Rossengurt” (UDELAR), ubicada en el km 408 de la ruta 26, departamento de Cerro Largo, Uruguay (32°35' latitud sur; 54°15' longitud oeste), en el período transcurrido entre Marzo y Agosto de 2021. El sitio experimental forma parte de un experimento de largo plazo que evalúa el efecto de la OF sobre la producción primaria y secundaria del campo natural (Do Carmo, 2013).

Según MAP. DIEA (1979), las unidades de suelos correspondientes al área experimental son la unidad Zapallar, la unidad Arroyo Blanco y la unidad Palleros, cuyos suelos dominantes son Luvisoles Melánicos Albicos, Brunosoles Subéutricos Típicos y Brunosoles Eutricos Típicos respectivamente.

Las especies dominantes son *Axonopus affinis*, *Andropogon ternatus*, *Bothrichloa laguroides*, *Cynodon dactylon*, *Dichondra microcalyx*, *Gamochaeta Spicata*, *Oxalis sp.*, *Richardia humistrata*, *Mnesithea selloana*, *Nassella charruana*, *Nassella mucronata*, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum notatum*, *Paspalum plicatulum*, *Piptochaetium stipoides*, *Steinchisma hians*, *Sporobolus indicus* y *Schizachyrium microstachyum* (Caram, 2019).

3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS

El diseño experimental del presente experimento fue un diseño completamente aleatorizado, por lo cual no existieron restricciones a la aleatorización (Steel y Torrie, 1985). El experimento contó con un arreglo factorial no replicado 2^3 (Montgomery, 2004). Es decir, se evaluaron 3 factores, con 2 niveles cada uno (Figura 7), por lo que hubieron 8 tratamientos a contrastar, los cuales no contaron con repeticiones.

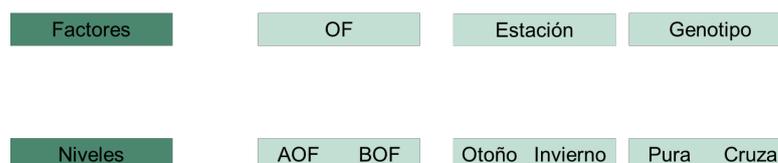


Figura 7. Factores y niveles involucrados en el experimento.

La OF promedio objetivo desde 2014 hasta invierno de 2021 fue de 8 kgMS/kgPV para AOF y 5 kgMS/kgPV para BOF. A partir de invierno de 2021 la OF objetivo cambió para 9 kgMS/kgPV y 6 kgMS/kgPV en AOF y BOF respectivamente. Para el caso de AOF, durante el período comprendido entre 2014 e invierno de 2021, la OF promedio se particionó en 8 kgMS/kgPV, 4 kgMS/kgPV, 12 kgMS/kgPV y 8kgMS/kgPV, para otoño, invierno, primavera y verano respectivamente. Mientras que para BOF en este período, la OF promedio se particionó en 4 kgMS/kgPV, 4kgMS/kgPV, 8 kgMS/kgPV y 4kgMS/kgPV, para otoño, invierno, primavera y verano respectivamente. A partir de invierno de 2021, en AOF, la OF es de 10 kgMS/kgPV durante primavera, verano y otoño, mientras que en invierno es de 6 kgMS/kgPV. En BOF, la OF objetivo es de 6 kgMS/kgPV durante todas las estaciones.

El factor “Estación” (E) es repetido en el tiempo, lo que lleva a que durante una estación se aplique solo un nivel de este a todas las unidades experimentales. Es decir, los niveles de este factor no se aleatorizan (Gómez et al., 2012). Por lo mencionado anteriormente es que, a pesar de encontrarse 8 tratamientos asociados a todas las combinaciones posibles de los niveles de los factores, se necesitaron 4 unidades experimentales para llevar a cabo el experimento (Figura 8). Las unidades experimentales se correspondieron con las parcelas, las cuales tienen diferente área según el tratamiento al que pertenecen. El tamaño de las unidades experimentales fue de 12,84 has para AOF-Pura, 14,41 has para AOF-Cruza, 9,95 has para BOF-Pura y 11,57 has para BOF-Cruza.

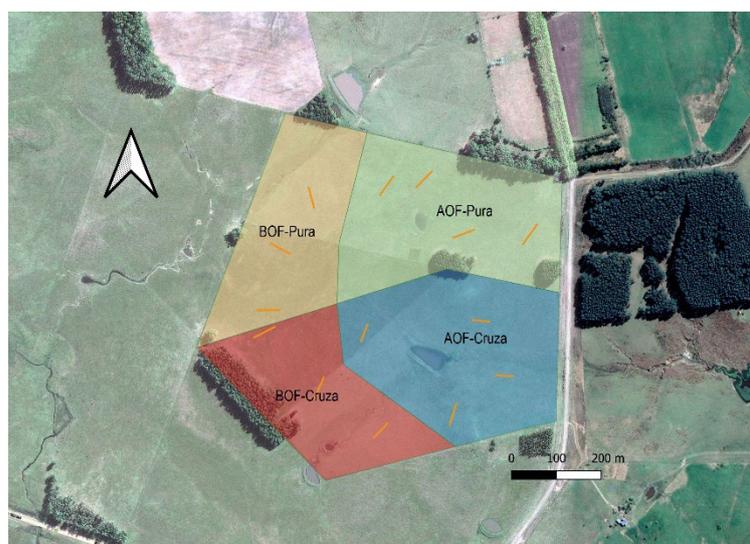


Figura 8. Unidades experimentales con sus respectivos tratamientos.

Las parcelas experimentales fueron continuamente ocupadas durante el período experimental, con ajuste mensual de carga (kgPV/ha), de acuerdo a

la masa de forraje disponible (kgMS/ha) (Mott y Lucas, 1952) para lograr las OF objetivo. Los animales utilizados fueron vacas multíparas de las razas Hereford y Angus en los tratamientos con animales puros, y sus cruzamientos recíprocos en los tratamientos con animales cruza. Para ajustar la OF se utilizaron animales tester y volantes. Estos últimos ingresaron o salieron de las unidades experimentales de acuerdo a la masa de forraje (kgMS/ha). Los animales tester se mantuvieron en las parcelas experimentales durante todo el período de evaluación, ya que presentaron preñez confirmada al inicio del mismo, lo cual es junto con presentar un parto normal, un requisito para que los animales tester se mantengan en las parcelas en el experimento de largo plazo, donde se llevó a cabo este estudio en particular. En cuanto a los animales volantes, los mismos deben cumplir el requisito de presentar similar estado fisiológico que los tester.

3.3. MEDICIONES

3.3.1. Pastura

La masa de forraje (kgMS/ha) fue estimada mensualmente mediante el método de rendimiento comparativo (Haydock y Shaw, 1975). Dicho método consiste en generar una escala que contemple la variabilidad de la pastura mediante la colocación de cuadrantes de referencia en la misma, con el fin de poder asignar un puntaje de dicha escala a cuadrantes colocados cada quince pasos, al recorrer toda la pastura. En los cuadrantes de referencia el forraje es cortado a nivel del suelo para calibrar la escala generada previamente. En los cuadrantes de referencia, cuya área es de 0,25 m², además, se midió la altura del forraje donde se encuentra la mayor densidad de hojas, y se estimó visualmente la relación material verde/material seco. El producto de la masa de forraje y la relación material verde/material seco se utilizó como una estimación de la masa de forraje verde.

Las muestras de forraje obtenidas en los cuadrantes de referencia fueron secadas a 60 °C hasta alcanzar peso constante. El peso de cada muestra fue utilizado para estimar la masa de forraje de cada cuadrante de referencia.

3.3.1.1. Estructura

En cada una de las unidades experimentales se ubicaron grupos de transectas según posición topográfica y tipo de suelo, con el fin de capturar la mayor heterogeneidad posible de comunidades vegetales en las parcelas. Cada grupo de transectas consta de 5 transectas paralelas entre sí, ubicadas a 10m una de la otra, y con una longitud de 50m cada una. En las unidades experimentales correspondientes a AOF se ubicaron 4 grupos de transectas, mientras que en los de BOF se ubicaron 3, por lo cual en las primeras, la estructura se evaluó en 20 transectas, mientras que en las segundas se evaluó en 15.

En cada una de las transectas se ubicaron cuadrantes de 1 x 1m, a una distancia de 10m entre sí. En estos cuadrantes fue donde se midieron y estimaron las variables para caracterizar la estructura de la pastura. Las variables estimadas fueron: % de estrato alto (%EALTpas), % de estrato bajo (%EBAJpas), % forraje verde en estrato alto (%Verdealt), % forraje verde en estrato bajo (%Verdebaj). Por otro lado, las variables medidas fueron: altura del estrato alto (ALTealt) y altura del estrato bajo (ALTeabaj). Dichas estimaciones y mediciones fueron repetidas cada 45 días sobre los mismos cuadrantes.

Las variables %EALTpas y %EBAJpas fueron estimadas visualmente de acuerdo al área que ocupaban dentro de los cuadrantes. En cambio, las variables involucradas dentro de cada estrato, como son %Verdealt y %Verdebaj, fueron estimadas de acuerdo a la masa (gMS) que representa el forraje verde en relación a la masa de forraje total. La altura de cada estrato fue medida donde se daba la mayor concentración de hojas (Stewart et al., 2001).

3.3.2. Animales

El estudio fue realizado en vacas de cría multíparas de las razas Hereford y Aberdeen Angus y sus cruzamientos recíprocos, con diagnóstico de preñez confirmado. El entore fue realizado en enero. El año anterior, parieron entre octubre y noviembre, y el destete fue realizado en marzo. A partir de la fecha de parto, y considerando una gestación de 283 días se calcularon los días de gestación. En la primera fecha de muestreo (17 y 18 de abril), los días de gestación promedio fueron 114 ± 26 , mientras que en la segunda (18 y 19 de julio), los días de gestación promedio fueron 205 ± 26 .

3.3.2.1. Condición corporal y peso vivo

Fueron registradas antes y después de cada fecha de muestreo la condición corporal (CC) y el peso vivo (PV). En otoño, las mediciones fueron realizadas el 22/2/2021 y el 11/5/2021, mientras que, en invierno, las mediciones fueron el 16/6/2021 y el 11/8/2021. La CC fue estimada visualmente basada en la escala de 1=muy flaca a 8=muy gorda, validada por Vizcarra et al. (1986) para Uruguay. El PV fue medido sin ayuno previo, durante la mañana. A partir de los valores de PV y CC registrados en cada fecha pre y post muestreo se realizó interpolación lineal a estos valores para estimar el PV y CC que presentaban los animales en la fecha de muestreo. Los valores promedio de CC y PV obtenidos para cada tratamiento se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Peso vivo y condición corporal al inicio del período de muestreo para otoño e invierno.

Tratamiento	Otoño	Invierno
	Peso vivo (kgPV/animal)	
Alta cruza	522±84	550±74
Alta pura	538±16	574±13
Baja cruza	495±11	524±9
Baja pura	508±34	548±19
	Condición corporal	
Alta cruza	5.3±0.6	5.7±0.3
Alta pura	5.1±1.1	5.5±0.8
Baja cruza	5.1±0.9	5.6±0.4
Baja pura	5.5±0.7	5.8±0.4

3.3.2.2. Comportamiento animal

El comportamiento animal en pastoreo fue evaluado en 3 vacas por unidad experimental. Se registró mediante video grabación el comportamiento ingestivo de cada una de estas vacas durante 40 minutos en la mañana e igual tiempo durante la tarde, en dos días consecutivos. Las observaciones de otoño fueron realizadas el 17 y 18 de abril de 2021, mientras que las de invierno fueron hechas el 18 y 19 de julio de 2021.

Se observaron los videos para determinar las estaciones de alimentación por minuto (EA/min), pasos entre EA (P/EA), bocados por EA (B/EA), tasa de bocado (TB) y el porcentaje de los bocados totales que fueron realizados en parches de estrato alto (%EALTdiet). El número de EA/min fue determinado de acuerdo a Hirata et al. (2015) como el número de EA totales, dividido el tiempo total de observación. Los P/EA fueron determinados de

acuerdo a Hirata et al. (2015) como el número de pasos totales, dividido el número de EA totales. Los B/EA fueron determinados como el número de bocados totales dividido el número de EA totales (Hirata et al., 2015). La tasa de bocado fue obtenida dividiendo los bocados totales sobre los minutos totales de video.

A partir de %EALTDiet y %EALTpas, se calculó el índice de selectividad hacia los parches de estrato alto (ISealt). Se utilizó la modificación del índice de selectividad de Ivlev's, propuesta por Jacobs (1974):

$$s_i = (c_i - a_i) / (c_i + a_i - 2c_{ia_i})$$

Donde c_i es la proporción (entre 0 y 1) del componente i en la dieta, y a_i es la proporción (entre 0 y 1) del componente i en la pastura. El índice varía entre -1 (nunca usado) y 1 (exclusivamente usado), con valores negativos y positivos indicando selección en contra y selección a favor, respectivamente, y valores de 0 indican que el componente es consumido en la misma proporción que la que se encuentra en la pastura.

3.3.2.3. Consumo de energía

Se estimaron los requerimientos de energía neta de mantenimiento (Mcal/día), para lograr una estimación del consumo que deberían haber tenido las vacas para alcanzar la performance que lograron. Dichas estimaciones fueron realizadas en base a NRC (2007). Para la realización de los cálculos se utilizaron: el PV, la CC, días de gestación y peso del ternero al nacer.

Ferrell y Jenkins (1988) y Solis et al. (1988) cuantificaron que los requerimientos de energía para mantenimiento ($\text{kcal/kg}^{0.75}$) de las vacas cruce son aproximadamente un 15% inferiores que los de las puras, por lo cual a los requerimientos de energía para mantenimiento calculados en función a NRC (2007) para las vacas cruce se les restó un 15%.

Por otro lado, como para calcular los requerimientos de energía para actividad de pastoreo se requiere conocer el consumo de forraje, y la digestibilidad de la dieta seleccionada, datos con los cuales no se contaba, se sumó un 20% al cálculo de requerimiento de energía para metabolismo basal, como forma de contemplar el gasto energético en la actividad de pastoreo.

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El efecto de la OF, G, E y algunas de sus interacciones sobre la estructura de la pastura, el comportamiento en pastoreo, el CENM y la CC se analizaron mediante el procedimiento MIXED (SAS Institute, 2021), utilizando la parcela como unidad experimental y la E como medida repetida en el tiempo. En el caso de las variables de frecuencia (%EALTPas y %EALTDiet) se utilizó el procedimiento GLIMMIX (SAS Institute, 2021). Se permite una probabilidad de cometer error de tipo 1 (Rechazar H_0/H_0 verdadera) del 10% debido al bajo número de datos que caracterizan a las variables estudiadas ($n=8$). Para realizar las comparaciones de medias correspondientes se utilizó Tukey ($\alpha=0,1$), dado que mantiene la tasa de error global en α , es decir, la probabilidad de cometer error de tipo 1 en al menos alguna de las comparaciones de a pares realizadas es en este caso de 10%.

Para el caso del análisis correspondiente a la estructura de la pastura, se incluyeron como efectos fijos la OF y la E, y como efecto aleatorio al Bloque. En el caso de las variables de comportamiento animal, se incluyó también como efecto fijo al G. Tanto para las variables de estructura, como para las variables de comportamiento, CENM y CC se estudió el efecto de la interacción OF*E y G*E. Sin embargo, no se incluyeron en el modelo debido a que no presentaron un efecto significativo sobre las variables. Para el análisis de las variables mencionadas previamente se utilizó el procedimiento Kenward-Rogers (SAS Institute, 2021) para ajustar los grados de libertad. Además, con el objetivo de comparar al G bajo similares estructuras de forraje, también se realizó un análisis incluyendo al %Ealtpast como covariable en el modelo (ver Anexo 1).

Se analizaron las relaciones existentes entre las variables de comportamiento ingestivo utilizando el procedimiento CORR (SAS Institute, 2021).

Se exploraron las relaciones entre el consumo de energía, comportamiento animal y estructura de pastura; y comportamiento animal y estructura de pastura, utilizando el procedimiento MIXED y las sentencias SOLUTION y OUTPRED (SAS Institute, 2021) para determinar los coeficientes. Para estimar la variación explicada por el modelo se utilizó la relación entre el valor predicho por el modelo y el valor observado mediante el procedimiento CORR (SAS Institute, 2021). Además, para ampliar la base de datos, se tomaron los datos de Machado (2020) para explorar la relación existente entre la MFV y el número de EA/min (Figura 11).

4. RESULTADOS

4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

4.1.1. Temperatura

A través de datos proporcionados por la Estación Meteorológica ubicada en la ciudad de Melo, la cual se encuentra a 24 km del sitio experimental, y la serie histórica 1980-2009 (Castaño et al., 2011), se realizó un análisis comparativo de la temperatura media mensual del período Marzo-Agosto del año 2021 con la temperatura media mensual de la serie histórica 1980-2009 para el mismo período.

De acuerdo a la información presentada en la Figura 9, se puede observar que durante la mayor parte del período de estudio, la temperatura media mensual fue mayor a los valores históricos reportados para la ciudad de Melo. En promedio, la temperatura media mensual del período de estudio fue 1,1 °C superior a los valores de la serie histórica, siendo abril el mes que más se diferenció de la temperatura media mensual histórica (2,3 °C).

Durante las fechas de evaluación de comportamiento (17-18/4/2021 y 18-19/7/2021) la temperatura promedio presentó grandes diferencias con la temperatura media mensual reportada en la serie histórica 1980-2009. En la primera fecha de evaluación, la temperatura media diaria fue de 21,9 °C, superando por 3,4 °C a la temperatura media mensual para el período 1980-2009. En cambio, durante la segunda fecha de evaluación, la temperatura promedio fue 3,3 °C menor a la reportada en la serie histórica 1980-2009.

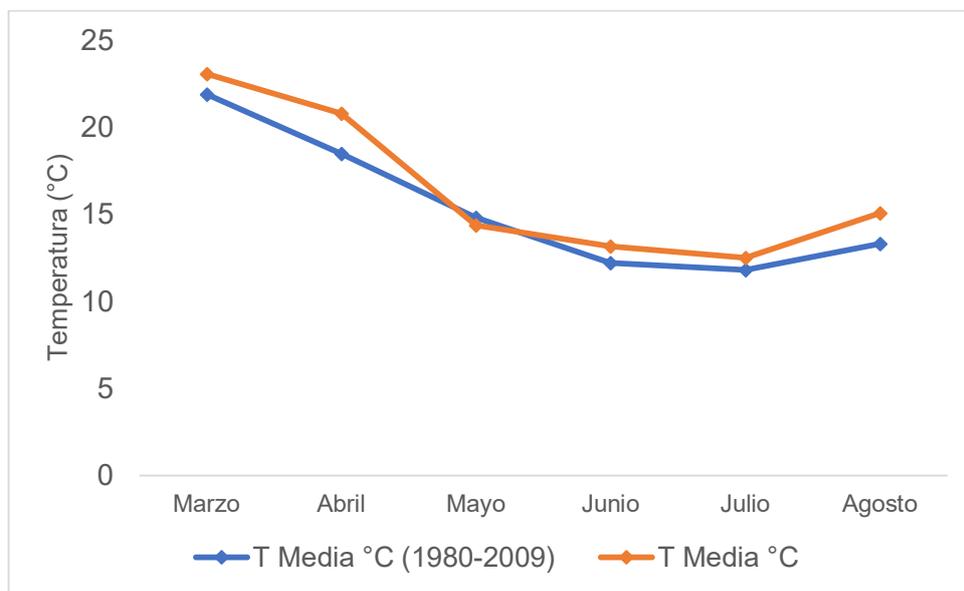


Figura 9. Registro de temperaturas medias en ($^{\circ}\text{C}$) para el año 2021, comparadas con la media histórica 1980-2009.

4.1.2. Precipitaciones

En el caso de las precipitaciones, el análisis comparativo fue realizado comparando los datos pluviométricos de la Estación Experimental “Prof. Bernardo Rossengurt” para el período Marzo-Agosto de 2021 con los datos de precipitación media acumulada mensual de la serie histórica 1980-2009 para la localidad de Melo, durante los mismos meses (Castaño et al., 2011).

Las precipitaciones acumuladas mensuales en el período Marzo-Agosto de 2021 fueron menores a las precipitaciones medias acumuladas mensuales durante dichos meses para la serie histórica 1980-2009, para todos los meses evaluados (Figura 10). Esto llevó a que la precipitación acumulada total durante el período Marzo-Agosto de 2021 haya sido 245 mm inferior a la precipitación media acumulada total para dicho período en la serie histórica 1980-2021.

Durante la primera evaluación de comportamiento (17 y 18 de abril de 2021) no se registraron precipitaciones. La última fecha de precipitación ocurrida previo a dicha evaluación fue el 15 de abril de 2021, cuando llovieron 25 mm. Durante el segundo período de evaluación (18 y 19 de julio de 2021) tampoco ocurrieron precipitaciones. El último evento de lluvia previo a dicho muestreo tuvo lugar el 13 y 14 de julio de 2021, donde la precipitación acumulada fue de 61 mm.

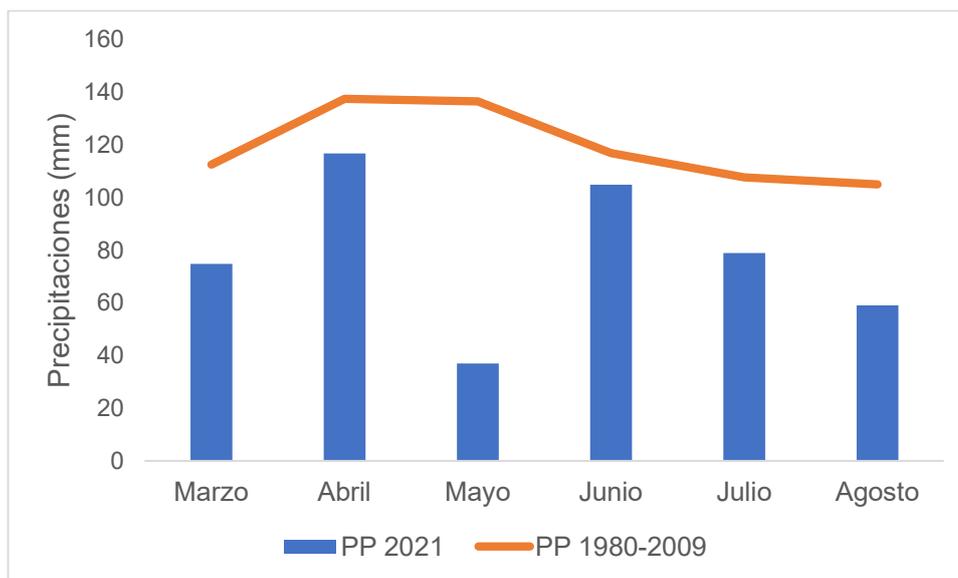


Figura 10. Registro de precipitaciones acumuladas mensuales (mm) en el período Marzo-Agosto de 2021, comparadas con las precipitaciones medias acumuladas mensuales durante este período en la serie 1980-2009.

4.2. ESTRUCTURA DE FORRAJE

En el Cuadro 6 se presenta el efecto de la OF y E sobre las variables estructurales del forraje.

Cuadro 6. Efecto de la OF y E sobre la estructura de la pastura.

	AOF	BOF	INV	OTO	E.E	P-valor	
						OF	E
MF	2225	1675,7	1795,7	2105	185,9	0,09	0,29
%MV	64	58,9	62,1	60,8	1,8	0,11	0,64
MFV	1417,7	994	1127,9	1283,9	121,9	0,06	0,41
ALT	5,4	3,8	4,2	5,1	0,386	0,03	0,15
%EALTpas	13,1	5,6	8,8	9,9	2,8	0,12	0,80
ALTEalt	11,4	9,1	9,7	11,8	0,7	0,08	0,36
%VerEalt	38,9	37,8	32,2	44,4	1,3	0,58	<0,01
%Ebajpas	82,6	88,6	85,5	85,7	2,7	0,17	0,96
ALTEbaj	3	2,8	2,6	3,3	0,1	0,43	0,02
%VerEbaj	67,7	61	59,6	69,1	1,6	0,03	<0,01

Referencias: MF= Masa de Forraje (kgMS/ha), %MV= porcentaje de materia verde en la pastura, MFV= Masa de forraje verde (kgMS/ha), ALT= altura promedio de pastura (cm), %EALTpas= porcentaje de área cubierta por estrato alto, ALTEalt= altura del estrato alto (cm), %VerEalt= porcentaje de materia verde del estrato alto, %Ebajpas= porcentaje de área cubierta por estrato bajo, ALTEbaj= altura del estrato bajo (cm), %VerEbaj= porcentaje de materia verde en el estrato bajo, E.E= error estándar.

La OF afectó la MF (P=0,09), MFV (P=0,05), ALT (P=0,03), ALTEalt (P=0,08) y %VerEbaj (P=0,03). La MF fue 33% y la MFV 43% mayor en AOF comparado con BOF. La ALT y la ALTEalt fueron 41% y 26% mayores respectivamente, en AOF. El % de verde del estrato bajo, fue 6,7 % mayor en AOF.

No se detectaron efectos significativos de la OF sobre %MV, %EALTPas, %VerdEalt, %Ebajpas y ALTEbaj.

La E presentó efecto significativo sobre %VerdEalt ($P < 0,01$), ALTEbaj ($P = 0,02$) y %VerdEbaj ($P < 0,01$). El %VerdEalt fue 12,2 % mayor en otoño que en invierno. La ALTEbaj fue un 26% más alta en otoño en relación a invierno, mientras que el %VerdEbaj se redujo 9,42 % al pasar de otoño a invierno.

La E no tuvo efecto significativo sobre la MF, %MV, MFV, ALT, %EALTPas, ALTEalt y %Ebajpas.

4.3. COMPORTAMIENTO Y SELECCIÓN A NIVEL DE ESTACIÓN DE ALIMENTACIÓN

En el Cuadro 7 se presenta el efecto de la OF, el G y la E del año sobre las variables de comportamiento animal estudiadas.

Cuadro 7. Efecto de la OF, G y E sobre variables de comportamiento animal.

	AOF	BOF	CR	PU	INV	OTO	E.E	P-valor		
								OF	G	E
EA/min	6,2	7,7	7,6	6,3	6,6	7,3	0,38	0,05	0,07	0,22
P/EA	1,6	1,5	1,5	1,6	1,6	1,5	0,02	0,01	0,28	0,09
B/EA	7,9	7,1	6,7	8,3	7,6	7,4	0,25	0,08	0,01	0,72
%Ealtdiet	7	2,4	4,9	4,5	7,2	2,1	0,9	0,02	0,78	0,02
ISealt	-0,34	-0,14	-0,03	-0,44	-0,02	-0,46	0,23	0,58	0,28	0,24
TB	49,1	53,2	50,4	51,8	48,9	53,4	1,17	0,07	0,44	0,05

Referencias: EA/min= estaciones de alimentación por minuto, P/EA= pasos por estación de alimentación, B/EA= bocados por estación de alimentación, %Ealtdiet= porcentaje de bocados en estrato alto, IS= índice de selección hacia el estrato alto, TB= tasa de bocado, E.E= error estándar.

La OF afectó el número de EA/min, P/EA, B/EA, %Ealtdiet y la TB. El número de EA/min y la TB fueron 1,44 y 4,15 unidades menores en AOF, respectivamente. Los P/EA y B/EA, sin embargo, aumentaron 0,13 y 0,83 unidades respectivamente en AOF, en relación a BOF. El %Ealtdiet fue 193% mayor en AOF. La única variable que no resultó afectada significativamente por la OF fue el índice de selección hacia el estrato alto.

El G afectó el número de EA/min y B/EA. Los animales cruzados realizaron 1,3 EA/min más y 1,52 B/EA menos que los puros. Los P/EA, el %Ealtdiet, el IS hacia el estrato alto y la TB no resultaron afectadas por el G.

La E afectó los P/EA, el %Ealtdiet y la TB. Al pasar de otoño a invierno, los P/EA aumentaron en 0,07 unidades, el %Ealtdiet aumentó 244% unidades porcentuales y la TB se redujo 4,51 unidades. No se observó efecto de la E sobre EA/min, B/EA e IS.

4.4. CONSUMO DE ENERGÍA Y CONDICIÓN CORPORAL

En el Cuadro 8 se presenta el efecto de la OF, el G, la E del año, la interacción OF*E y la interacción G*E sobre el CENM, PV y CC.

Cuadro 8. Efecto de la OF, G y E sobre el consumo de energía y condición corporal.

	AOF	BOF	CR	PU	INV	OTO	E.E	P-valor		
								OF	G	E
CENM	12,4	12,1	11,1	13,5	12,6	11,9	0,17	0,65	0,04	0,33
CC	5,2	5,5	5,4	5,2	5,4	5,2	0,26	0,54	0,63	0,63

Referencias: CENM= consumo de energía neta de mantenimiento (Mcal/día), PV= peso vivo (kg), CC= condición corporal, E.E= error estándar.

La OF y la E no afectaron el CENM. Sin embargo el mismo si fue afectado por el G ($P=0,04$), siendo 2,4 Mcal/día mayor en los animales puros, aunque este mayor CENM no se reflejó en una mayor CC ($P=0,63$). La CC tampoco fue afectada por la OF, ni por la E.

4.5. CORRELACIONES ENTRE VARIABLES DE COMPORTAMIENTO INGESTIVO

El número de EA/min se correlacionó negativamente con el número de P/EA ($r=-0,65$, $p=0,08$; Figura 11a) y con el número de B/EA ($r=-0,87$, $p<0,05$; Figura 11b). No se encontró correlación significativa entre el número de EA/min y TB (Figura 11c), ni entre el número de EA/min y %Ealtdiet (Figura 11d). Por otro lado, el %Ealtdiet se correlacionó negativamente con la TB ($r=-0,92$, $p<0,05$; Figura 11e) y positivamente con el número de P/EA ($r=0,69$, $p=0,055$; Figura 11f). No se encontraron correlaciones significativas entre la TB y P/EA (Figura 11g), ni entre TB y B/EA (Figura 11g).

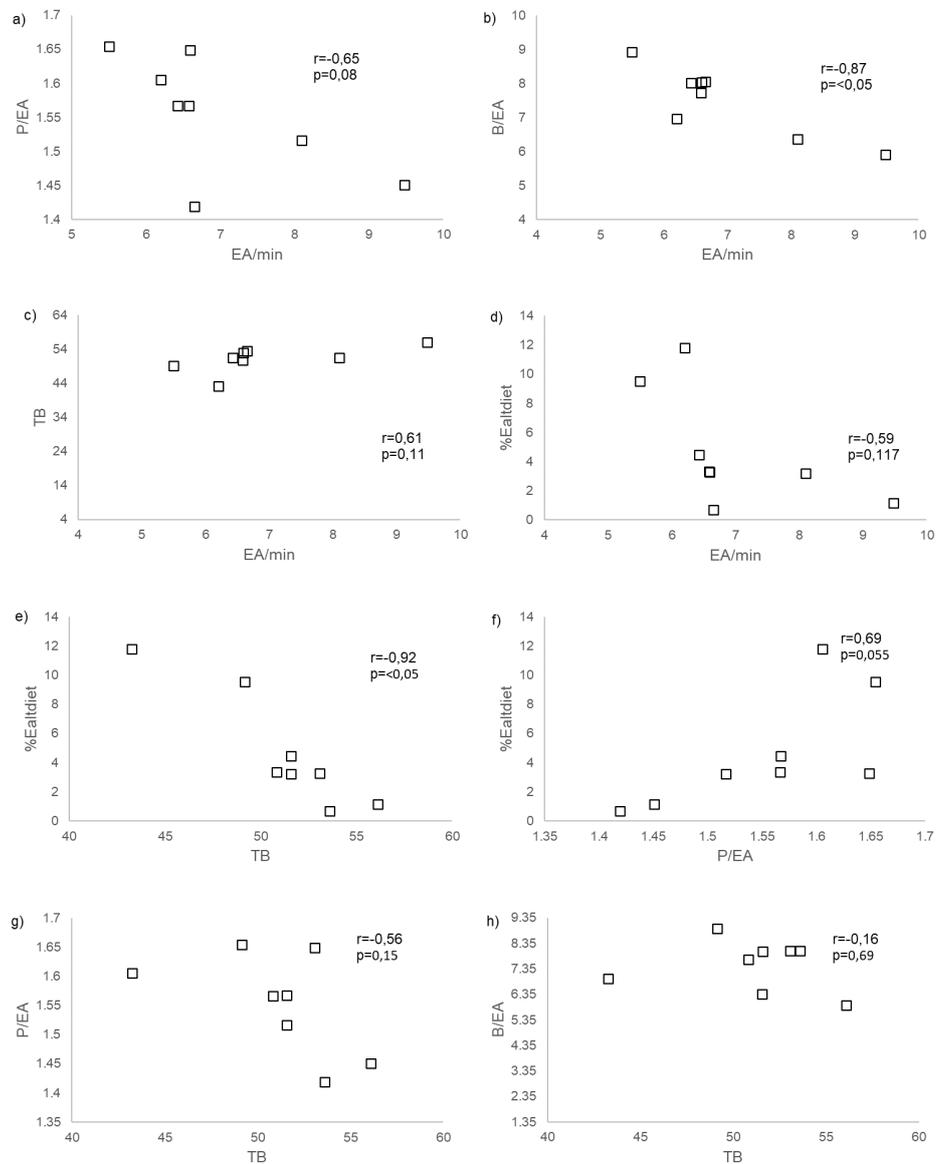


Figura 11. Relación entre variables de comportamiento ingestivo.(a) EA/min vs P/EA, (b) EA/min vs B/EA, (c) EA/min vs TB, (d) EA/min vs %Ealtdiet, (e) %Ealtdiet vs TB, (f) %Ealtdiet vs P/EA, (g) TB vs P/EA, (h) TB vs B/EA.

4.6. RELACIÓN ENTRE VARIABLES DE ESTRUCTURA DE FORRAJE, COMPORTAMIENTO Y CONSUMO DE ENERGÍA

Se encontró relación entre la MFV y el número de EA/min durante invierno. Sin embargo, no se encontraron relaciones entre EA/min y ninguna de las variables de la pastura estudiadas durante otoño.

$$EA/min = 10,3699 - 0,00338MFV \quad (R^2=0,92) \quad (1)$$

También se generó una ecuación de regresión donde el %EALDiet es explicado por la ALTEbaj y %EALTPast:

$$\%EALDiet = 21,5745 - 7,2593ALTEbaj + 0,4733\%EALTPast \quad (R^2=0,65) \quad (2)$$

Los coeficientes de regresión parcial indican un efecto negativo de la ALTEbaj ($P=0,04$) sobre el %EALDiet. Por su parte, %EALTPast ($P=0,05$) tiene un efecto negativo sobre el % de bocados en estrato alto.

Por otro lado, se encontró que la ALTEbaj y el %EALTPast explicarían el IS:

$$ISealt = 2,2144 - 0,729alTEbaj - 0,03334\%ealtpast \quad (R^2=0,89) \quad (3)$$

De acuerdo a los coeficientes de regresión parcial, tanto ALTEbaj ($P<0,01$), como %EALTPast ($P=0,05$) afectarían de forma negativa el ISealt.

Finalmente, el CENM fue explicado por una ecuación con EA/min, EA/min^2 , %MV, %EALTPast y %EALDiet como variables predictoras:

$$CENM = 4,0272ea/min - 0,3170ea/min^2 \quad (R^2=0,47) \quad (4)$$

Los coeficientes de regresión parcial indican un efecto cuadrático del número de EA/min sobre el CENM, con el máximo ubicado en 6,35 EA/min. El nivel de significancia para EA/min es $<0,0001$, mientras que para EA/min^2 es de 0,0010.

Al ampliar la base de datos con los datos de Machado (2020) se encontró una disminución cuadrática en el número de EA/min al aumentar la MFV (Figura 12).

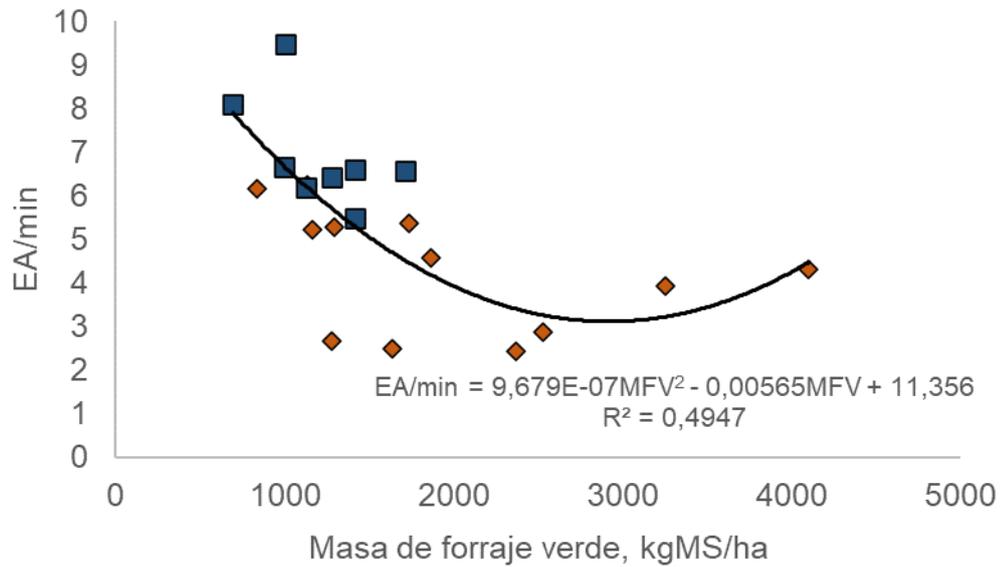


Figura 12. EA/min en función de la masa de forraje verde.

Fuente: elaborado con base en Machado (2020).

Nota: rombos naranjas pertenecen a datos de Machado (2020) y cuadrados azules pertenecen a datos propios.

5. DISCUSIÓN

El consumo diario de energía fue afectado por el comportamiento y selectividad a nivel de EA, los cuales, a su vez, fueron afectados por la OF, el G de la vaca y la E.

El número de EA/min fue mayor en BOF. El efecto de la OF sobre el comportamiento a nivel de EA estaría relacionado con cambios en la estructura de la pastura. Se encontró una disminución cuadrática en el número de EA/min con el incremento en la masa de forraje verde (Figura 12), lo cual, coincide con antecedentes previos (Palhano et al., 2006, Gonçalves, 2009). En nuestro caso, sin embargo, es probable que la respuesta observada en el número de EA/min al aumentar la masa de forraje verde haya estado asociada a un incremento en el porcentaje de área cubierta por estrato alto con el aumento en la masa de forraje verde. Esto se debe a que no se observaron diferencias en la altura del estrato bajo entre las diferentes OF, y de acuerdo con los resultados de Gonçalves (2009), frente a similares alturas de estrato bajo, sería de esperarse un número de EA/min similar. La disminución en el número de EA/min al incrementarse el área cubierta por estrato alto podría explicarse porque el aumento en la frecuencia de estrato alto podría ser interpretado por el animal como un incremento en la distancia entre EA y parches de estrato bajo (sitios preferidos por el animal), lo cual de acuerdo con Searle et al. (2006) puede afectar el tiempo/EA, y por lo tanto el número de EA/min y bocados/EA. Esta interpretación podría estar soportada por el incremento en el número de P/EA al aumentar la OF. Además, está apoyada por el teorema del valor marginal (Charnov, 1976), ya que, de acuerdo al mismo, al incrementarse la distancia entre EA, el animal debería realizar un mayor número de bocados/EA, y pasar un mayor tiempo/EA, redundando en un menor número de EA/min, como sucedió en nuestro caso. A su vez, puede ser soportada cuando analizamos experimentos de pastoreo como el de García et al. (2003), quienes en su tratamiento de baja carga, al aumentar la heterogeneidad horizontal en la pastura, observaron un incremento en el tiempo/EA, B/EA y P/EA. Desde el punto de vista de la selectividad a nivel de EA, este comportamiento implicaría que al aumentar la frecuencia de estrato alto, las vacas seleccionaron de forma más cuidadosa que EA pastorear (más P/EA), probablemente, para evitar EA con altas proporciones de estrato alto, y que a su vez, cuando encontraron EA con las características deseadas, las vacas realizaron un mayor número de B/EA y destinaron un mayor tiempo dentro de la EA.

El porcentaje de bocados totales realizados en el estrato alto y el índice de selección hacia el estrato alto resultaron afectados por la OF y la estructura de la pastura asociada. Se encontró que el ISealt resultó

negativamente afectado por el porcentaje de área cubierta por estrato alto (ver ecuación 3), variable que fue 2,3 veces mayor en AOF, a pesar de no mostrar diferencias significativas con BOF. El aumento en el porcentaje de bocados totales realizados en el estrato alto al aumentar la OF estaría asociado a un incremento en el porcentaje de área cubierta por estrato alto (ver ecuación 2), lo cual es concordante con reportes que indican que la composición de la dieta se relaciona positivamente con la frecuencia de los componentes en la pastura (Dumont et al., 2007b, Bremm et al., 2012, Bremm et al., 2016, Azambuja, 2019). Este comportamiento podría deberse a que los aumentos en % de estrato alto en la pastura implicarían que para mantener una dieta similar a la de preferencia (sin restricciones impuestas por el ambiente), el animal debería incurrir en grandes costos de selección, los cuales determinarían un menor beneficio neto de energía (consumo de energía-gasto de energía) (Thornley et al., 1994). En cuanto al índice de selección hacia el estrato alto, este fue más negativo en AOF, lo cual se asociaría a un mayor porcentaje de área cubierta por estrato alto (ver ecuación 3), concordando con Bremm et al. (2016). Desde el punto de vista de la estrategia de pastoreo, una disminución en el índice de selectividad hacia el estrato alto al aumentar el área cubierta por este, implica que ambientes más complejos espacialmente, plantean la necesidad de un mayor esfuerzo de selección por parte del animal (Azambuja, 2019).

No se observaron diferencias en el CENM causadas por la OF. Esto es coincidente con los datos de Gómez (2022), quien no observó diferencias en el consumo de energía en vacas de cría durante gestación, trabajando con OF similares a las del presente experimento y estructuras de pastura con una mayor masa de forraje y altura que en el presente experimento. De hecho, Gómez (2022) durante invierno observó una tendencia a un mayor consumo de energía por parte de los animales de BOF, diferencia probablemente destinada a mayores costos de mantenimiento, asociados a un mayor costo energético de la actividad de pastoreo. Como en nuestro caso, la estimación de consumo de energía no toma en cuenta estas posibles diferencias de gasto energético en pastoreo causadas por las diferentes estructuras de pastura, y considerando una mayor tasa de bocado y mayor tiempo de pastoreo en BOF (Cabrera¹), es probable que el consumo de BOF haya sido subestimado en relación con AOF.

Como se mencionó previamente, considerando que la altura del estrato bajo no difirió entre OF, es probable que la frecuencia de estrato alto en la parcela haya inducido cambios en el comportamiento a nivel de EA. De acuerdo con los datos de García et al. (2003) se podría esperar que frente a

¹ Cabrera, J. 2023. Patrón de pastoreo y movimiento de vacas puras y cruza sobre campo natural bajo distintas ofertas de forraje durante la gestación media y tardía (sin publicar).

iguales alturas de estrato bajo, o incluso mayores, un mayor número de bocados/EA, como sucedió en AOF, redunde en un menor peso de bocado, y por lo tanto menor tasa de consumo, pudiendo finalmente afectar al consumo de energía. En nuestro caso, se observó una relación cuadrática entre el número de EA/min y el CENM (ver ecuación 4), lo cual podría indicar que dicha disminución en el peso de bocado fue más que compensada de algún modo dentro de cierto rango de EA/min. El número de EA/min en AOF fue cercano al número de EA/min relacionado con el máximo CENM. Probablemente, en AOF, la caída en el peso de bocado haya estado compensada por un mayor % de bocados totales realizados en el estrato alto (Azambuja, 2019). Sin embargo, considerando que el tiempo de rumia fue mayor en AOF (Cabrera¹), y que un mayor tiempo de rumia se puede relacionar positivamente con un mayor consumo de materia seca (Souza et al., 2022), para que el consumo de energía entre AOF y BOF haya sido similar, el valor nutritivo de la dieta de las vacas de AOF, debe haber sido menor a las de BOF. Por lo tanto, una de las formas por las que los animales de BOF, compensaron el menor peso de bocado puede haber sido la ingestión de una dieta de mayor valor nutritivo (Anexo 2), dada por un menor % de bocados totales realizados en el estrato alto. Además, en BOF, un menor % de bocados totales en el estrato alto permitió una mayor tasa de bocado (figuras 10e), lo cual en conjunto con una dieta de mayor valor nutritivo permitiría compensar parcialmente el menor peso de bocado a través de una reducción de la diferencia en la tasa de consumo de materia seca digestible entre AOF y BOF (García et al., 2003). Otra de las formas que utilizaron los animales de BOF para compensar el menor peso de bocado general puede haber estado dada por un mayor tiempo de pastoreo en relación a las vacas de AOF (Cabrera¹). Cabe destacar que si bien, en BOF se incrementó el tiempo de pastoreo con relación a AOF, en ambos casos, el tiempo de pastoreo fue bastante inferior al observado por Scarlato (2011) con vacas de cría pastoreando campo natural con una altura de forraje inferior. De acuerdo con García et al. (2003) esto podría indicar que en ninguno de los dos casos las vacas buscaron maximizar el CENM, lo cual podría deberse a un alto costo energético de selección o de la toma de los mejores ítems de la pastura (García et al., 2003).

Durante invierno, los animales de ambas OF mantuvieron un CENM similar al de otoño, a pesar de que la altura del estrato bajo fue menor. Considerando que durante invierno, asociado a una menor altura del estrato bajo, las vacas de ambas OF aumentaron el % de bocados totales en el estrato alto (ver ecuación 2), cabría esperar una disminución en el valor nutritivo de la dieta ingerida (Azambuja, 2019). Sin embargo, considerando que el tiempo de rumia no varió significativamente entre otoño e invierno

¹ Cabrera, J. 2023. Patrón de pastoreo y movimiento de vacas puras y cruza sobre campo natural bajo distintas ofertas de forraje durante la gestación media y tardía (sin publicar).

(Cabrera¹), se podría inferir que las dietas no difirieron demasiado en el valor nutritivo, ya que de acuerdo con Souza et al. (2022), el consumo de materia seca se relaciona positivamente con el tiempo de rumia. Esto podría estar asociado a un aumento en los requerimientos de energía de las vacas en invierno con respecto a otoño, asociados al último tercio de gestación. De acuerdo con Farruggia et al. (2006), al incrementarse los requerimientos energéticos, los animales incrementan su selección por parches verdes, en busca de un mayor valor nutritivo, a pesar de que se reduzca su proporción en la pastura, como sucedió con el % de verde en el estrato bajo en invierno. Si bien, no se encontraron diferencias significativas en el número de EA/min entre otoño e invierno, estas se redujeron un 10,5%, mientras que el número de B/EA aumentó solo un 1,9%, lo cual indicaría que dentro de una EA las vacas demoraron más en tomar cada bocado, cuando en realidad, por la disminución en la altura del estrato bajo, se esperaría un menor tiempo por bocado (Gonçalves, 2009). El aumento en el tiempo por bocado, sin aumentos en el peso de bocado, podría indicar que dentro de cada EA, las vacas seleccionaron más cuidadosamente cada bocado (García et al., 2003). Además, un aumento en los P/EA al pasar de otoño a invierno podría indicar que las vacas fueron también más selectivas al seleccionar las EA a pastorear (Roguet et al., 1998a). Es probable que dicho aumento en la selección por sitios verdes se haya dado principalmente en el estrato bajo, donde el animal buscó calidad, la cual probablemente haya sido complementada por una búsqueda de cantidad en el estrato alto para contrarrestar el efecto de la reducción en altura del estrato bajo en invierno con relación a otoño (ver ecuación 2) sobre la tasa de consumo de forraje (Gonçalves, 2009), sin que el consumo del mismo llegue a valores que afecten en gran medida al valor nutritivo de la dieta ingerida. A su vez, durante invierno, las vacas pastorearon por más tiempo que en otoño (Cabrera¹), lo cual también podría contribuir a explicar la ausencia de diferencias en el CENM entre ambas estaciones (Anexo 3). Considerando que el tiempo de rumia no difirió entre otoño e invierno (Cabrera¹), es probable que para aumentar el tiempo de pastoreo, las vacas hayan reducido su tiempo de descanso (Gibb et al., 1999).

En cuanto al G, las vacas CR realizaron un mayor número de EA/min que las PU, incluso cuando se incluyó al porcentaje de estrato alto en la pastura como covariable en el modelo de análisis (Anexo 1). Esto podría estar asociado a diferencias en la estrategia de selección de vacas PU y CR, ya que las últimas presentaron un menor rechazo hacia el estrato alto. De hecho, debido a que el ISealt en las CR es cercano a 0, se podría considerar que lo consumieron casi en igual proporción a la que se encontraba en la pastura. Teniendo esto en cuenta, las vacas CR podrían haber visitado con mayor

¹ Cabrera, J. 2023. Patrón de pastoreo y movimiento de vacas puras y cruizas sobre campo natural bajo distintas ofertas de forraje durante la gestación media y tardía (sin publicar).

frecuencia EA con mayores porcentajes de estrato alto que las vacas PU. De ser así, esto determinaría que las vacas CR visiten con mayor frecuencia EA con menor digestibilidad, lo cual, de acuerdo con Hirata et al. (2015) determinaría un mayor número de EA/min y un menor número de bocados/EA, como fue observado, lo cual podría determinar el consumo de una dieta de menor valor nutritivo por parte de las vacas CR en relación a las PU. Otra explicación podría ser que, dentro del estrato bajo, los animales CR también sean menos selectivos que los PU, lo que podría determinar que los primeros pastoreen con mayor frecuencia EA con menor altura, lo cual determinaría un mayor número de EA/min y un menor número de bocados/EA (Hirata et al., 2015).

Si bien no se observaron diferencias significativas en el porcentaje de bocados totales realizados en el estrato alto debido al G, cuando se incluyó al porcentaje de estrato alto en la pastura como covariable en el modelo de análisis, el ISealt de los animales CR fue más cercano a 0, y el de los PU fue más negativo, indicando que los primeros fueron menos selectivos. Este comportamiento de las vacas CR podría explicarse por menores requerimientos de mantenimiento (Ferrell y Jenkins, 1988), los cuales de acuerdo con Rook et al. (2004) podrían determinar un comportamiento menos selectivo, y por lo tanto un menor valor nutritivo de la dieta ingerida. Además, el comportamiento observado, podría ser explicado también por diferencias en el tamaño de los órganos entre las vacas PU y CR. De acuerdo con Casal et al. (2014), las vacas CR presentan un mayor tamaño del retículo-rumen, lo cual les permitiría retener la ingesta por un tiempo más prolongado en el mismo, logrando así una mayor degradación de los alimentos fibrosos (Rook et al., 2004), determinando que este tipo de alimento cause un feedback menos negativo para los animales CR, y que por lo tanto estos lo rechacen en menor medida (Provenza, 1995). A su vez, la idea del consumo de una dieta de menor valor nutritivo por parte de las vacas CR parecería también estar sustentada a niveles mayores de la escala jerárquica espacio-temporal. De acuerdo con los datos de Cabrera¹, no se observaron diferencias en el tiempo de rumia entre las vacas CR y las PU. Considerando que las vacas CR realizan un menor consumo de forraje durante gestación (Do Carmo et al., 2021), sería de esperarse que las vacas CR hubiesen presentado un menor tiempo de rumia (Souza et al., 2022), lo cual no fue observado, y podría asociarse al menos en parte a un mayor porcentaje de FDN en la dieta de las vacas CR (Souza et al., 2022). Además, los datos de Cabrera¹ indican que las vacas CR presentaron sesiones de rumia más largas (5 minutos) que las

¹ Cabrera, J. 2023. Patrón de pastoreo y movimiento de vacas puras y cruza sobre campo natural bajo distintas ofertas de forraje durante la gestación media y tardía (sin publicar).

vacas PU, lo cual también podría asociarse a un mayor porcentaje de FDN en la dieta de las vacas CR (Menegazzi, 2020).

En nuestro caso, el menor CENM de las vacas CR se asocia a la reducción considerada en los costos energéticos de mantenimiento para el cálculo de los requerimientos de energía. Sin embargo, los trabajos de Andresen et al. (2020) y Do Carmo et al. (2021), soportan la idea de que las vacas CR presentan un menor consumo de forraje durante gestación, lo cual en este caso podría estar soportado por los datos de Cabrera¹, quien observó una menor tasa de bocado en los animales CR, lo cual podría llevar a una menor tasa de consumo de forraje, determinando un menor consumo de forraje, ya que el tiempo de pastoreo entre genotipos fue similar. Por otro parte, como se desarrolló previamente, los patrones de comportamiento en pastoreo a nivel de bocado, EA, y niveles superiores, mostrados por las vacas CR en este experimento podrían demostrar que el menor CENM observado en las vacas CR, podría explicarse también por una menor concentración energética de la dieta ingerida (Anexo 4). A su vez, el consumo de una dieta con mayor porcentaje de FDN, también es probable que explique el menor consumo de forraje observado por Do Carmo et al. (2021), ya que puede haber reducido la tasa de pasaje del alimento, causando así una limitación física para el consumo de forraje (McDonald et al., 1999). También explicaría el hecho de que las vacas CR no hayan podido realizar un mayor tiempo de pastoreo (Cabrera¹) para compensar el menor CENM, ya que al consumir una dieta con mayor porcentaje de FDN, se deben esperar aumentos en el tiempo de rumia por kg de materia seca consumida (Abeni, 2022), explicándose así que el tiempo de rumia de las vacas CR no haya diferido del de las PU, a pesar de que durante gestación consumen menos forraje (Do Carmo et al., 2021). Como el tiempo de rumia y el tiempo de pastoreo se relacionan negativamente, la ausencia de diferencias en el tiempo de rumia, determinaría que las vacas PU no hayan podido pastorear por más tiempo, y así aumentar su CENM.

A continuación se discuten las implicancias productivas y ambientales que los tratamientos de OF y G podrían causar, más allá de los observados sobre el CENM.

De acuerdo con Short et al. (1990), el consumo de energía es uno de los principales factores que determinan el anestro post parto, y por lo tanto la probabilidad de preñez. Dentro del consumo de energía, toma especial importancia el consumo de energía en el período pre parto, el cual afecta la CC al parto, variable indicadora de la performance reproductiva (Meteer et al., 2015). Como consecuencia de similares CENM, la CC no difirió entre OF, y su evolución fue incluso superior a la que se propone en la “Propuesta de Manejo del Rodeo de Cría” (Soca y Orcasberro, 1992), por lo cual se obtuvo

un porcentaje de preñez de 90%, independientemente de la OF. Por otra parte, el peso de los terneros al destete fue de 187 kg, independientemente de la OF, por lo cual, considerando una similar carga entre OF, no deberían esperarse diferencias en la producción de carne/ha. Sin embargo, aumentos en la OF podrían presentar otras ventajas, como podría ser una mayor diversidad de grupos funcionales de plantas, que determinen una mayor resiliencia frente a eventos climáticos extremos (Fischer, 2019), una mayor capacidad de competencia especies perennes contra plantas oportunistas (Minervini y Overbeck, 2019), lo cual podría determinar una mayor estabilidad en la producción del campo natural. Además, trabajar con una mayor OF podría determinar una cantidad de microhábitats para invertebrados, determinando una mayor densidad y diversidad de estos en la pastura, lo cual favorece el ciclaje de nutrientes (Podgaiski et al., 2019). A su vez, una mayor OF podría permitir mejoras en la estructura del suelo, lo cual permitiría una mayor conservación de este recurso (Martins y Oliveira, 2019).

En cuanto al G, si bien las vacas CR presentaron un menor CENM, no se hallaron diferencias en la CC. Esto determinó que independientemente del genotipo, el porcentaje de preñez haya sido de 90% y el peso al destete haya sido 187 kg, lo cual determinaría que a igual carga no se observen diferencias en la producción de carne/ha causadas por el genotipo. El hecho de lograr una similar producción de carne/ha, con un menor consumo de forraje, y de energía permitiría una mayor eficiencia en el uso de los mismos (Do Carmo et al., 2021). Además, el menor consumo de forraje con similar producción de carne/hectárea en el caso de las vacas CR podría llevar a una disminución en las emisiones de gases de efecto invernadero, tanto por kg de carne producido como por hectárea (Schirmann et al., 2019). Por otro lado, considerando las diferencias observadas en la selección que realizan las vacas CR y las PU, se podrían plantear esquemas de manejo que contemplen estas diferencias, asignando las pasturas a los diferentes genotipos en función de la estructura que presentan.

Para validar los resultados presentados previamente sería necesario realizar mediciones de consumo de forraje a través de técnicas que incluyan muestreo de heces y forraje, para considerar las diferencias en selectividad que pueden presentar los animales de acuerdo a la OF y al G.

5.1. REFLEXIONES FINALES

A partir de este trabajo se demuestra el efecto que tiene la estructura de la pastura sobre el comportamiento en pastoreo. Al aumentar la cantidad y disminuir la calidad en la pastura los animales seleccionaron más

cuidadosamente que EA pastorear, y una vez encontrada realizaron más bocados dentro de la misma. Esto redundó en un mayor rechazo hacia los parches de estrato alto.

También se demuestra que el efecto del aumento en los requerimientos de energía asociados al avance de gestación y genotipo (estado interno) afectan el comportamiento a nivel de estación de alimentación y la selectividad por parches de estrato alto, teniendo implicancias sobre el consumo de energía.

El hecho de que el comportamiento de los animales a nivel de estación de alimentación y selectividad por parches de estrato alto haya sido plástico en función de la estructura de la pastura y del estado interno de los animales, generó que no se encuentren diferencias en el consumo de energía entre OF y estaciones a pesar de las diferencias en la estructura de pastura.

Además de los cambios en el comportamiento a pequeña escala, también deben considerarse las compensaciones a mayores escalas, como podrían ser la selección a nivel de parche y sitio de alimentación. También se deben tener en cuenta compensaciones realizadas en el tiempo de pastoreo, ya que como se discutió previamente, para lograr compensaciones totales en el consumo de energía, los animales requirieron aumentar su tiempo de pastoreo.

El hecho de trabajar con una pastura más heterogénea donde los animales deben realizar un mayor esfuerzo de selección, no redundó en una mayor productividad (90% destete y 187 kg de peso al destete).

Sin embargo, trabajar con este tipo de pasturas podría generar otras ventajas. Estas ventajas pueden estar asociadas a cuestiones ambientales y de bienestar animal (buena performance, buena CC, tiempo de pastoreo inferior al potencial).

A pesar de que una mayor heterogeneidad horizontal en la pastura determinó un comportamiento más selectivo, no debería esperarse un efecto negativo sobre las especies de mayor valor en campo natural (Caram, 2019).

Una mayor presencia de parches de estrato alto podría promover un mayor secuestro de CO₂ (Ramos, 2022).

Ambos genotipos presentaron 90% de destete y 187 kg de peso al destete. Sin embargo lo lograrían con menor consumo de energía, determinando un uso más eficiente de la misma.

De acuerdo con Gibb (2006), la forma en la que se presenta la heterogeneidad afecta tanto al consumo de forraje, como al tiempo de pastoreo. Esto plantea la necesidad de estudios que evalúen el efecto de

como se presenta la heterogeneidad en campo natural sobre el consumo y demás componentes del comportamiento ingestivo.

6. CONCLUSIONES

La oferta de forraje afectó el comportamiento y selectividad a nivel de estación de alimentación. El efecto de la oferta de forraje probablemente estuvo asociado a los cambios en la proporción de estrato alto en la pastura causados por la misma.

La oferta de forraje no afectó el consumo de energía durante gestación media y tardía. Esto estaría asociado a compensaciones realizadas por los animales de BOF a diferentes niveles de la escala jerárquica espacio-temporal planteada por Bailey et al. (1996).

El genotipo afectó el comportamiento y selectividad a nivel de estación de alimentación. Esto estaría asociado a diferencias en la estrategia de selección entre ambos genotipos.

Un menor consumo de energía por parte de las vacas cruza podría estar asociado a un menor consumo de forraje como lo indica Do Carmo et al. (2021). Además, podría explicarse también por el consumo de una dieta de menor valor nutritivo por parte de las vacas cruza en relación a las puras, como lo sugiere el comportamiento observado en este experimento a diversas escalas espacio-temporales.

7. RESUMEN

Durante el período otoño-invierno de 2021 se estudió el comportamiento ingestivo de vacas de cría multíparas gestantes, a nivel de EA, selección a nivel de bocado y consumo de energía para determinar el efecto de la oferta de forraje (OF) y el grupo genético (G) sobre estas variables. El experimento fue llevado a cabo sobre 49 has de campo natural, mantenidas bajo pastoreo continuo desde el año 2007, pertenecientes a la Estación Experimental “Prof. Bernardo Rossengurt” (EEBR). El diseño experimental fue un arreglo factorial no replicado de OF y G. La OF fue de 8 kgMS/kgPV y 4kgMS/kgPV en otoño para Alta OF (AOF) y Baja OF (BOF), respectivamente, mientras que en invierno fue de 6 kgMS/kgPV para ambas OF. Los G fueron puro (PU, Hereford y Aberdeen Angus) y cruza (CR, F1 cruzamiento recíproco). Los registros de comportamiento ingestivo fueron realizados en abril y junio, mediante la videograbación por 40 minutos en la mañana, y mismo tiempo en la tarde, durante 2 días consecutivos a 3 animales por parcela (unidad experimental). El consumo de energía fue estimado a través de cálculos de requerimiento energético (NRC, 2007), utilizando el peso vivo, variación en condición corporal, peso del ternero al nacer y días en gestación como variables de entrada. Los animales respondieron a las diferentes estructuras de pastura impuestas por las diferentes OF con cambios en el comportamiento ingestivo. Al aumentar la OF se observó una reducción en el número de estaciones de alimentación por minuto (EA/min) (6,22 vs 7,66 AOF vs BOF), mientras que se dio un aumento en el número de pasos por EA (P/EA) (1,62 vs 1,49 AOF vs BOF), bocados por EA (B/EA) (7,92 vs 7,09 AOF vs BOF) y porcentaje de bocados totales realizados en el estrato alto (%Ealtdiet) (6,98 vs 2,38 AOF vs BOF). Al utilizar animales cruza aumentó el número de EA/min (7,59 vs 6,29 CR vs PU) y disminuyó el número de B/EA (6,75 vs 8,27 CR vs PU). El consumo de energía (12,4 vs 12,1 McalEN/d AOF vs BOF) y la condición corporal (5,2 vs 5,5 AOF vs BOF) no se vieron afectadas por la OF, pero el consumo de energía (11,1 vs 13,5 McalEN/d CR vs PU) si se afectó por el G. El consumo de energía fue afectado de forma cuadrática por el número de EA/min. La información colectada permite avanzar en el conocimiento de como los cambios en la estructura de la pastura afectan al comportamiento ingestivo. A su vez permitió determinar que el comportamiento a nivel de EA afecta al consumo de energía, y que además esta variable se afecta negativamente por el aumento en la presencia del estrato alto en la pastura. También se pudo determinar que productivamente no existirían ventajas de trabajar con los niveles de OF de AOF durante gestación media y tardía. Sin embargo, este aumento de OF permite una mayor acumulación de forraje, la cual puede actuar como un seguro ante sequías u otros factores que reduzcan la tasa de crecimiento del forraje.

Palabras clave: comportamiento ingestivo, estación de alimentación, selección de dieta, vacas de cría, consumo de energía

8. SUMMARY

During the autumn-winter period of 2021, the ingestive behavior of multiparous gestating beef cows was studied at the level of feeding station, diet selection at bite level and energy intake to determine the effect of forage allowance (FA) and cow genotype (G) on these variables. The experiment was carried out on 49 ha of native grassland, that has been maintained at continuous stocking since 2007, belonging to the “Prof. Bernardo Rosengurti” Experimental Station (EEBR). The experimental design was a non-replicated factorial arrangement of FA and G. The FA was 8 kgDM/kgLW and 4 kgDM/kgLW in autumn for High FA (HFA) and Low FA (LFA) respectively, while in winter it was 6 kgDM/kgLW for both FAs. The Gs were Pure (PU, Hereford and Aberdeen Angus) and cross (CR, F1 reciprocal crosses). The registers of the ingestive behavior were made in April and June, videorecording for 40 minutes in the morning, and same time in the afternoon, for two consecutive days in 3 animals per plot (experimental units). The energy intake was estimated through energy requirements (NRC, 2007), utilizing live weight, evolution of condition score, birth weight and days of gestation as enter variables. Animals responded to the changes in sward structure imposed by the changes in OF, changing their ingestive behavior. Higher FA caused a reduction in the number of feeding stations per minute (FS/min) (6,22 vs 7,66 HFA vs LFA), while the number of steps per FS (S/FS) (1,62 vs 1,49 HFA vs LFA), bites per FS (B/FS) (7,92 vs 7,09 HFA vs LFA) and the percentage of bites made in the upper stratum of the sward (6,98 vs 2,38 HFA vs LFA) were higher in HFA than in LFA. The use of CR animals increased the number of FS/min (7,59 vs 6,29 CR vs PU) and diminished the number of B/FS (6,75 vs 8,27 CR vs PU). Energy intake (12,4 vs 12,1 McalEN/d HFA vs LFA) and condition score (5,2 vs 5,5 HFA vs LFA) were not affected by FA, but energy intake (11,1 vs 13,5 McalEN/d CR vs PU) was affected by G. Energy intake showed a quadratic response to the FS/min number. The information obtained in this work helps us to advance in the knowledge about how changes on the sward structure affect ingestive behavior. Furthermore, we were able to determine that the FS behavior affects energy intake and that this variable is negatively affected by increasing amounts of sward area covered by the high stratum. In addition, it was determined that there are no productive advantages of working with levels of FA similar to those of HFA during mid-late gestation. However, this increase in FA allows a greater forage mass accumulation, which can act as insurance against droughts or other factors that reduce the forage accumulation rate.

Keywords: ingestive behavior, feeding station, diet selection, beef cows, energy intake

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Abeni, F. 2022. Effects of extrinsic factors on some rumination patterns: A review. *Frontiers in Animal Science*. 3: 1 - 14.
2. Aharoni, Y.; Dolev, A.; Henkin, Z.; Yehuda, Y.; Ezra, A.; Ungar, E. D.; Shabtay, A.; Brosh, A. 2013. Foraging behavior of two cattle breeds, a whole-year study: I. Heat production, activity and energy costs. *Journal of Animal Science*. 91(3): 1381 - 1390.
3. Andresen, C. E.; Wiseman, A. W.; McGee, A.; Goad, C.; Foote, A. P.; Reuter, R.; Lalman, D. L. 2020. Maintenance energy requirements and forage intake of purebred vs. crossbred beef cows. *Translational Animal Science*. 4(2): 1182 - 1195.
4. Azambuja, J. C. R. 2019. Estratégias de forrageamento de bovinos em campo nativo: Identificando categorias funcionais de bocados e suas relações com atributos de ingestão de nutrientes. Tesis Dr. Zootecnia. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul. Faculdade de Agronomia. 104 p.
5. Baggio, C.; Carvalho, P. C.; Silva, J. L.; Anghinoni, I.; Terra, M. L.; Muliterno, J. 2009. Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de azevém-anual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistema de integração lavoura-pecuária. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 38(2): 215 - 222.
6. Bailey, D. W. 1995. Daily selection of feeding areas by cattle in homogeneous and heterogeneous environments. *Applied Animal Behaviour Science*. 45(3-4): 183 - 200.
7. _____; Gross, J. E.; Laca, E. A.; Rittenhouse, L. R.; Coughenour, M. B.; Swift, D. M.; Sims, P. L. 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *Journal Range Manage*. 49(5): 386 - 400.
8. _____; Provenza, F. 2008. Mechanisms determining large – herbivore distribution. In: Prins, H.; Van Langevelde, F. eds. *Resource ecology: Spatial and temporal dynamics of foraging*. Netherlands, Springer. pp. 7 - 28.
9. Bremm, C.; Laca, E. A.; Fonseca, L.; Mezzalira, J. C.; Elejalde, D. A. G.; Gonda, H. L.; Carvalho, P. C. F. 2012. Foraging behaviour of beef heifers and ewes in natural grasslands with distinct proportions of tussocks. *Applied Animal Behaviour Science*. 141(4): 108 - 116.

10. _____.; Carvalho, P. C. F.; Fonseca, L.; Amaral, G. A.; Mezzalira, J. C.; Perez, N. B.; Nabinger, C.; Laca, E. A. 2016. Diet switching by mammalian herbivores in response to exotic grass invasion. (en línea). PLoS ONE. 11(2): 0150167. Consultado dic. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150167>
11. Caram, N. 2019. Patrón de defoliación de campo natural bajo dos ofertas de forraje. Tesis Mag. Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 87 p.
12. Carvalho, P. C. F.; Santos, D. T.; Neves, F. P. 2007. Oferta de forragem como condicionadora da estrutura do pasto e do desempenho animal. *In*: Dall'Agnol, M.; Nabinger, C.; Santana, D. M.; Santos, R. J. eds. Sustentabilidade Produtiva do Bioma Pampa. Porto Alegre, Gráfica Metrópole. pp. 23 - 60.
13. _____.; Gonda, H. L.; Wade, M. H.; Mezzalira, J. C.; Amaral, M. F.; Gonçalves, E. N.; Santos, D. T.; Nadin, L.; Poli, H. E. C. 2008. Características estruturais do pasto e o consumo de forragem: O quê pastar, quanto pastar e como se mover para encontrar o pasto. *In*: Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem (4º., 2008, Viçosa, Brasil). Trabalhos apresentados. Viçosa, UFV. pp. 101 - 130.
14. Casal, A.; Veyga, M.; Astessiano, A. L.; Espasandin, A. C.; Trujillo, A. L.; Soca, P.; Carriquiry, M. 2014. Visceral organ mass, cellularity indexes and expression of genes encoding for mitochondrial respiratory chain proteins in pure and crossbred mature beef cows grazing different forage allowances of native pastures. *Livestock Science*. 167(1): 195 - 205.
15. _____.; Astessiano, A. L.; Espasandin, A. C.; Trujillo, A. I.; Soca, P.; Carriquiry, M. 2016. Changes in body composition during the Winter gestation period in mature beef cows grazing different herbage allowances of native grasslands. *Animal Production Science*. 57(3): 520 - 529.
16. Casalás, F. C. 2019. Dinámica espacio temporal de la estructura del campo natural bajo dos ofertas de forraje. Tesis Mag. Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 73 p.
17. Castaño, J. P.; Giménez, A.; Ceroni, M.; Furest, J.; Aunchayna, R. 2011. Caracterización agroclimática del Uruguay 1980-2009. Montevideo, INIA. 40 p. (Serie Técnica no. 193).

18. Catanese, F.; Distel, R. A.; Villalba, J. J. 2015. Expression of conditioned preference for low-quality food in sheep is modulated by foraging costs. *Animal*. 9(6): 1045 - 1052.
19. Charnov, E. L. 1976. Optimal foraging, the Marginal Value Theorem. *Theoretical Population Biology*. 9(2): 129 - 136.
20. Coleman, S. W.; Forbes, T. D. A.; Stuth, J. W. 1989. Measurements of the plant-animal interface in grazing research. In: Marten, G. C. ed. *Grazing research: Design, methodology, and analysis*. Crop Winsconsin, Science Society of America. pp. 37 - 51.
21. Da Trindade, J. K.; Pinto, C. E.; Neves, F. P.; Mezzalira, J. C.; Bremm, C.; Genro, T. C. M.; Tischler, M. R.; Nabinger, C.; Gonda, H. L.; Carvalho, P. C. F. 2012. Forage allowance as a target of grazing management: Implications on grazing time and forage searching. *Rangeland Ecology & Management*. 65(4): 382 - 393.
22. _____.; Neves, F. P.; Pinto, C. E.; Bremm, C.; Mezzalira, J. C.; Nadin, L. B.; Genro, T. C. M.; Gonda, H. L.; Carvalho, P. C. F. 2016. Daily forage intake by cattle on natural grassland: Response to forage allowance and sward structure. *Rangeland Ecology & Management*. 69(1): 59 - 67.
23. Distel, R. A.; Villalba, J. J.; Laborde, H. E. 1994. Effects of early experience on voluntary intake of low-quality roughage by sheep. *Journal of Animal Science*. 72(5): 1191 - 1195.
24. _____.; Laca, E. A.; Griggs, T. C.; Demment, M. W. 1995. Patch selection by cattle: Maximization of intake rate in horizontally heterogeneous pastures. *Applied Animal Behaviour Science*. 45(1-2): 11 - 21.
25. _____.; Villalba, J. J. 2018. Use of unpalatable forages by ruminants: The influence of experience with the biophysical and social environment. (en línea). *Animals*. 8(4): 56. Consultado dic. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.3390/ani8040056>
26. Do Carmo, M. 2013. Efecto de la oferta de forraje y genotipo vacuno sobre la productividad de la cría vacuna en campos de Uruguay. (en línea). Tesis Mag. Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 78 p. Consultado abr. 2021. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12008/8823>

27. _____.; Sollenberger, L. E.; Carriquiry, M.; Soca, P. 2018. Controlling herbage allowance and selection of cow genotype improve cow-calf productivity in campos grasslands. *The Professional Animal Scientist*. 34(1): 32 - 41.
28. _____.; Genro, T. C. M.; Cibils, A. F.; Soca, P. M. 2021. Herbage mass and allowance and animal genotype affect daily herbage intake, productivity, and efficiency of beef cows grazing native subtropical grassland. (en línea). *Journal of Animal Science*. 99(10): 279. Consultado dic. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1093/jas/skab279>
29. Dolev, A.; Henkin, Z.; Brosh, A.; Yehuda, Y.; Ungar, E. D.; Shabtay, A.; Aharoni, Y. 2014. Foraging behavior of two cattle breeds, a whole-year study: II. Spatial distribution by breed and season. *Journal of Animal Science*. 92(2): 758 - 766.
30. Dumont, B.; Petit, M.; D'hour, P. 1995a. Choice of sheep and cattle between vegetative and reproductive cocksfoot patches. *Applied Animal Behaviour Science*. 43(1): 1 - 15.
31. _____.; D'hour, P.; Petit, M. 1995b. The usefulness of grazing tests for studying the ability of sheep and cattle to exploit reproductive patches of pastures. *Applied Animal Behaviour Science*. 45(1-2): 79 - 88.
32. _____. 1997. Diet preferences of herbivores at pasture. *Annales de Zootechnie*. 46(2): 105 - 116.
33. _____.; Carrerè, P.; D'hour, P. 2002. Foraging in patchy grasslands: Diet selection by sheep and cattle is affected by the abundance and spatial distribution of preferred species. *Animal Research*. 51(5): 367 - 381.
34. _____.; Garel, J. P.; Ginane, C.; Decuq, F.; Farruggia, A.; Pradel, P.; Rigolot, C.; Petit, M. 2007a. Effect of cattle grazing a species-rich mountain pasture under different stocking rates on the dynamics of diet selection and sward structure. *Animal*. 1(7): 1042 - 1052.
35. _____.; Rook, A. J.; Coran, C.; Röver, K. U. 2007b. Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems: 2. Diet selection. *Grass and Forage Science*. 62(2): 159 - 171.
36. El Aich, A.; Moukadem, A.; Rittenhouse, L. R. 1989. Feeding station behavior of free-grazing sheep. *Applied Animal Behavior Science*. 24(3): 259 - 265.

37. Farruggia, A.; Dumont, B.; D'hour, P.; Egal, D.; Petit, M. 2006. Diet selection of dry and lactating beef cows grazing extensive pastures in late autumn. *Grass and Forage Science*. 61(4): 347 - 353.
38. Ferrell, C. L.; Jenkins, T. G. 1988. Influence of biological types on energy requirements. *Beef Research Program Progress Report*. no. 3: 86 - 90.
39. Fischer, F. M. 2019. Estrutura funcional das comunidades vegetais. In: Carvalho, P. C. F.; Wallau, M. O.; Bremm, C.; Bonnet, O.; Da Trindade, J. K.; Da Rosa, F. Q.; De Freitas, T. S.; Moojen, F. G.; Nabinger, C. eds. *NATIVÃO: + de 30 anos de pesquisa em campo nativo*. Porto Alegre, VIAPAMPA. pp. 48 - 49.
40. Ganskopp, D. C.; Bohnert, D. W. 2008. Landscape nutritional patterns and cattle distribution in rangeland pastures. *Applied Animal Behaviour Science*. 116(2-4): 110 - 119.
41. García, F.; Carrère, P.; Soussana, J. F.; Baumont, R. 2003. The ability of sheep at different stocking rates to maintain the quality and quantity of their diet during the grazing season. *Journal of Agricultural Science*. 140(1): 113 - 124.
42. Gibb, M. J.; Huckle, C. A.; Nuthall, R.; Rook, A. J. 1999. The effect of physiological state (lactating or dry) and sward surface height on grazing behaviour and intake by dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*. 63(4): 269 - 287.
43. _____. 2006. Grassland management with emphasis on grazing behaviour. In: Elgersma, A.; Dijkstra, J.; Tamminga, S. eds. *Fresh herbage for dairy cattle: The key to a sustainable food chain*. Wageningen, Springer. pp. 141 - 157.
44. Gillen, R. L.; Krueger, W. C.; Miller, R. F. 1984. Cattle distribution on mountain rangeland in northeastern Oregon. *Journal of Range Management*. 37(6): 549 - 553.
45. Gómez, M. J. 2022. Estimación del gasto energético en vacas de cría con diferentes ofertas de forraje. Tesis Mag. Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 75 p.
46. Gómez, S.; García, Y. K.; Torres, V.; Navarro, J. A. 2012. Procedimientos estadísticos más utilizados en el análisis de medidas repetidas en el tiempo en el sector agropecuario. (en línea). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 46(1): 1 - 7.

47. Gonçalves, E. 2009. Comportamento ingestivo de bovinos e ovinos em pastagem natural da depressão central do rio grande do sul. Tesis Dr. Zootecnia. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomía. 138 p.
48. Gregorini, P.; Gunter, S. A.; Masino, C. A.; Beck, P. A. 2007. Effects of ruminal fill on short-term herbage intake rate and grazing dynamics of beef heifers. *Grass and Forage Science*. 62(3): 346 - 354.
49. _____.; _____.; Beck, P. A.; Caldwell, J.; Bowman, M. T.; Coblenz, W. K. 2009. Short-term foraging dynamics of cattle grazing swards with different canopy structures. *Journal of Animal Science*. 87(11): 3817 - 3824.
50. Hamidi, D.; Komainda, M.; Ton, B.; Harbers, J.; Grinnell, N. A.; Isselstein, J. 2021. The effect of grazing intensity and sward heterogeneity on the movement behavior of suckler cows on semi-natural grassland. (en línea). *Frontiers in Veterinary Science*. 8: 639096. Consultado dic. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.639096>
51. Hart, R. H.; Hepworth, K. W.; Smith, M. A.; Waggoner, J. W. 1991. Cattle grazing behavior on a foothill elk winter range in Southeastern Wyoming. *Journal of Range Management*. 44(3): 262 - 266.
52. Haydock, K. P.; Shaw, N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 15(76): 663 - 670.
53. Hessele, A.; Rutter, M.; Wallin, K. 2008. Effect of breed, season and pasture moisture gradient on foraging behaviour in cattle on semi-natural grasslands. *Applied Animal Behaviour Science*. 111(1-2): 108 - 119.
54. _____.; Dahlström, F.; Bele, B.; Norderhaug, A.; Söderström, M. 2014. Effects of breed on foraging sites and diets in dairy cows on mountain pasture. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*. 10(4): 334 - 342.
55. Hirata, M.; Ogura, S.; Hasegawa, H.; Maćešić, D. 2007. Effect of herbage mass on the selection and use by cattle of fine-scale locations in a progressively grazed tropical grass pasture. *Japanese Society of Grassland Science*. 53(4): 226 - 239.
56. _____.; Sakou, A.; Terayama, Y.; Furuya, M.; Nanba, T. 2008. Selection of feeding areas by cattle in a spatially heterogeneous environment: Selection between two tropical grasses. *Journal of Ethology*. 26(3): 327 - 338.

57. _____.; Nakayama, Y.; Tobisa, M. 2010. Interindividual variability in feeding station behavior in cattle: A preliminary study. *Grassland Science*. 56(2): 108 - 115.
58. _____.; Murakami, K.; Ikeda, K.; Oka, K.; Tobisa, M. 2012. Cattle use protein as a currency in patch choice on tropical grass swards. *Livestock Science*. 150(1-3): 209 - 219.
59. _____.; Matsumoto, Y.; Izumi, S.; Soga, Y.; Hirota, F.; Tobisa, M. 2015. Seasonal and interannual variations in feeding station behavior of cattle: Effects of sward and meteorological conditions. *Animal*. 9(4): 682 - 690.
60. Jacobs, J. 1974. Quantitative measurement of food selection: A modification of the forage ratio and Ivlev 's electivity index. *Oecologia*. 14(4): 413 - 417.
61. Kondo, S. 2011. Recent progress in the study of behavior and management in grazing cattle. *Animal Science Journal*. 82(1): 26 - 35.
62. Kyriazakis, I.; Tolkamp, B. J.; Emmans, G. 1999. Diet selection and animal state: An integrative framework. *Proceedings of the Nutrition Society*. 58(4): 765 - 772.
63. Lathrop, W. J.; Kress, D. D.; Havstad, K. M.; Doornbos, D. E.; Ayers, E. L. 1988. Grazing behavior of rangeland beef cows differing in milk production. *Applied Animal Behaviour Science*. 21(4): 315 - 327.
64. Lemaire, G.; Belanger, G. 2020. Allometries in plants as drivers of forage nutritive value: A review. (en línea). *Agriculture*. 10(1): 5. Consultado ene. 2023. Disponible en <https://doi.org/10.3390/agriculture10010005>
65. McDonald, P.; Edwards, R. A.; Greenhalgh, J. F. D.; Morgan, C. A. 1999. *Nutrición animal*. 5a. ed. Zaragoza, Acriba. 600 p.
66. Machado, F. D. 2020. Análisis del patrón de pastoreo de vacas de cría frente a cambios en la oferta de forraje de campo natural. Tesis Mag. Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 90 p.
67. McIntosh, M. M.; Cibils, A. F.; Estell, R. E.; Nyamuryekung'e, S.; González, A. L.; Gong, K.; Cao, H.; Spiegel, S. A.; Soto-Navarro, S. A.; Blair, A. D. 2021. Weight gain, grazing behavior and carcass quality of desert grass-fed Rarámuri Criollo vs. crossbred steers. (en línea). *Livestock Science*. 249: 104511. Consultado dic. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104511>

68. MAP. DIEA (Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos y Fertilizantes, UY). 1979. Carta de reconocimiento de Suelos del Uruguay: Tomo III descripción de las unidades de suelos. Montevideo. 452 p.
69. Martins, A. P.; Oliveira, L. G. 2019. Impactos no solo. In: Carvalho, P. C. F.; Wallau, M. O.; Bremm, C.; Bonnet, O.; Da Trindade, J. K.; Da Rosa, F. Q.; De Freitas, T. S.; Moojen, F. G.; Nabinger, C. eds. NATIVÃO: + de 30 anos de pesquisa em campo nativo. Porto Alegre, VIAPAMPA. pp. 58 - 61.
70. Mellado, M.; Rodríguez, A.; Olvera, A.; Villarreal, J. A.; López, R. 2004. Age and body condition score and diets of grazing goats. *Journal of Range Management*. 57(5): 517 - 523.
71. Menegazzi, G. 2020. Efecto de la altura postpastoreo en el comportamiento ingestivo, consumo de materia seca y producción de leche de vacas holando. Tesis Mag. Ciencias Agropecuarias. Paysandú, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 58 p.
72. Meteer, W. C.; Shike, D. M.; De Cardoso, F. C. 2015. Prepartum and postpartum nutritional management to optimize fertility in beef cattle. *Acta Scientiae Veterinariae*. 43: 1 - 18.
73. Mezzalira, J. C. 2009. O manejo do pastejo em ambientes pastoris heterogêneos: Comportamento ingestivo e produção animal em distintas ofertas de forragem. Tesis Mag. Zootecnia. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande de Sul. Faculdade de Agronomia. 184 p.
74. _____; Carvalho, P. C. F.; Da Trindade, J. K.; Bremm, C.; Fonseca, L.; Amaral, M. F.; Reffatti, M. V. 2012a. Produção animal e vegetal em pastagem nativa manejada sob diferentes ofertas de forragem por bovinos. *Ciência Rural*. 42(7): 1264 - 1270.
75. _____; Bremm, C.; Da Trindade, J. K.; Nabinger, C.; Carvalho, P. C. F. 2012b. The ingestive behaviour of cattle in large-scale and its application to pasture management in heterogeneous pastoral environments. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 2: 909 - 916.
76. _____; _____; _____; Gonda, H. L.; Vieira, P. C.; Carvalho, P. C. F. 2013. Ingestive behaviour from the feeding station to patch level in heterogeneous environments. *Journal of Animal Science Advances*. 3(12): 613 - 623.

77. Minervini, G.; Overbeck, G. 2019. Banco de Sementes. *In*: Carvalho, P. C. F.; Wallau, M. O.; Bremm, C.; Bonnet, O.; Da Trindade, J. K.; Da Rosa, F. Q.; De Freitas, T. S.; Moojen, F. G.; Nabinger, C. eds. NATIVÃO: + de 30 anos de pesquisa em campo nativo. Porto Alegre, VIAPAMPA. pp. 50 - 51.
78. Montgomery, D. 2004. Diseño y análisis de experimentos. 2a. ed. Baldeiras, Limusa. 686 p.
79. Moojen, E. L.; Maraschin, G. E. 2002. Potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a níveis de oferta de forragem (en línea). *Ciência Rural*. 32(1): 127 - 132. Consultado abr. 2021. Disponible en <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782002000100022>
80. Mott, G. O.; Lucas. H. L. 1952. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. *In*: International Grassland Congress (6th., 1952, Pennsylvania). Proceedings. Pennsylvania, Pennsylvania State College. pp. 1380 - 1385.
81. Nabinger, C.; Carvalho, P. C. F.; Pinto, E. C.; Mezzalira, J. C.; Brambilla, D. M.; Boggiano, P. 2011. Servicios ecosistémicos de las praderas naturales: ¿Es posible mejorarlos con más productividad? *Asociación Latinoamericana de Producción Animal*. 19(3-4): 27 - 34.
82. Neves, F. P.; Carvalho, P. C. F.; Nabinger, C.; Jacques, A. V. Á.; Carassai, I. J.; Tentardini, F. 2009. Estratégias de manejo da oferta de forragem para recria de novilhas em pastagem natural. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 38(8): 1532 - 1542.
83. Novellie, P. A. 1978. Comparison of the foraging strategies of blesbok and springbok on the Transvaal highveld. *South African Journal of Wildlife Research*. 8(4): 137 - 144.
84. NRC (National Research Council, CA). 2007. Nutrient requirements of beef cattle. 7th. ed. Washington, National Academy Press. 232 p.
85. Nyamuryekung'e, S.; Cibils, A. F.; Estell, R. E.; McIntosh, M.; VanLeeuwen, D.; Steele, C.; González, A. L.; Spiegel, S.; Continanza, F. G. 2021. Foraging behavior of heritage versus desert-adapted commercial rangeland beef cows in relation to dam-offspring contact patterns. *Rangeland Ecology & Management*. 74: 43 - 49.
86. Ogura, S.; Sekino, R.; Hirata, M. 2004. Foraging behavior of cattle in a Bahiagrass (*Paspalum notatum* Flüggé) pasture: Investigation at a feeding station scale. *Grassland Science*. 50(2): 147 - 153.

87. O'Reagain, P. J.; Grau, E. A. 1995. Sequence of species selection by cattle and sheep on South African sourveld. *Journal of Range Management*. 48(4): 314 - 321.
88. _____.; Schwartz, J. 1995. Dietary selection and foraging strategies of animals on rangeland - Coping with spatial and temporal variability. *In*: Journet, M.; Grenet, E.; Farce, M. H.; Thériez, M.; Demarquilly, C. eds. *Recent developments in the nutrition of herbivores*. Paris, INRA. pp. 407 - 423.
89. Palhano, A. L.; Carvalho, P. C. F.; Dittrich, J. R.; Moraes, A.; Silva, S. C.; Monteiro, A. L. G. 2006. Padrões de deslocamento e procura por forragem de novilhas leiteiras em pastagem de capim-mombaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 35(6): 2253 - 2259.
90. Pauler, C. M.; Isselstein, J.; Berard, J.; Braunbeck, T.; Schneider, M. K. 2020. Grazing allometry: Anatomy, movement, and foraging behavior of three cattle breeds of different productivity. (en línea). *Frontiers in Veterinary Science*. 7: 494. Consultado dic. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00494>
91. Peinetti, H. R.; Fredrickson, E. L.; Peters, D. P. C.; Cibils, A. F.; Roacho-Estrada, J. O.; Laliberte, A. S. 2011. Foraging behavior of heritage versus recently introduced herbivores on desert landscapes of the American Southwest. (en línea). *Ecosphere*. 2(5): 57. Consultado dic. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1890/ES11-00021.1>
92. Peterson, R. A.; Woolfolk, E. J. 1955. Behavior of Hereford cows and calves on short grass range. *Journal of Range Management*. 8(2): 51 - 57.
93. Pinto, C. E.; Wallau, M.; Boldrini, I. 2019. Estrutura da vegetação e composição florística. *In*: Carvalho, P. C. F.; Wallau, M. O.; Bremm, C.; Bonnet, O.; Da Trindade, J. K.; Da Rosa, F. Q.; De Freitas, T. S.; Moojen, F. G.; Nabinger, C. eds. *NATIVÃO: + de 30 anos de pesquisa em campo nativo*. Porto Alegre, VIAPAMPA. pp. 16 - 20.
94. Podgaiski, L. R.; Fischer, F. M.; Winck, B.; Dröse, W.; Padilha, W. C.; Moraes, R. M.; Mendonça, M. 2019. Diversidade de invertebrados e decomposição da matéria orgânica. *In*: Carvalho, P. C. F.; Wallau, M. O.; Bremm, C.; Bonnet, O.; Da Trindade, J. K.; Da Rosa, F. Q.; De Freitas, T. S.; Moojen, F. G.; Nabinger, C. eds. *NATIVÃO: + de 30 anos de pesquisa em campo nativo*. Porto Alegre, VIAPAMPA. pp. 52 - 54.

95. Pontes-Prates, A.; Carvalho, P. C.; Laca, E. A. 2020. Mechanisms of grazing management in heterogeneous swards. (en línea). Sustainability. 12(20): 8676. Consultado dic. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.3390/su12208676>
96. Provenza, F. D. 1995. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. Journal of Range Management. 48(1): 2 - 17.
97. _____. 1996. Acquired aversions as the basis for varied diets of ruminants foraging on rangelands. Journal of Animal Science. 74(8): 2010 - 2020.
98. Ramos, F. 2022. Estudio del contenido de carbono orgánico del suelo en sistemas ganaderos con diferentes intensidades de pastoreo en campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 113 p.
99. Rivero, M. J.; Grau-Campanario, P.; Mullan, S.; Held, S. D. E.; Stokes, J. E.; Lee, M. R. F.; Cardenas, L. M. 2021. Factors affecting site use preference of grazing cattle studied from 2000 to 2020 through GPS Tracking: A review. (en línea). Sensors. 21(8): 2696. Consultado dic. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.3390/s21082696>
100. Roguet, C.; Prache, S.; Petit, M. 1998a. Feeding station behaviour of ewes in response to forage availability and sward phenological stage. Applied Animal Behaviour Science. 56(2-4): 187 - 201.
101. _____.; Dumont, B.; Prache, S. 1998b. Selection and use of feeding sites and feeding stations by herbivores: A review. Annales de zootechnie. 47(4): 225 - 244.
102. Rook, A. J.; Dumont, B.; Isselstein, J.; Osoro, K.; WallisDeVries, M. F.; Parente, G.; Mills, J. 2004. Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pastures: A review. Biological Conservation. 119(2): 137 - 150.
103. Ruyle, G. B.; Dwyer, D. D. 1985. Feeding stations of sheep as an indicator of diminished forage supply. Journal of Animal Science. 61(2): 349 - 353.
104. Sæther, N. H.; Sickel, H.; Norderhaug, A.; Sickel, M.; Vangen, O. 2006. Plant and vegetation preferences for a high and a moderate yielding Norwegian dairy cattle breed grazing semi-natural mountain pastures. Animal Research. 55(5): 367 - 387.

105. Santos, D. T. 2007. Manipulação da oferta de forragem em pastagem natural: Efeito sobre o ambiente de pastejo e o desenvolvimento de novilhas de corte. Tesis Dr. Zootecnia. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomía. 259 p.
106. SAS Institute, US. 2021. SAS: OnDemand for Academics versión 2021. (en línea). North Carolina. Consultado abr. 2022. Disponible en https://www.sas.com/en_us/software/on-demand-for-academics.html
107. Sawalhah, M. N.; Cibils, A. F.; Maladi, A.; Cao, H.; Vanleeuwen, D. M.; Holechek, J. L.; Black Rubio, C. M.; Wesley, R. L.; Endecott, R. L.; Mulliniks, T. J.; Petersen, M. K. 2016. Forage and weather influence day versus nighttime cow behavior and calf weaning weights on rangeland. *Rangeland Ecology & Management*. 69(2): 134 - 143.
108. Scarlato, S. 2011. Conducta de vacas de cría en pastoreo de campo nativo: Efecto de la oferta de forraje sobre la expresión del patrón temporal y espacial de pastoreo. Tesis Mag. Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 71 p.
109. Schirmann, J.; Bastos, D. F.; Cezimbra, I. M.; Bonnet, O. J. F.; Bayer, C. 2019. Balanço de carbono e emissão de gases de efeito de estufa. In: Carvalho, P. C. F.; Wallau, M. O.; Bremm, C.; Bonnet, O.; Da Trindade, J. K.; Da Rosa, F. Q.; De Freitas, T. S.; Moojen, F. G.; Nabinger, C. eds. NATIVÃO: + de 30 anos de pesquisa em campo nativo. Porto Alegre, VIAPAMPA. pp. 62 - 66.
110. Schoenbaum, I.; Kigel, J.; Ungar, E. D.; Dolev, A.; Henkin, Z. 2016. Spatial and temporal activity of cattle grazing in Mediterranean oak woodland. *Applied Animal Behaviour Science*. 187: 45 - 53.
111. Searle, K. R.; Hobbs, T.; Shipley, L. A. 2005. Should I stay or should I go? Patch departure decisions by herbivores at multiple scales. *Oikos*. 111(3): 217 - 424.
112. _____; Vandervelde, T.; Hobbs, T.; Shipley, L. A.; Wunder, B. A. 2006. Spatial context influences patch residence time in foraging hierarchies. *Oecologia*. 148(4): 710 - 719.
113. Senft, R. L.; Coughenour, M.; Bailey, D.; Rittenhouse, L.; Sala, O.; Swift, D. 1987. Large herbivore foraging and ecological hierarchies. *BioScience*. 37(11): 789 - 799.

114. Short, R. E.; Bellows, R. A.; Staigmiller, R. B.; Berardinelli, J. G.; Custer, E. E. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science*. 68(5): 799 - 816.
115. Soca, P.; Orcasberro, R. 1992. Propuesta de manejo del rodeo de cría en base al estado corporal, altura del pasto y aplicación de destete temporario. In: Orcasberro, R. ed. *Evaluación física y económica de alternativas tecnológicas en predios ganaderos*. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 54 - 56.
116. Solis, J. C.; Byers, F. M.; Schelling, G. T.; Long, C. R.; Greene, L. W. 1988. Maintenance requirements and energetic efficiency of cows of different breed types. *Journal of Animal Science*. 66(3): 764 - 763.
117. Souza, J. G.; Ribeiro, C. V. D. M.; Harvatine, K. J. 2022. Meta-analysis of rumination behavior and its relationship with milk and milk fat production, rumen pH, and total-tract digestibility in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 105(1): 188 - 200.
118. Spiegel, S.; Estell, R. E.; Cibils, A. F.; James, D. K.; Peinetti, H. R.; Browning, D. M.; Roming, K. B.; González, A. L.; Lyons, A. J.; Bestelmeyer, B. T. 2019. Seasonal divergence of landscape use by heritage and conventional cattle on desert rangeland. *Rangeland Ecology & Management*. 72(4): 590 - 601.
119. Steel, R. G. D.; Torrie, J. H. 1985. *Bioestadística: Principios y procedimientos*. 2a. ed. Bogotá, McGraw-Hill. 622 p.
120. Stewart, K. E. J.; Bourn, N. A. D.; Thomas, J. A. 2001. An evaluation of three quick methods commonly used to assess sward height in ecology. *Journal of Applied Ecology*. 38(5): 1148 - 1154.
121. Stuth, J. 1991. Foraging behavior. In: Heitschmidt, R.; Stuth, J. eds. *Grazing management: An ecological perspective*. Oregon, Timber Press. pp. 85 - 108.
122. Thornley, J. H. M.; Parsons, A. J.; Newman, J.; Penning, P. 1994. A cost-benefit model of grazing intake and diet selection in a two-species temperate grassland sward. *Functional Ecology*. 8(1): 5 - 16.
123. Tomkins, N. W.; O'Reagain, P. J.; Swain, D.; Bishop-Hurley, D.; Charmley, E. 2009. Determining the effect of stocking rate on the spatial distribution of cattle for the subtropical savannas. *The Rangeland Journal*. 31(3): 267 - 276.

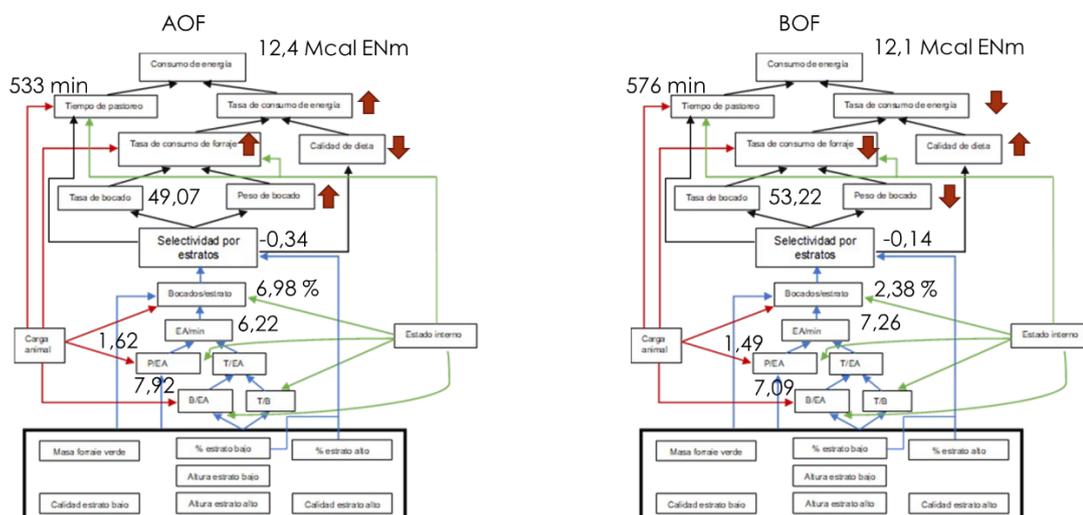
124. Utsumi, S. A.; Cangiano, C. A.; Galli, J. R.; McEachern, M. B.; Demment, M. W.; Laca, E. A. 2009. Resource heterogeneity and foraging behaviour of cattle across spatial scales. (en línea). BMC Ecology. 9(9): 9. Consultado dic. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1186/1472-6785-9-9>
125. Vizcarra, J. A.; Ibañez, W.; Orcasberro, R. 1986. Repetibilidad y reproducibilidad de dos escalas para estimar la condición corporal de vacas Hereford. Investigaciones Agronómicas. 7(1): 45 - 47.
126. Wallis de Vries, M. F.; Daleboudt, C. 1994. Foraging strategy of cattle in patchy grassland. Oecologia. 100: 98 - 106.
127. Wiedmeier, R. W.; Villalba, J. J.; Summers, A.; Provenza, F. D. 2012. Eating a high fiber diet during pregnancy increases intake and digestibility of a high fiber diet by offspring in cattle. Animal Feed Science and Technology. 177(4): 144 - 151.

10. ANEXO

Anexo 1. Efecto de la OF, G y E sobre las variables de comportamiento, incluyendo al % de estrato alto en la pastura como covariable en el modelo de análisis.

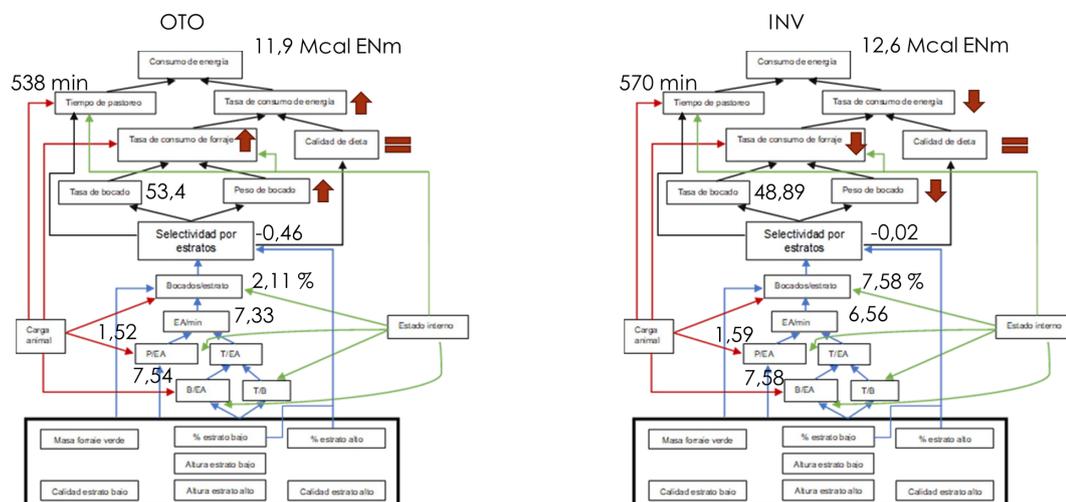
	AOF	BOF	CR	PU	INV	OTO	P-valor			
							OF	G	E	%ealtpast
EA/min	6,63	7,26	7,55	6,33	6,5	7,35	0,1620	0,0189	0,0437	0,0343
P/E A	1,6275	1,4797	1,5340	1,5732	1,5847	1,5225	0,0395	0,3137	0,1518	0,5653
B/E A	7,7334	7,28	6,7647	8,2495	7,6033	7,4109	0,3631	0,0196	0,5963	0,2630
%Ea ltdiet	6,8685	2,4940	4,8869	4,4756	7,2640	2,0984	0,1068	0,7980	0,0395	0,8650
IS	-0,06842	-0,411	-0,06149	-0,4180	-0,05501	-0,4245	0,0389	0,0175	0,0389	0,0034

Anexo 2. Efecto de la selectividad por el estrato alto sobre el comportamiento ingestivo y consumo de energía por parte de las vacas de AOF y BOF.



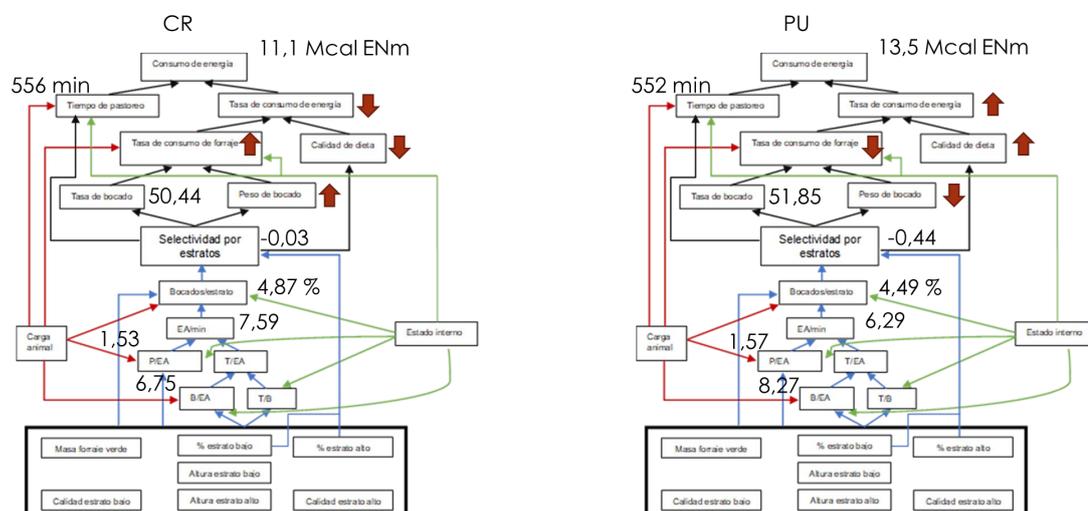
Nota: las vacas de BOF habrían logrado compensar un menor peso de bocado a través de una mayor tasa de bocado, mayor calidad de dieta y mayor tiempo de pastoreo en relación a las vacas de AOF.

Anexo 3. Efecto de la selectividad por el estrato alto durante otoño e invierno sobre el comportamiento ingestivo y consumo de energía.



Nota: durante invierno, las vacas lograrían mantener una similar calidad de dieta que en otoño a pesar de realizar más bocados en el estrato alto, lo cual se asociaría a una búsqueda de mayor calidad en el estrato bajo en otoño en relación a invierno, debido a un aumento en sus requerimientos energéticos asociados al último tercio de gestación. A pesar de consumir más estrato alto, la caída en altura del estrato bajo al pasar de otoño a invierno generaría una caída en el peso de bocado. La mayor selectividad en el estrato bajo, y el mayor número de bocados en el estrato alto, además generarían una caída en la tasa de bocado, generando una menor tasa de consumo de forraje y de energía. La compensación total del consumo se realizaría a través de un mayor tiempo de pastoreo.

Anexo 4. Efecto de la selectividad por el estrato alto en los genotipos CR y PU sobre el comportamiento ingestivo y consumo de energía.



Nota: De acuerdo con los datos de Cabrera¹, la tasa de bocado fue menor en los animales CR (44,5 bocados/ minuto CR vs 53 bocados/minuto PU; <0,1), lo cual podría llevar a que en realidad la tasa de consumo de forraje en las vacas CR haya sido menor que en las PU, a pesar de un mayor peso de bocado, lo cual a igual tiempo de pastoreo determinaría un menor consumo de forraje entre genotipos. A su vez, un igual consumo de forraje, junto con una dieta de menor valor energético, determinarían el menor consumo de energía observado por parte de las vacas CR. Las diferencias observadas entre nuestros datos y los de Cabrera¹ en la tasa de bocado, probablemente estén asociadas al método y lapso de medición de la misma, siendo una medición más precisa la utilizada por Cabrera¹.

¹Cabrera, J. 2023. Patrón de pastoreo y movimiento de vacas puras y cruza sobre campo natural bajo distintas ofertas de forraje durante la gestación media y tardía (sin publicar).