

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE  
TERNEROS HOLANDO PASTOREANDO VERDEOS PUROS Y MEZCLA

por

Ignacio AMEGLIO GONZÁLEZ

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

MONTEVIDEO

URUGUAY

2018

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

-----

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

-----

Ing. Agr. MSc. David Silveira

Fecha: 27 de agosto de 2018

Autor: Ignacio Eleuterio Ameglio González

## AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Agronomía, en especial a la EEMAC, por brindarnos los medios necesarios para llevar adelante la carrera.

A Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani, director de la tesis, por su apoyo, dedicación y compromiso brindado a lo largo de toda la tesis.

A los Ing. Agr. Javier García e Ing. Agr. Nicolás Caram por la constante ayuda y apoyo brindado a lo largo de la tesis.

A Facultad de Agronomía y los departamentos de Proveeduría, Biblioteca y Bedelías.

A la Lic. Sully Toledo, por el constante asesoramiento sobre la literatura citada.

A los amigos y compañeros que acompañaron e hicieron posible la realización de este trabajo.

A la familia por brindar la oportunidad de poder estudiar y por el constante apoyo a lo largo de toda la carrera.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	2
2.1 VERDEOS DE INVIERNO.....	2
2.2 GRAMÍNEAS.....	3
2.3 LEGUMINOSAS.....	4
2.4 LAS ESPECIES Y CULTIVARES UTILIZADOS.....	5
2.4.1 <u><i>Lolium multiflorum</i></u> .....	5
2.4.2 <u><i>Trifolium vesiculosum</i></u> .....	7
2.4.3 <u><i>Trifolium resupinatum</i></u> .....	8
2.5 COMPORTAMIENTO ANIMAL EN PASTOREO.....	10
2.5.1 <u>Factores abióticos</u> .....	10
2.5.2 <u>Factores bióticos</u> .....	11
2.5.3 <u>Factores del animal</u> .....	12
2.6 COMPORTAMIENTO INGESTIVO Y CONSUMO ANIMAL.....	13
2.6.1 <u>Consumo animal en pastoreo</u> .....	13
2.6.2 <u>Tiempo de pastoreo</u> .....	15
2.6.3 <u>Tasa de bocados</u> .....	16
2.6.4 <u>Peso del bocado</u> .....	17
2.6.5 <u>Ajustes para mantener el consumo diario</u> .....	18
2.7 ESTRUCTURA DE LA PASTURA Y SU EFECTO SOBRE EL	

COMPORTAMIENTO ANIMAL.....	19
2.7.1 <u>Características de la pastura que afectan el consumo</u> .....	19
2.8 RESPUESTA ANIMAL AL MANEJO EN PASTOREO .....	23
2.8.1 <u>Asignación de forraje</u> .....	23
2.8.2 <u>Fertilización nitrogenada</u> .....	25
2.8.3 <u>Estrategias de pastoreo</u> .....	26
2.9 HIPÓTESIS BIOLÓGICA.....	28
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	29
3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO DE EVALUACIÓN.....	29
3.2 DESCRIPCIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL.....	29
3.2.1 <u>Antecedentes del área experimental</u> .....	29
3.3 TRATAMIENTOS.....	29
3.3.1 <u>Diseño experimental</u> .....	30
3.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS E ÍNDICE DE TEMPERATURA-HUMEDAD (ITH).....	31
3.5 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	32
3.5.1 <u>Actividades registradas</u> .....	32
3.6 ANÁLISIS DE DATOS.....	35
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	36
4.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA.....	36
4.1.1 <u>Temperatura</u> .....	36
4.1.2 <u>Precipitaciones</u> .....	37
4.1.3 <u>Índice de temperatura y humedad (ITH)</u> .....	39
4.2 CONDICIONES DE LA PASTURA.....	39
4.2.1 <u>Altura</u> .....	39
4.2.2 <u>Oferta de forraje</u> .....	41

4.2.3 <u>Disponible</u> .....	41
4.3 COMPORTAMIENTO INGESTIVO DE LOS ANIMALES.....	42
4.3.1 <u>Pastoreo efectivo</u> .....	44
4.3.2 <u>Pastoreo búsqueda</u> .....	48
4.3.3 <u>Rumia</u> .....	49
4.3.4 <u>Descanso</u> .....	51
4.4 TASA DE BOCADOS.....	52
5. <u>DISCUSIÓN</u> .....	55
6. <u>CONCLUSIONES</u> .....	58
7. <u>RESUMEN</u> .....	59
8. <u>SUMMARY</u> .....	60
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	61

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Ecuaciones utilizadas para el cálculo masa de forraje.....	34
2. Condiciones de la pastura en la entrada y salida, para invierno y primavera dadas por altura, disponibilidad y oferta de forraje según tratamiento .....	40
3. Resumen del análisis estadístico para las diferentes actividades de comportamiento según las distintas variables y las interacciones.....	42
4. Resumen del análisis estadístico para las diferentes actividades de comportamiento según las distintas variables y las interacciones.....	43
Figura No.	
1. Mapa del diseño experimental.....	31
2. Registro de temperaturas para el año 2016, comparadas con la media histórica 1980 – 2009.....	37
3. Registro de precipitaciones mensuales para el año 2016, comparado con la serie histórica 1980 – 2009.....	38
4. Variación diaria de ITH en los días de muestreo.....	39
5. Árbol de regresión para los factores estudiados con porcentaje de	

pastoreo efectivo como variable respuesta.....	47
6. Árbol de regresión para los factores estudiados con porcentaje de pastoreo de búsqueda como variable respuesta.....	49
7. Árbol de regresión para los factores estudiados con porcentaje de rumia como variable respuesta.....	50
8. Árbol de regresión para los factores estudiados con porcentaje de descanso como variable respuesta.....	52
9. Árbol de regresión para los factores estudiados con tasa de bocado como variable respuesta.....	54

## 1. INTRODUCCIÓN

En el Uruguay la ganadería comprende uno de los rubros principales del sector agropecuario, donde año a año se busca encontrar nuevas alternativas para los sistemas de producción, intentando maximizar los resultados productivos y económicos.

La expansión de la agricultura en esta última década junto con el posterior decreto del MGAP que comenzó a regir a partir del año 2013, el cual exige un plan de uso y manejo responsable de suelos, provocó un incremento en el porcentaje de pasturas y verdeos dentro de las rotaciones agrícolas.

El incremento en la utilización de pasturas y verdeos, dio lugar a la valoración de los conocimientos desarrollados sobre estas, a fin de poder aumentar su producción y utilización, obteniendo un mejor resultado económico en el desarrollo de la actividad.

En la nutrición animal generalmente se han reconocido cuatro aspectos básicos que se deben tomar siempre en cuenta: los requerimientos del animal, el contenido nutricional de los alimentos, su digestibilidad y la cantidad consumida por el animal. Específicamente, la nutrición de rumiantes en pastoreo es un proceso complejo con características y problemas particulares (Mejía, 2002).

Los requerimientos del ganado bajo condiciones de pastoreo no se conocen con precisión, debido a que pueden ser modificados por la actividad del pastoreo y las condiciones ambientales. Por otra parte, el valor nutritivo y la digestibilidad son también difíciles de determinar debido a que el animal selecciona su dieta de una combinación de especies y partes de plantas. Pero el factor más crítico en los requerimientos nutricionales de los rumiantes en pastoreo es el desconocimiento de la cantidad consumida voluntariamente. Teóricamente, un animal debe consumir hasta satisfacer sus requerimientos nutricionales, pero el consumo total es limitado por factores físicos y fisiológicos del animal y la planta, estrategias de manejo de plantas y animales y factores ambientales (Mejía, 2002).

Mediante este trabajo se busca evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada en verdeos puros y mezcla sobre el pastoreo de rumiantes, estudiando las distintas variables de comportamiento de terneros, con el fin de proponer nuevas alternativas y medidas de manejo, para intensificar la producción y mejorar los resultados de los sistemas ganaderos.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 VERDEOS DE INVIERNO

Los meses invernales son uno de los momentos críticos en los sistemas de producción ganadera, donde las pasturas tienen bajas tasas de producción de forraje y son muy dependientes de las condiciones climáticas (temperatura, precipitaciones, heladas), pudiendo agravarse aún más la situación, al punto de tener producciones nulas de forraje. Para remediar ello, el sistema debe contar con otras alternativas como la producción de verdeos de invierno, confección de silos, entre otras (Gándara y Pereira, 2014).

Los verdeos de invierno son una de las principales alternativas en el país, ya que brindan a los sistemas un volumen de forraje de alto valor nutritivo en el período otoñal-invernal, donde generalmente existe un marcado déficit de forraje (Zanoniani y Ducamp, 2000).

Dentro de un sistema ganadero la utilización de verdeos de invierno permite mantener mayores dotaciones de animales durante las estaciones en la que los recursos perennes disminuyen la producción, logrando altas dotaciones en primavera, aumentando así la eficiencia de cosecha en la cadena de pastoreo (Amigone et al., 2005).

Los cultivos forrajeros de invierno se caracterizan por su fácil instalación, un rápido aporte de volumen y alta calidad de forraje (Perrachón, 2009). Aun así el corto período de utilización los hace caros frente a otros recursos de mayor duración como las pasturas perennes, por lo tanto se deben extremar las medidas de manejo al máximo para obtener buenos resultados económicos del mismo (Zanoniani y Nöell, 1997).

Para maximizar el aporte de forraje en el sistema, se debe elegir correctamente la especie y el cultivar, teniendo en cuenta no solo el rendimiento total de forraje sino también aspectos de gran importancia como la calidad, estabilidad a lo largo de los años, la curva de producción, condiciones edafoclimáticas de la zona y las necesidades del establecimiento (Amigone, 2003).

Pueden utilizarse tanto para consumo directo como forraje fresco como también conservado, por lo que hay que tener especial cuidado cuando se seleccionan las especies y variedades a utilizar, ya que esta decisión condiciona el comportamiento estacional del verdeo (Zarza y La Manna, 2012).

Actualmente existe un amplio espectro de especies y cultivares que permiten al productor elegir según las necesidades del sistema, y de la situación particular del año (Perrachón, 2009).

El éxito técnico-económico de la inclusión de verdeos en un sistema depende del conjunto de decisiones que implican la planificación de la superficie destinada al verdeo, la elección de la especie y cultivar adecuado como también a la correcta implantación y posterior eficiente utilización del forraje producido (Amigone, 2004).

## 2.2 GRAMÍNEAS

Por lo general son especies anuales, aunque algunas pueden comportarse como bianuales, dependiendo si poseen o no requerimientos de frío, y de que se den las condiciones para que esto se cumpla. Se caracterizan por brindar un forraje de excelente calidad durante otoño, invierno y primavera (Zanoniani y Ducamp, 2000). Producen altos volúmenes de buena calidad en un corto período de tiempo (Zarza y La Manna, 2012).

Como todas las gramíneas, son altamente dependientes del contenido de nitrógeno del suelo, por lo que presentan alta respuesta a la aplicación de este nutriente (Zanoniani y Ducamp, 2000).

Realizar un manejo adecuado es muy importante para favorecer uno de los atributos más requeridos de estas especies, la resiembra natural en caso de especies anuales y bienales o multiplicación vegetativa en perennes. Para ello sean anuales o bienales, hay que favorecer el proceso de semillazón, completo o parcial, para que en el otoño siguiente haya buena cantidad de plántulas (Carámbula, 2010a).

La época de siembra es el factor más importante para obtener una buena producción y utilización del forraje, y su importancia radica principalmente en la dependencia de las plantas forrajeras a los factores climáticos y la variación que existe en estos en la época de siembra (Zanoniani y Nöell, 1997).

En comparación con las leguminosas, las gramíneas tienen mayor adaptación a un amplio rango de suelos, no producen meteorismo, son menos susceptibles a ataques de plagas y enfermedades, proveen materia seca todo el año, le agregan persistencia a las pasturas, y permiten un efectivo control de malezas de hoja ancha (Carámbula, 2010a).

Existe una amplia variedad de gramíneas que pueden ser utilizadas como verdeo de invierno con el fin de contrarrestar el déficit de producción

invernal, entre ellas, avena, cebada, trigo, triticale, centeno y raigrás. Cada una de estas especies y los materiales disponibles de ellas, poseen características que las hacen más recomendables para ciertas situaciones. Tiene como ventaja una alta capacidad de rebrote, permite efectuar más de una cosecha, pastoreo directo, y la producción de heno o ensilaje (Royo et al., 2014).

Los raigrases anuales han adquirido gran importancia como verdeo de invierno, principalmente en sistemas de producción donde hay una alta demanda de forraje de alta calidad. Son de fácil implantación, y a diferencia de los cereales poseen un crecimiento inicial más lento, que se ve compensado con un ciclo más largo, que se extiende hasta mediados de primavera (Amigone, 2004).

A excepción de las especies bianuales, florecen en primavera, y transcurren el verano en forma de semilla, evitando las condiciones adversas de esta estación, baja humedad y altas temperaturas, y luego germinan naturalmente en el otoño (Zanoniani y Ducamp, 2000).

El raigrás junto con el trébol rojo, es la mezcla más reconocida y recomendada a nivel mundial para la producción de heno, gracias a su elevado valor nutritivo y destacada apetecibilidad en importantes cantidades de forraje (Carámbula, 2010a).

Cuando se realizan pastoreos directos, los mejores resultados se logran pastoreando en forma intermitente, con aplicaciones de nitrógeno entre pastoreos. Estas gramíneas anuales presentan una respuesta significativamente mayor a la de los cereales, mostrando una eficiencia netamente superior a estos en el uso del nitrógeno y en las posibilidades de ser utilizados en pastoreo diferido luego de la aplicación de dicho nutriente (Colabelli et al., 1998).

### 2.3 LEGUMINOSAS

Es una familia que tiene la particularidad de realizar fijación biológica de nitrógeno, a través de un proceso de simbiosis. Dada esta característica poseen un alto contenido de proteína en sus hojas, tallos y semillas. Aportan grandes cantidades de nitrógeno al suelo, que son rápidamente incorporadas por las plantas acompañantes, generalmente gramíneas naturales o introducidas, así como también cumplen la función de ser recuperadoras de fertilidad y estructura del suelo (Pérego, 2009).

En las pasturas, las leguminosas constituyen componentes invaluableles, por su propiedad dadora de nitrógeno y alto valor nutritivo, especialmente en proteínas y minerales se vuelve un elemento esencial en la

producción de forraje. Para asegurar la prosperidad de la pastura es necesario dar con la leguminosa apropiada. Aportan una excepcional calidad nutricional a la pastura, bajos niveles de fibra, y presentan una alta digestibilidad que promueve una elevada ingesta voluntaria (Carámbula, 2010a).

Son altamente dependientes del manejo de pastoreo, de la intensidad, frecuencia y duración del mismo principalmente durante fines de primavera y verano, las épocas de altas temperaturas. Es esperable que un mal manejo de pastoreo en los períodos más cálidos condicione el potencial productivo de otoño-invierno de algunas especies (Formoso, 2010).

Dentro de las leguminosas, el trébol es una fuente importante de nutrientes para los rumiantes y se cultiva en todo el mundo. Debido a que hay varias variedades de trébol y estos son esenciales para la producción de rumiantes, es necesario cultivar variedades que tengan una alta calidad y un mínimo de componentes indeseados (Essig, 1985).

En lo verdeos anuales constituidos por cereales o raigrases es necesaria un asociación con tréboles anuales para aumentar así su producción y calidad. Uno de los principales requisitos de una leguminosa anual es la capacidad de producir semilla, para poder regenerarse por resiembra natural (Carámbula, 2010a).

## 2.4 LAS ESPECIES Y CULTIVARES UTILIZADOS

### 2.4.1 *Lolium multiflorum*

Es una especie nativa de Europa central y mediterránea, noroeste de África y sur este de Asia, que se encuentra naturalizada en la región desde que llego junto con los colonizadores (Hubbard, 1968). Se ha extendido a todas las regiones templadas de los continentes en gran parte como resultado de su buena adaptación como especie forrajera (Beddows, 1973).

Es una gramínea anual invernal. Su hábito de crecimiento es de prostrado a semi-erecto, tiene un tamaño de semilla menor que los cereales, pero posee mayor capacidad de macollaje que estos, presenta alta respuesta a la fertilización nitrogenada (Zanoniani y Ducamp, 2000).

Tiene una producción otoño - invierno - primaveral aunque concentra su producción principalmente a la salida del invierno y en primavera, en coincidencia con tasas diarias de crecimiento elevadas (De Battista y Ré, 2008).

Por lo general presenta un crecimiento inicial más lento que el de los cereales forrajeros, pero tiene una curva de producción más prolongada,

produciendo forraje de alta calidad hasta avanzada la primavera. Posee un sistema radicular bastante superficial que la hace vulnerable frente a condiciones de severa sequía (Amigone y Tomaso, 2006).

La alta palatabilidad y digestibilidad de esta especie generan que sea altamente valorada en los sistemas ganaderos. Posee alto potencial de rendimiento, un rápido establecimiento y se adapta a varios tipos de suelo (Hannaway et al., 1999).

Los cultivares de *Lolium multiflorum* se pueden clasificar según los requerimientos de frío para florecer (con o sin requerimientos) y el nivel de ploidía (diploide o tetraploide). Se generan cuatro grupos por la combinación de estas características, pero los de mayor interés por selección en el Uruguay son aquellos con requerimientos de frío y tetraploides y aquellos sin requerimientos de frío y diploides (Zanoniani y Ducamp, 2000).

En cuanto a los requerimientos de frío, dentro de la especie *Lolium multiflorum*, el tipo *westerwoldicum*, no requiere vernalización y casi todos los macollos florecen independientemente de la época de siembra y mueren en verano, son estrictamente anuales (cultivares no alternativos, como LE 284, INIA Cetus). Los de tipo *multiflorum* poseen requerimientos de frío para florecer, por lo que en siembras tardías de invierno y primavera no florecen e ingresan al verano en estado vegetativo, siempre que las condiciones del verano lo permitan (cultivares alternativos como INIA Titán, Ayala et al., 2010).

El raigrás naturalmente es una especie diploide pero mediante mejoramiento genético a través de la duplicación cromosómica se generaron los cultivares tetraploides. Las células de las plantas tetraploides son más grandes y con mayor relación de contenido celular versus la pared celular, aumentando el contenido de los carbohidratos solubles proteínas y lípidos. Las especies tetraploides generan menos macollos pero de mayor tamaño y con menor contenido de materia seca (Ayala et al., 2010).

A iguales condiciones que los diploides, son más apetecibles por parte del ganado otorgada por un mayor contenido de hidratos de carbono solubles en sus tejidos, que provoca un mayor consumo, una mayor calidad de forraje principalmente en primavera y un aumento en el tamaño de la semilla que resulta en mayor vigor inicial. Los diploides presentan menos exigencias en cuanto a la fertilidad y humedad del suelo. Debido a su mayor capacidad de macollaje se adaptan mejor a pastoreos más intensos (Ayala et al., 2010).

#### 2.4.2 Trifolium vesiculosum

El trébol vesiculoso es una leguminosa anual, originaria de la Península Balcánica, Crimea y el Caucaso (Duke, 1981). Es una planta semi erecta - erecta que presenta tallos huecos de hasta 1,5 cm de diámetro, y grandes hojas trifoliadas, en forma de flecha, observándose claramente una V blanca en ellas. Posee flores de color blanco violáceo y su período de floración se extiende durante 1 a 2 meses. La reproducción se da por polinización cruzada, y las semillas son marrones, amarillas o verdes pesando alrededor de 1,2 mg. Se caracteriza por tener un sistema radicular pivotante capaz de alcanzar una profundidad de 1,5m, permitiéndole así obtener nutrientes y agua a mayor profundidad, puede permanecer verde durante más tiempo que cualquier otra especie anual de pasto o leguminosa, prolongando así su ciclo de vida (Oram, Thompson, Loi et al., Evans, citados por Ovalle et al., 2010).

Es una especie que se adapta a una amplia gama de suelos, donde los mejores resultados se han obtenido en suelos bien drenados ya que no tolera suelos de drenaje deficientes o con encharcamiento, de pH neutro o ácido (Carámbula 2010a, Caddel y Redmon, Evans, citados por Ovalle et al. 2010). Aun así se han observado cultivares que soportan hasta pH 4,5 (Oram, Snowball et al., Evans, citados por Ovalle et al., 2010). Es una especie extremadamente sensible a la salinidad edáfica y en suelos calcáreos presenta clorosis debido a deficiencia de Fe (Frame 2007, Rogers et al., citados por Ovalle et al. 2010). Se adapta mejor en áreas con más de 600 mm de precipitación y tiene una considerable tolerancia a la sequía (Ewing, citado por Ovalle et al., 2005).

Produce en invierno y primavera, donde su máxima producción de forraje se alcanza con siembras en marzo-abril y cortes en octubre, mientras que si se atrasa la siembra a mayo, su producción disminuye considerablemente debido a problemas de implantación por bajas temperaturas (Ayala et al., 2017).

La densidad recomendada es de 11 a 15 kg en cobertura y 7 a 11 kg /ha en siembras de precisión (Ayala et al., 2017).

Es una especie muy versátil tanto para pastoreo directo como para heno, ensilaje y silo, tanto en mejoramientos como en rotaciones agrícolas. Aporta buenas cantidades de nitrógeno al suelo y tiene una producción que se asimila a la de los verdeos de gramíneas, pero con menores gastos en fertilización nitrogenada (Ayala et al., 2017).

Es un forraje de alta palatabilidad y valor nutritivo (Tekeli et al., citados por Ovalle et al., 2010). Posee un alto nivel de proteína cruda que oscila entre 15 y 22% especialmente en plena floración (Ovalle et al., 2010).

Responde muy bien al agregado de fósforo, siendo más sensible a este que el trébol rojo, y es de mayor exigencia en fertilidad que el trébol subterráneo. Tiene un alto potencial de fijación de nitrógeno y presenta poco o casi nulos problemas de meteorismo debido a la concentración de taninos en sus hojas (Carámbula, 2010a).

Presenta muy buena calidad nutritiva y es la de mayor producción de forraje en comparación con otros tréboles anuales. Hace un gran aporte de forraje en la zona sur de Estado de Rio Grande y norte de Uruguay (Frame, 2007).

Posee alto porcentaje de semilla dura (99%), que le permite mayor persistencia cuando se encuentra en rotación con cereales, ya que el mecanismo de dureza seminal le otorga una excelente capacidad de resiembra natural (Ovalle et al., 2010).

En los meses de invierno y primavera es donde se da el período de mayor utilización, por lo que hay que hacer un manejo adecuado evitando el pisoteo excesivo. A su vez este manejo tiene que estar sujeto a reducir el período de utilización, retirando los animales a tiempo para permitir la floración y posterior semillazón, dando como resultado un buen banco de semillas para una buena resiembra natural en el otoño siguiente (Carámbula, 2010a).

Bajo pastoreo, para obtener el mejor balance entre rendimiento y calidad, es necesario pastoreos rotativos cuando el forraje alcanza los 30 cm de altura dejando remanentes de 5 cm, ya que pastoreos intensos podrían comprometer el posterior rebrote en primavera. Debido a que presentan alta producción primaveral, se podría diferir el exceso de forraje para otras épocas como heno o en pie (Ayala et al., 2017).

#### 2.4.3 *Trifolium resupinatum*

El trébol *resupinatum* también conocido como trébol persa, es una leguminosa anual invernada, de tipo semi erecto a erecto originaria de Turquía, Afganistán, Portugal, Grecia, Irán e Iraq, utilizada como forraje de invierno, capaz de sobrevivir a 12 °C (Ates y Tekeli 2001, Ziegenbein, citado por Ates y Servet 2004, INIA 2012). Posee hojas grandes, raíces robustas y ramificadas, tallos gruesos y huecos y que puede alcanzar hasta 90 cm de altura. Si bien se adapta a un amplio rango de suelos, crece mejor en zonas bajas, con suelos pesados y húmedos; bien drenados y con buena aeración, de

pH entre 5 a 8 (Hoveland y Evers, citados por Ates y Servet, 2004). Tolera bien las heladas, manteniéndose verde, desarrollándose lentamente a bajas temperaturas. Es una especie que presenta nula o muy bajos niveles de semilla dura (INIA, 2012).

Puede ser utilizada para la producción de heno, forraje verde o para semilla. Se ha usado junto con el trébol subterráneo para extender la producción de primavera después de que este senesce. A su vez cumple un rol renovador del suelo ayudando así en su formación (Lancy et al., citados por Ates y Servet, 2004).

La producción de heno es de buena calidad en todos los estadios de crecimiento de la planta (Tekeli et al., citados por Ates y Servet, 2004). Esta especie posee más nitrógeno y mayor digestibilidad que la alfalfa y otra leguminosas (Li et al., 1992).

Su fecha de siembra va desde marzo a agosto, pero para producción de forraje se recomienda siembras tempranas en el otoño, marzo principios de abril, para así potenciar el crecimiento invernal y primaveral. Las siembras tardías resultan en menores producciones por lo que son principalmente aplicadas para la producción de semilla. Se puede sembrar en cobertura, aunque hay incrementos en producción si siembra en línea, y es necesario utilizar un inoculante específico. Se siembra a una densidad de 6 – 8 kg/ha en siembras puras, y 4- 6 kg/ha en mezcla con gramíneas (INIA, 2012).

Posee muy buena respuesta al agregado de fósforo, donde su máximo potencial se alcanza con 14 ppm en suelo, aun así es una especie susceptible a deficiencias de P. En siembras tempranas de otoño, con condiciones favorables (primavera húmeda e invierno no tan severo) su producción puede pasar las 10 ton MS/ha, aunque su promedio de producción ronda los 7-8 ton/ha MS (Lacy et al., citados por Ates y Servet 2004, INIA 2012).

La sub. sp. *resupinatum* se utiliza para pastoreo. En especial se aconseja las prácticas de pastoreo diferido a fin de permitir la producción de semillas y asegurar la resiembra natural (Universidad Pública de Navarra, s.f.). La ausencia de semillas duras provoca riesgos de pregerminado de las semillas en la inflorescencia ante eventos de lluvias reiteradas (INIA, 2012).

Su inclusión en verdeos anuales con gramíneas (raigrás/avena) puede contribuir a alargar el ciclo y aumentar la calidad. Se podría asociar con gramíneas y leguminosas bianuales/perennes, realizando un aporte en el primer año y las otras en el 2°. y 3°. año (INIA, 2012).

Como desventajas, la especie es susceptible a deficiencias de P y sensible a algunos herbicidas usados comúnmente en las leguminosas (Lacy et al., citados por Ates y Servet, 2004).

## 2.5 COMPORTAMIENTO ANIMAL EN PASTOREO

Durante el día los vacunos en pastoreo presentan un patrón de comportamiento básico, que se caracteriza por la alternancia del pastoreo, la rumia, el descanso, y las interacciones sociales (Arnold y Dudzinski, 1978).

Los patrones de comportamiento de rumiantes en pastoreo pueden ser modificados por distintos factores ambientales externos tanto abióticos como la pendiente y la distancia a la suministro de agua, bióticos como la cantidad de forraje y la calidad del mismo, así como también factores internos del animal (Bailey et al., 1996).

### 2.5.1 Factores abióticos

Los factores abióticos son los principales determinantes de los patrones de distribución a gran escala y actúan como limitantes dentro de los mecanismos que involucran a los factores bióticos (Senft et al., citados por Bailey et al., 1996). Un conjunto de factores que componen un patrón de coincidencia como la topografía, la pendiente, la proximidad al agua o piedras de sal (Arnold, citado por Hodgson, 1982a) pueden restringir el pastoreo en ciertas áreas, modificando los patrones de distribución (Senft et al. 1987, Smith, citado por Bailey et al. 1996).

Según Valentine (1947), Mueggler (1965) áreas ubicadas a largas distancias de la fuente de suministro de agua y con pendientes empinadas reciben menos uso. Hart et al., citados por Bailey et al. (1996) demostraron que era más importante para mejorar la utilización de forraje, la disminución del área de pastoreo y reducción de la distancia a la fuente de agua, que la implementación de un sistema de pastoreo rotacional intensivo.

Características de los micrositios como la presencia o ausencia de sombra y viento, incide en el lugar donde los animales descansan por lo que puede afectar donde estos pastorean (Senft et al., Stuth, citados por Bailey et al., 1996). La relación entre los patrones de distribución y las características ambientales van a variar de un lugar a otro (Bailey et al., 1996). Los factores abióticos tienden a ser generalmente más consistentes y por lo tanto se pueden predecir con mayor confianza que los factores bióticos (Senft et al., citados por Bailey et al., 1996).

Según Gregorini et al. (2006) el fotoperiodo cumple un rol importante en el control de la actividad de pastoreo, define la ubicación de las sesiones diarias de alimentación lo que determina el patrón diario de pastoreo. Una reducción en el fotoperiodo, genera una disminución en el número pero prolonga la duración de las sesiones de pastoreo.

Prácticas de manejo como el desarrollo de fuentes de agua, la utilización de sales y suplementos y la aplicación de fertilizantes, pueden ser utilizadas con el fin de mejorar el pastoreo por el ganado (Valentine, Cook, Hooper et al., citados por Bailey et al., 1996).

### 2.5.2 Factores bióticos

Existen tres variables que operan en el tiempo, los animales en pastoreo, las plantas que son consumidas y el ambiente, las interacciones entre ellas son complejas y de ellas surge la selectividad del forraje (Montossi et al., 2000).

Características del forraje tales como la cantidad, el valor nutritivo y la estructura de la vegetación al cual un herbívoro tiene acceso, son factores que tienen un impacto directo sobre su consumo, su comportamiento y su producción (Stobbs, Arnold, Hodgson, Legendre y Fortín, Fryxell, citados por Montossi et al., 2000).

El proceso de selección es dinámico ya que se ve afectado por varios factores que involucran no solo a los animales sino también a la vegetación. Entran en juego factores como los requerimientos del animal y su capacidad metabólica, así como también características de las plantas, pertenecientes a distintas comunidades vegetales, tales como su composición química y espacial, determinando los distintos componentes de la dieta (Robbins, citado por Montossi et al., 2000).

La selección de la dieta por parte de los herbívoros dentro de un área de pastoreo se da principalmente en base a la calidad y/o cantidad de forraje, o también en función de la abundancia de ciertas especies, las cuales encuentran más atractivas, visitando esos sitios con mayor frecuencia y permaneciendo en ellos por más tiempo (Bailey et al. 1996, Bailey y Provenza 2008).

Los patrones diarios de pastoreo, rumia y descanso se modifican en respuesta a variaciones en la cantidad y calidad de forraje. En donde si la cantidad y/o calidad de forraje es escasa los animales tienden a incrementar el pastoreo, la tasa de bocado (Hodgson, 1990), el número de estaciones de pastoreo (Goncalves et al., 2009) y los parches de pastoreo (Laca et al., 1994),

con el fin de mantener el nivel de consumo de forraje (Dumont y Gordon 2004, Fryxell 2008).

Cuando existe una reducción en la disponibilidad del forraje ya sea por altura, oferta o accesibilidad, así como también en calidad, resulta en un incremento en el tiempo de pastoreo diario (Jamieson y Hodgson, 1979) en respuesta a una disminución en la capacidad de ingesta en el corto plazo (Hodgson, 1985).

Según Provenza y Cincotta (1993) los herbívoros seleccionan su dieta basándose en la respuesta post-ingesta de nutrientes y toxinas. Asocian los alimentos con sus respectivas consecuencias nutricionales y pueden rastrear cambios temporales en la calidad del forraje y en la concentración de toxinas (Burritt y Provenza, 1991).

### 2.5.3 Factores del animal

La selección de la dieta o del sitio de pastoreo está explicado por la teoría de aprender por consecuencia que tiene como núcleo las consecuencias post-ingestivas positivas y negativas de los animales a lo largo del proceso de alimentación, pudiendo ser tanto sociales, individuales o experiencias erróneas (Provenza y Cincotta 1993, Provenza 1995, Bailey y Provenza 2008).

Estudios realizados establecen que los rumiantes generalmente seleccionan dietas con altos niveles de nutrientes y bajos niveles de compuestos tóxicos en comparación con el promedio del alimento disponible (Arnold y Dudzinski, Provenza y Balph, Rosenthal y Janzen, Raupp y Tallamy, Rosenthal y Berenbaum, citados por Provenza, 1995).

Los sentidos como el olor, sabor y visión, les otorgan a los animales la capacidad de discriminar los alimentos (Villalba y Provenza, 2009). La teoría de aprender por consecuencia de Provenza y Cincotta (1993) aparenta ser conceptualmente la más aceptada, debido a que las otras parecen ser simplistas en la explicación de la selectividad de la dieta por los rumiantes.

El ganado tiene la capacidad de aprender donde y cuando hay forraje de alta calidad, y utilizando la memoria espacial adaptar los patrones de búsqueda de alimento para conjugarlos con los patrones de distribución de la comida en el tiempo y el espacio (Laca, 2009).

La decisión de cambiar de sitio de pastoreo, está determinada por la saciedad del lugar o de algún alimento específico presente en él, cuando se torna cada vez menos adecuado, debido a déficit, exceso o algún desbalance, en relación a las necesidades internas del animal (Bailey y Provenza, 2008).

Estudios realizados por Laca (2009) demuestran que la selección de los sitios de alimentación puede ser modificada con la utilización de puntos atrayentes como disponibilidad de alimento de alta palatabilidad de forma permanente o intermitente mientras que la selectividad entre parches, estaciones de alimentación y bocados deben ser reorientados por un cambio en el estado interno del animal, dado por la modificación de la función del rumen a través de la suplementación, ayuno, etc , o por condiciones de desagrado del sabor (Villalba y Provenza, 2009).

Erlinger et al. (1990) observaron en un estudio realizado con vacas de diferentes razas asociadas a distintos tamaños adultos, una relación directa entre el tiempo de pastoreo diurno y tamaño corporal o peso adulto. Se observó que las vacas Angus con un peso adulto de 387 kg, pastorearon menos tiempo que vacas Hereford y RedPoll pesando 468 kg, mientras que los mayores tiempos de pastoreo se dieron en vacas raza Charolais y Chianina con un peso adulto de 589 kg.

## 2.6 COMPORTAMIENTO INGESTIVO Y CONSUMO ANIMAL

### 2.6.1 Consumo animal en pastoreo

El principal determinante en la producción animal es el consumo, y a su vez el efecto que esto tiene sobre la estructura de las pasturas, es también determinante en la producción de forraje (Ungar, 1996).

Por lo tanto, Allison (1985) remarca que en la producción animal, el valor del forraje esta dado principalmente por la cantidad del mismo más que por su composición química.

Para mejorar la utilización de forraje es necesario medir o estimar los factores que afectan la producción animal en pastoreo, dentro de estos uno de los más importantes es la cuantificación del forraje consumido por los animales (Cordova et al., 1978).

La precisión de la estimación del consumo está afectada por la alta variabilidad individual de los animales, incluso cuando es expresada en unidades metabólicas (Van Dyne y Meyer, Minson y Milford, citados por Cordova et al., 1978).

La cantidad de materia seca consumida por día por animal, cuando esta es ofrecida en exceso es lo que se define como consumo voluntario. Los factores que controlan el consumo, como factores propios del animal, del forraje y del ambiente, son similares para aquellos animales en estabulación,

sin embargo se hace énfasis en dos aspectos específicos para animales en pastoreo, como son la selectividad y la disponibilidad de forraje (Minson, 1990).

El consumo de forraje, está determinado por la interacción de mecanismos con efectos temporales diversos. La respuesta a la dieta en comportamiento ingestivo, es influenciada por el aporte de energía en la sangre que es afectada por el estado fisiológico (Allen, 2014).

El comienzo de la comida probablemente sea dependiente del status energético del animal, por lo tanto el comienzo está relacionado negativamente con el status energético. El factor primario del status de energía es probablemente el hígado, que integra mecanismos de corto plazo influyendo en la saciedad y el hambre (Allen, 2014).

El consumo diario de forraje (CD) se puede descomponer en tres variables, el peso de forraje consumido en un bocado durante el pastoreo (PB); el tiempo diario de pastoreo (TP); y la tasa de bocados durante el pastoreo (TB), resultando en la ecuación  $CD = PB \times TB \times TP$  (Allden y Whittaker 1970, Hodgson 1985, Galli et al. 1996). Con esta ecuación algo mecánica, se reducen los patrones complejos del proceso de pastoreo, a una función más simple, y provee una forma útil de cuantificar como el comportamiento responde a las variables características de la pastura que pueden influenciar el consumo de forraje. En ausencia de error, el producto de la ecuación puede estimar el consumo de forraje, y en teoría es posible calcular cualquiera de las cuatro variables conociendo las otras tres (Hodgson, 1982a). A su vez se conoce que estas variables influyen directamente sobre la rumia, descanso, búsqueda, excreción y el gasto diario de energía (Arnold, O'Sullivan, citados por Hodgson, 1985).

Según Hodgson (1982a) el consumo restringido de nutrientes es el principal factor que limita la producción de animales en pastoreo. Sin embargo las variables de comportamiento pueden ser más sensible al manejo de pastoreo que al consumo restringido de nutrientes ya que este puede ser compensado adaptando la tasa de bocado, el peso de bocado y el tiempo de pastoreo.

El trabajo diario de un animal en pastoreo se puede dividir en períodos alternativos de pastoreo, rumia y descanso, donde la duración y distribución de pastoreo como también la actividad de rumia pueden ser influenciadas por condiciones de la pastura, manejo del pastoreo y el clima. Usualmente los patrones de actividad de los animales individuales de un grupo son similares, donde se registra muchos períodos de pastoreo fuertemente ligados al amanecer y al atardecer (Hafez, Arnold, citados por Hodgson, 1982b).

Hodgson (1982b) definió que las mediciones del consumo de forraje se pueden realizar sobre períodos de 7 a 14 días. Cuando las diferencias entre los animales son notorias, es necesario observaciones de 4 a 6 animales por tratamiento, para definir diferencias entre los tratamientos (para la mayoría de parámetros en estudio) con un aceptable grado de precisión.

### 2.6.2 Tiempo de pastoreo

Usualmente se pueden observar entre 3 a 5 períodos de pastoreo diarios, los cuales se van alternando con períodos de rumia y descanso. El primer pastoreo comienza al amanecer, luego el segundo sucede tarde en la mañana, el tercero al atardecer y el cuarto se da durante la noche, siendo estos últimos los más largos e intensos. Normalmente el período de mayor actividad de rumia ocurre durante la noche, pero también generalmente luego de cada período de pastoreo le sigue un período de rumia (Hodgson, 1982b, 1990).

Los patrones de actividad de rumia varían individualmente, aunque muchos de los animales pastoreen al mismo tiempo. Los patrones pueden ser modificados por actividades rutinarias como amamantamiento, por el movimiento del animal en busca de forraje joven y en ciertas excepciones por condiciones climáticas extremas (Hodgson, 1990). A su vez según Dougherty et al. (1992) el estrés calórico también afecta el comportamiento animal, disminuyendo el tiempo de pastoreo y aumentando la rumia.

El tiempo de pastoreo se encuentra limitado por la biomasa disponible por animal por día, por los controles físicos y metabólicos, y por el tiempo máximo de pastoreo diario (Galli et al., 1996).

Grandes diferencias estacionales fueron encontradas en el tiempo dedicado a las distintas actividades. El tiempo de pastoreo y la variación estacional de la calidad del forraje se encuentran relacionados positivamente, donde se ha registrado un tiempo de pastoreo diario máximo de 697 min/día en primavera, mientras que se registró un mínimo de 542 min/día en invierno (Walker y Heitschmidt, 1989).

Según Galli et al. (1996) el rango de tiempo de pastoreo registrado en ganado de carne es de 4 y 14 horas diarias, con el mayor número de observaciones entre 7 y 11. Por lo general el tiempo de pastoreo aumenta a medida que disminuye la biomasa o altura de la pastura, pero aun así puede que no haya respuesta a variaciones en la biomasa o que sea una respuesta curvilínea, donde el tiempo de pastoreo máximo se obtiene con cantidades medias de biomasa.

Frente a forraje de poca altura se produce un aumento en el tiempo de pastoreo, disminuyendo el tamaño de bocado y como consecuencia de ello se reduce el consumo (Rodríguez, 2005).

Los animales con el fin de mantener un determinado nivel de consumo de forraje modifican su comportamiento ingestivo. Tienen la capacidad de compensar una baja tasa de consumo aumentando el tiempo de pastoreo, como resultado la ingesta diaria es menos sensible que la tasa de consumo frente a condiciones limitantes de la pastura. Aun así en ciertos casos el grado de compensación es insuficiente o despreciable (Galli et al., 1996).

En las mediciones del tiempo de pastoreo mediante observaciones no se encontraron diferencias significativas en con intervalos de 1, 15, 30 y 45 minutos, por lo que se concluyó que observaciones con intervalos de 15 minutos brindan una medición confiable (Gary et al., citados por Hodgson, 1982b).

Cuando se realiza un estudio de comportamiento animal, que da comienzo observando los animales, es necesario tener un cierto conocimiento detallado de los patrones de comportamiento, ya que es un prerequisite esencial para la colección y análisis de registros de pastoreo en cualquier observación (Hodgson, 1982b).

Estudios realizados por Jamieson y Hodgson (1979) evidencian que la presencia de observadores, aún a distancia puede influenciar en la actividad de pastoreo.

El tiempo de pastoreo es un factor de gran importancia, pero como lo demuestran Galli et al. (1996) aún no está claro que mecanismos determinan su duración, periodicidad, su relación frente a otras actividades y su sensibilidad a ritmos circadianos. Se agrava aún más el problema cuando se considera que el tiempo de pastoreo diario es la suma de los distintos pastoreos, donde diferentes factores pueden estar influenciando en cada una de las comidas, y también pueden estar actuando varios factores a la vez.

### 2.6.3 Tasa de bocados

El proceso de pastoreo consiste en la búsqueda de los sitios de alimentación (relevamiento, reconocimiento, decisión) y una vez encontrado el animal, toma uno o más bocados. El tiempo de manipulación del bocado dependerá de las características de éste, cómo reunir el forraje dentro de la boca, arrancar, masticar y tragar (Galli et al., 1996).

La tasa de bocado tiene un límite dado por la morfología de las mandíbulas del animal. Presumiblemente cada animal puede mover sus mandíbulas a una velocidad máxima. Debajo de un determinado nivel máximo, la tasa de bocado está determinada por interacción entre la masticación del animal y la estructura de la pradera. Por lo tanto, la modificación en la tasa de bocados es una respuesta directa a variaciones en la pastura, más que a un intento del animal por compensar una variación en el peso del bocado (Galli et al., 1996).

Durante 24 horas, el número total de bocados contabilizados raramente excede los 36000 bocados. Por lo tanto si el peso de bocado es menor a 0,3 gramos, el consumo se ve restringido (Stobbs, 1973). Estudios realizados por Arias et al. (1990) muestran que en pasturas de festuca de 16 a 22 centímetros de altura durante los pastoreos, la tasa de bocado promedio fue de 42 bocados por minuto.

Según Rodríguez Capriles, citado por Hodgson (1982b) la tasa de bocado tiende a ser más rápida por la mañana y al final de la tarde que durante el resto del día. A su vez hay una tendencia donde la tasa de bocado comienza a disminuir con el tiempo de duración del período de pastoreo (Hancock, citado por Hodgson, 1982b).

La modificación en la tasa de bocado se debe a una respuesta directa a variaciones en la pastura, más que a un intento del animal por compensar una variación en el peso del bocado. Esto se debe a que generalmente la tasa de bocado tiende a disminuir con el incremento de la altura del forraje que resulta en un aumento en el peso de bocado, esto se debe a que incrementa la relación entre los movimientos de aprehensión y mandibulares totales con el aumento del peso de bocado (Galli et al., 1996).

Estudios realizados por Hodgson (1990) demuestran que los animales hacia el final del período de pastoreo, incluso en pasturas de alto valor nutritivo, suelen moverse de manera más rápida para así mantener su cabeza más levantada y tomar simples bocados o grupos de bocados de paso. Por lo tanto la tasa de bocado en esos períodos tiende a ser más baja, posiblemente no más de 30 a 40 bocados por minuto.

#### 2.6.4 Peso del bocado

Un bocado puede definirse como "*el acto de arrancar una cantidad de pasto que llene la boca del animal, ignorando los movimientos de la quijada asociados inicialmente con la colocación del pasto en la boca y con la manipulación de este dentro de ella antes de tragarlo*" (Galli et al., 1996).

El peso del bocado es la variable de comportamiento ingestivo de mayor importancia, que explica la mayor variación en el consumo diario de forraje, donde la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo juegan un rol secundario. Es por ello que tantos estudios ha tratado de determinar cuál de las variables de la pastura predice mejor el peso del bocado (Galli et al., 1996).

Ciertas variables de las pasturas como la altura del forraje, la longitud lámina, la composición botánica, la densidad de forraje en el horizonte de pastoreo y el estado fenológico de las pasturas, han sido relacionadas con el peso del bocado (Galli et al., 1996).

Según Hodgson (1985) el consumo por bocado es producto de la densidad de la pastura y del volumen del canopeo abarcado por bocado, por lo tanto se puede considerar que el volumen del bocado es producto de la profundidad de mordida por el área abarcada por el bocado.

Sin embargo Penning et al., citados por Bailey et al. (1996) hallaron que el peso del bocado no está siempre relacionado con la masa de forraje, donde encontraron distintas tasas de consumo y pesos de bocado en pasturas de similar altura, pero con diferente relación tallo/hoja.

Estudios realizados por Galli et al. (1996) demuestran que lo que influye en el área de bocado no es la altura total sino que el largo de la lámina. Mientras que la profundidad de bocado aumenta con la altura de la pastura pero disminuye con la densidad del forraje. Ensayos sobre pastoreos en gramíneas templadas indican que la variable determinante sobre el peso del bocado es la altura de la pastura (Galli et al., 1996).

Se ha demostrado a través de cálculos teóricos que un peso de bocado menor a 0,3 gramos puede limitar seriamente el consumo. En pasturas tropicales el peso de bocado cosechado puede limitar el consumo, esto se debe a menores densidades de la pastura, una alta proporción de tallo y baja relación hoja/altura que resultan en mayores tiempos para formar el bocado (Stobbs, 1973).

#### 2.6.5 Ajustes para mantener el consumo diario

Diariamente los animales deben recorrer ciertas distancias, que están sujetas al sistema de pastoreo utilizado, a la dimensión de potrero, a la cantidad de forraje disponible y la distancia a la fuente de agua. Por lo tanto aumentar el tiempo que destinan los animales a recorrer mayores extensiones, reduce el tiempo de pastoreo, generando disminuciones en el consumo, resultando en una caída en la producción. Este efecto es aún más notorio en sistemas de tipo continuo, con potreros más extensos y mayores distancias a las aguadas,

apareciendo los parches de pastoreo más cercanos a los bebedero y tanques (Rodríguez, 2005)

De acuerdo con Allison (1985), Clark y Armentano, citados por Mejía (2002) en las dietas de rumiantes en pastoreo, que tienden a ser altas en fibra y bajas en energía disponible, adquieren importancia los efectos físicos de la distensión digestiva como limitantes del consumo voluntario, donde evidencias remarcan que el consumo se ve limitado por la capacidad del retículo-rumen y por la velocidad de desaparición del alimento en este órgano. La velocidad de desaparición es dependiente de la velocidad de paso y de absorción, que son dependientes de las propiedades físicas y químicas del forraje.

El tiempo gastado en pastoreo efectivo es inversamente relacionado a la cantidad de forraje y a la calidad de la dieta, mientras que el peso de bocado es proporcionalmente relacionado a estas variables (Walker y Heitschmidt, 1989).

Un bajo peso de bocado resulta en una mayor velocidad del pastoreo y por lo tanto un menor tiempo en la comunidad o parche. La tasa de bocados es dependiente de la interacción entre el nivel de saciedad y la distancia al agua (Stuth, 1991).

Mediante el avance de la primavera donde la cantidad de material senescente en el canopeo aumenta, el ganado reduce el tiempo de búsqueda entre estaciones de alimentación e incrementa el tiempo de selección en la estación de alimentación (Stuth, 1991).

## 2.7 ESTRUCTURA DE LA PASTURA Y SU EFECTO SOBRE EL COMPORTAMIENTO ANIMAL

### 2.7.1 Características de la pastura que afectan el consumo

Las características estructurales de las pasturas son las mayores determinantes del comportamiento ingestivo animal (Arias et al., 1990).

El ganado en respuesta al manejo del pastoreo, a la variación del forraje disponible y su estructura, modifica el tiempo de pastoreo, la tasa de bocado, tamaño de bocado, tiempo en una estación de alimentación y tiempo en la selección de bocados (Stobbs 1973, Jamieson y Hodgson 1979, Walker y Heitschmidt 1989).

Las variaciones en la tasa de bocado del animal son en respuesta al peso de bocado, donde ambos están determinados por las condiciones de la pastura. Mediante estas variables se busca compensar las variaciones en el

consumo que se encuentran dadas por las diferentes condiciones de la pastura (Hodgson, 1985).

Estudios realizados por Stobbs (1973) donde se midieron los requerimientos de vacunos pastoreando pasturas tropicales con alta disponibilidad, se halló que largos tiempos de pastoreo indican dificultad para satisfacer los requerimientos. La estructura del canopeo de la pastura es un factor importante que incide en la facilidad de aprehensión del forraje.

En pasturas templadas características como la altura del forraje, la densidad, a relación hoja/tallo y la relación material muerto/vivo son importantes modificadores del consumo de forraje (Allison et al. 1981, Hodgson 1982a, Dougherty et al. 1992).

Estudios demuestran que las variaciones en cualquiera de estas variables de la pastura afecta el área, la profundidad y el peso de bocado, pero es complejo y difícil predecir la magnitud y dirección de la respuesta sin la ayuda de un modelo matemático. Los efectos de las variaciones en la altura y densidad de la pastura sobre el peso del bocado, son independientes y aditivos, tanto en ovinos como en bovinos (Galli et al., 1996).

Es conocido que los animales tienen preferencia por hojas antes que tallos, leguminosas antes que gramíneas y material verde antes que material muerto. La distribución espacial tanto vertical como horizontal y la forma en que están entremezcladas las distintas partes de la plantas, determinará la oportunidad de selección (Hardoy y Danelón, 1989).

Según Olson et al. (1989) la correlación entre el comportamiento ingestivo y ciertas características de la pastura, demuestran una relación predecible que puede ser desarrollada entre estas variable, permitiendo determinar un óptimo de las condiciones de la pastura con el fin de mantener un alto nivel de nutrición animal.

#### 2.7.1.1 Altura de la pastura

Allden y Whittaker (1970) demostraron que el tamaño de bocado incrementa linealmente con incrementos en el largo de macollos o la altura de las plantas. El ganado realiza mayor número de bocados y destina menos tiempo manipulando el forraje cuando la pastura es de menor altura (Hodgson, 1985).

Períodos de pastoreo que excedan 8-9 horas diarias probablemente indiquen limitaciones en las condiciones de la pastura. Se observó que en

pasturas extremadamente bajas el peso del bocado, la tasa de consumo y el tiempo de pastoreo declinan juntas (Allden y Whittaker 1970, Hodgson 1990).

Los pseudotallos vegetativos son reconocidas barreras físicas en el consumo de forraje por parte del ganado, es así que evitan pastorear estratos menores a 10 cm, donde se observa mayor presencia de pseudotallos, resultando en mayor senescencia y material muerto (Arias et al., 1990).

La altura y otras propiedades del tallo, así como también la barrera del pseudotallo pueden ser modificadas por el manejo de pastoreo (Hodgson 1990, Ruyle et al., citados por Dougherty et al. 1992).

En condiciones en las cuales los animales son sometidos a pastorear en estratos inferiores, donde deben mantener adecuados niveles de consumo de forraje, dependen de su habilidad de modificar su comportamiento en pastoreo en respuesta a cambios en las condiciones de la pastura (Jamieson y Hodgson, 1979).

En general existe acuerdo para pasturas templadas, que la masa de bocado y la tasa de consumo aumentan con el incremento de la altura de la pastura, pero se debe tener muy en cuenta la interacción con la distribución de la fitomasa aérea y la asignación diaria, ya que pueden determinar una respuesta diferente (Forbes 1988, Galli y Cangiano 1998).

#### 2.7.1.2 Densidad de la pastura

Stobbs, citado por Allison (1985) demostró que la densidad de la pastura, el bajo contenido de tallo y la alta relación hoja/altura parecen ser los factores que mayor afectan el tamaño de bocado.

La profundidad del bocado aumenta con la altura de la pastura y disminuye con la densidad del forraje. En pasturas con alturas menores 7,5-10 cm este efecto negativo de la densidad no existe (Galli et al., 1996).

Cuando se trata de pasturas altas de baja densidad, los animales intentan obtener un área de bocado lo más grande posible, aunque dicha área se encuentra limitada por el tamaño de la boca y la máxima extensión de la lengua (Demment y Laca, 1993).

La tasa de ingestión se encuentra más correlacionada con la biomasa que con la densidad de la pastura. Estos resultados difieren de los obtenidos por Stobbs y Hutton, citados por Olson et al. (1989) donde se observan diferencias en la estructura de pasturas templadas y tropicales. Las tropicales se caracterizan por una mayor biomasa total que las templadas pero con menor

masa de forraje y mayor número de tallos (Stobbs, Whiteman, citados por Olson et al., 1989). Por lo tanto la densidad de la pastura limita antes que la biomasa disponible en el comportamiento ingestivo en pasturas tropicales, mientras que lo opuesto ocurre en pasturas templadas.

El área de bocado aumenta con la altura de la pastura hasta una altura crítica a partir de la cual se mantiene constante. Por lo tanto, los animales livianos tendrían un menor rango de variación, dado por su menor área máxima e influenciado por la altura y densidad de forraje. Esto podría explicar en alguna medida la falta de respuesta del área al aumento de altura encontrado en pasturas relativamente cortas y densas de raigrás y trébol blanco con novillos y toritos de 250 kg (Galli et al., 1996).

Estudios realizados por Galli et al. (1996) en pasturas tropicales, indican que la densidad de la hoja y la relación hoja/tallo tienen mayor influencia que la altura sobre el peso del bocado.

#### 2.7.1.3 Relación hoja/tallo

La calidad del bocado puede influir en el tiempo de masticación. Los forrajes más fibrosos requieren mayor tiempo de masticación por unidad de peso (De Boever et al., 1990) y por lo tanto se puede esperar que la proporción de hoja, de lámina, de material muerto o la madurez de los tejidos influyan en el tiempo de masticación (Galli y Cangiano, 1998).

Chacon y Stobbs, citados por Scarlato (2011) trabajando con vacas en pastoreo continuo sobre gramíneas tropicales obtuvieron incrementos en el tiempo de pastoreo a medida que disminuía la cantidad de hojas en la pastura.

La distribución del forraje en el canopeo, particularmente las hojas, puede influenciar la facilidad con que son removidas (Allison, 1985). A su vez Stobbs, citado por Allison (1985) afirma que la fertilización nitrogenada en rebrote de pasturas incrementa el tamaño de bocado debido a una mayor producción de hojas ofrecida a los animales.

Los animales fueron siempre capaces de percibir la heterogeneidad, y tiene la habilidad para seleccionar a una escala apropiada. Para eso, los vacunos son capaces de discriminar hojas y tallos en una pastura heterogénea, pero no son capaces de comer hojas sin comer tallos. El ganado aumenta el % de tallos de baja calidad cosechados en sus dietas cuando la asignación de forraje y calidad decrecen (Chacon y Stobbs, citados por Demment y Laca, 1993). Si los animales solamente seleccionara hojas el consumo de energía y

nutrientes sería insuficiente por lo que han aceptado comer tallos (Demment y Laca, 1993).

La presencia de tallos o pseudotallos pueden obstaculizar los procesos de formación del bocado, la distribución espacial y la altura de estos órganos son importantes determinantes de la defoliación (Laca y Lemaire, 2000).

## 2.8 RESPUESTA ANIMAL AL MANEJO EN PASTOREO

### 2.8.1 Asignación de forraje

En pasturas de igual densidad, pero diferentes alturas y a una misma asignación de forraje, la tasa de consumo en la pastura de mayor altura será mayor, con un descenso más rápido en su altura (Allden y Whittaker 1970, Hodgson 1990).

Se ha definido la carga como el factor de mayor importancia en la determinación del despeño global de los sistemas pastoriles, incluyendo la productividad, sustentabilidad, y la composición de la vegetación (Allen, 2014).

Cuando hay limitaciones en la asignación de forraje, con el aumento de la densidad del horizonte de la pastura se puede incrementar la tasa de consumo y la utilización del forraje asignado (Dougherty et al., 1992).

El consumo o el desempeño animal aumentan a tasas decrecientes a medida que incrementa la asignación de forraje, donde se alcanza un plateau con asignaciones de 10 a 12% de peso vivo animal. Debido a que esta asignación es entre 2 a 3 veces el máximo consumo diario por animal, se dan pérdidas sustanciales de forraje (Hodgson, 1990).

Si hay exceso de forraje respecto a la demanda animal, donde a su vez existe heterogeneidad en calidad y palatabilidad en la pastura, los animales tienen la oportunidad de seleccionar consumiendo algunas áreas y rechazando otras. Esto provoca que en el tapiz se desarrollen manchones de baja calidad y alta cantidad, y manchones de alta calidad y baja cantidad. Los animales seguirán consumiendo los manchones ya pastoreados y provocarán un subpastoreo en los lugares de baja calidad. Esto se debe a que el comportamiento selectivo es por calidad de forraje, acentuando el manchoneo (Galli et al., 1996).

Según Greenhalgh, citado por Allison et al. (1981) aumentos en la asignación de forraje determinarán aumentos en la calidad debido a una mayor selección y también aumentos en la cantidad de forraje consumido.

Mientras que Hodgson (1990) menciona que la tasa de consumo tiende a caer progresivamente con incrementos en la intensidad de selección, entonces pastoreos selectivos no necesariamente resultan en mayores niveles de consumo de nutrientes.

Se ha establecido como regla, que a medida que se incrementa la intensidad de pastoreo desde un punto donde el forraje no limita el consumo, el ganado tiene menos oportunidad de seleccionar en la pastura ya que aumenta la tasa de remoción de especies y partes de plantas de preferencia. Cuando aumenta la intensidad de pastoreo, se incrementan los kilos de carne/ha, pero las ganancias individuales disminuyen (Allison, 1985).

Gordon, citado por Allison et al. (1981) estableció que a medida que aumenta la presión de pastoreo, los animales consumen más del forraje asignado.

Cuando se dispone de una mayor cantidad de biomasa, la tasa de ingestión incrementa, mientras que la tasa de bocados y el tiempo de pastoreo decrecen (Olson et al., 1989).

En pasturas donde los pesos de bocado son bajos el tiempo de búsqueda sería limitante, mientras que en aquellas que ofrecen bocados más pesados lo sería el tiempo de masticación (Galli et al., 1996). Cuando la densidad de la pastura es baja se compromete la masticación para mantener la tasa de bocado y así el consumo. La masticación es menos efectiva que la rumia, ya que obstaculiza el mantenimiento de un alto consumo de forrajes poco densos (Demment y Greenwood, 1988).

Pastoreos de elevada intensidad y baja altura, el ritmo de pastoreo de los animales es acelerado, por tiempo más prolongado, caminan más y de forma más rápida, realizando un menor número de comidas pero de mayor duración. Ofertas de forraje muy elevadas también pueden restringir la ingestión diaria. Cuando la altura del forraje es muy alta, y con elevada dispersión de hojas en la parte superior, provocan una velocidad de ingestión restringida debido a que aumentan los movimientos mandibulares para manipular el forraje cosechado. Estudios en campo natural indican que una altura del estrato inferior que optimiza el tamaño de bocado y por ende la ingestión diaria de 12 cm para bovinos y 9 cm para ovinos (Nabinger y De Faccio Carvalho, 2009).

Demment y Laca (1993) encontraron que para una masa de forraje de 2500 kg/ha de MS el peso de bocado puede variar entre 0,5 a casi 3,0 g/bocado, en pasturas donde la estructura variaba en densidades entre 700 a 5900 g/m<sup>3</sup> respectivamente.

Estudios realizados por Carvalho et al. (2000) han asociado la disminución de la ganancia individual por animal en ofertas de forraje por encima del óptimo con el descenso en la calidad del forraje, resultado de una baja eficiencia de utilización de la pastura, la acumulación de material senescente y el aumento en la cobertura de matas. Los resultados apuntan a que la disminución en el desempeño animal esté dado por una disminución del consumo, a medida que el forraje se vuelve más disperso en el espacio y entremezclado con material senescente lo que provoca un aumento en el tiempo necesario de realización de cada bocado (Carvalho et al., 2000).

### 2.8.2 Fertilización nitrogenada

El incremento en el suministro de nitrógeno mediante la fertilización afecta la productividad de la pastura por sus efectos directos sobre la fisiología y morfología de las plantas forrajeras, estando la respuesta en términos de crecimiento fuertemente afectada por las condiciones del medio ambiente (Wilman y Wright 1983, Whitehead 1995).

La fertilización nitrogenada no sólo es capaz de llevar a incrementos globales de materia seca, sino que además puede producir desplazamientos o incrementos estacionales de la producción (Rebuffo, 1994).

La aplicación de fertilizantes generalmente se traduce en un incremento en la producción de forraje, pero para que se refleje en la producción animal, el ganado debe consumir el aumento de forraje resultado de la fertilización. Si la carga animal no acompaña ese incremento en la producción de forraje, no se verán grandes respuestas en la producción animal, debido a que un alto % del forraje producido entrara en senescencia antes que se consumido. En casos donde el forraje es de baja calidad, en algunas pasturas tropicales, la fertilización puede traducirse en aumento de producción animal sin aumento de carga, por el aumento en la calidad del forraje (Galli et al., 1996).

La proporción de gramíneas presente en una pastura mezcla, será el factor determinante en el éxito de una fertilización nitrogenada. Se recomienda la aplicación estratégica de nitrógeno en pasturas mezcla de alta producción, dominadas por gramíneas y sólo cuando las condiciones climáticas favorezcan el crecimiento de la pastura (O'Connor et al., citados por Rebuffo, 1994). Las excesivas acumulaciones de forraje incrementarán las pérdidas por material muerto, afectando en mayor grado a las leguminosas con el sombreado (Rebuffo, 1994).

Mientras que en pasturas dominadas por leguminosas, normalmente no se esperan respuestas importantes al agregado de nitrógeno. Donde la baja población de gramíneas en tales pasturas restringe severamente el potencial de

cualquier respuesta y el nitrógeno aplicado generalmente resulta en una sustitución de leguminosas por gramíneas (Mazzanti et al., 1997).

El aumento en los niveles de nitrógeno determina un incremento en la densidad de macollos, mientras que reducen el número de hojas expandidas y aumenta la longitud media de las láminas. Estas características en conjunto generan pasturas con arquitecturas más erectas, laminas mayores y tallos más altos, facilitando la cosecha de forraje por parte de los animales, contribuyendo en la formación de bocados mayores (Boggiano, 2000). Según Zanoniani et al. (2011) el agregado de N determina un rebrote más rápido, alcanzando rápidamente el IAF óptimo de la pastura.

Mediante la fertilización nitrogenada se promueve usualmente el macollaje, en condiciones no limitantes de disponibilidad de agua y otros nutrientes, el aumento en los niveles de nitrógeno desencadena respuestas positivas en el número de macollos por planta, lo cual a nivel de cubierta vegetal se traduce en aumento del número de macollos por unidad de superficie (Wilman y Wright, 1983).

Mazzanti et al. (1997) concluyeron que con dosis crecientes de nitrógeno se incrementó la producción de forraje, hasta un máximo de 250 kg/ha, aunque a partir de 100 y 150 kg/ha de nitrógeno no hay diferencia estadística para raigrás y avena, donde los tratamientos fertilizados resultaron aproximadamente tres veces superiores a los tratamientos no fertilizados.

La fertilización nitrogenada a igual nivel de oferta de forraje (9,0 %PV) indica que existe un aumento tanto de la carga animal como de la dotación a medida que aumenta la dosis de fertilizante hasta aproximadamente 200 kg N/ha, con mayor pendiente hasta los 150 kg N/ha, lo cual está directamente relacionado con el aumento en la cantidad de forraje producido (Zanoniani, 2009).

Con el fin de cuantificar el grado de respuesta, Zanoniani y Nöell (1997) definieron rangos de respuesta para verdes de invierno, donde una alta respuesta es la que produce más de 25 kg de forraje por kg de nitrógeno agregado, respuesta media 10 y 25 kg de forraje por kg de nitrógeno y baja respuesta se refiere a 5 a 10 kg de materia seca por kg de nitrógeno.

### 2.8.3 Estrategias de pastoreo

El manejo del pastoreo es un arte que combina el uso de una carga animal adecuada con las estrategias de pastoreo. El factor más importante en el comportamiento productivo de las plantas y animales es la carga animal. El

planteamiento de estrategias de pastoreo son factores secundarios que funcionan si la carga animal es apropiada (Bryant et al., 1998).

Los pastoreos de corta duración tienen una importante característica como es la estimulación de la rápida rotación en la calidad de la dieta. Este supuesto permite a los animales maximizar la selectividad y el rebrote de las plantas durante el período de descanso, proporcionando forraje nuevo y altamente nutritivo para los próximos períodos de pastoreo. De esta forma la nutrición animal y la performance procedente de sistemas de cortos períodos de pastoreo son teóricamente mejores aquellos bajo sistemas tradicionales (Kothmann, Savory, citados por Olson et al., 1989).

Sin embargo en pastoreos de corta duración con altas cargas las características de la pastura pueden cambiar rápidamente. Estudios realizados por Heitschmidt et al., citados por Olson et al. (1989) reportaron cambios significativos en la proteína cruda disponible antes y después del pastoreo de corta duración. Por lo tanto, la respuesta en la nutrición animal, en términos de calidad de la dieta, comportamiento ingestivo, y consumo de forraje también pueden fluctuar en respuesta a estos cambios.

Si el propósito de los sistemas de pastoreo de corta duración es mejorar el valor nutritivo de la dieta y el desempeño animal resultante, la duración de los períodos de pastoreo debe controlarse para que las condiciones fluctuantes del forraje no desarrollen ese impacto negativo en la nutrición animal (Olson et al., 1989).

Sin embargo, se puede concluir que la capacidad de los animales para mantener la selectividad por el forraje de alta calidad disminuye rápidamente durante los cortos períodos de pastoreo en los sistemas de corta duración (Olson et al., 1989).

Con respecto al pastoreo rotacional, las investigaciones en Sonora mostraron que si un potrero de cuatro se descansaba por cuatro meses, las ganancias por animal y la condición del pastizal podían mantenerse o incrementarse (Merrill, Merrill y Miller, citados por Bryant et al., 1998).

Jamieson y Hodgson (1979) encontraron que el tamaño y la tasa de bocado, el tiempo de pastoreo y el consumo de forraje diario disminuyeron con la disminución del forraje disponible bajo un sistema de pastoreo rotativo intensivo. Ellos concluyeron que los animales bajo pastoreo rotativo no aumentaban la tasa de bocado ni en tiempo de pastoreo como lo hacían bajo pastoreo continuo, debido a que anticipaban el cambio a una nueva franja (Olson et al., 1989).

Mediante la reducción de la masticación, los novillos son capaces de comer más rápido cuando el tiempo de pastoreo es restrictivo. Por lo tanto uno podría concluir que no maximizan la tasa de consumo cuando tienen libre acceso al forraje. Un sistema rotativo puede promover homogeneidad dentro de potreros y heterogeneidad entre potreros, mientras lo opuesto puede ser válido para un sistema continuo (Allen, 2014).

Se halló una correlación fuerte y negativa entre la presión de pastoreo y las ganancias medias diarias de novillos, siendo más leves bajo pastoreo continuo y más fuerte en pastoreo rotativo (Hart et al., citados por Allison, 1985).

## 2.9 HIPÓTESIS BIOLÓGICA

La hipótesis es que las modificaciones en la composición y estructura del verdeo como consecuencia de las intervenciones (fertilización y agregado de leguminosas a la mezcla) provocan modificaciones en el comportamiento en pastoreo.

Los animales pastoreando el verdeo mezcla con leguminosas tendrán un tiempo de pastoreo diario menor que aquellos pastoreando verdeo puro, asociado a una mayor calidad por lo que se espera que satisfagan sus requerimientos antes que los terneros en verdeo puro.

Asociado a un menor tiempo de pastoreo, el tiempo de búsqueda de forraje será mayor en los tratamientos con leguminosas y/ o fertilización resultado de una mayor selección de la dieta y/o producción, lo que implicaría menor tasa de bocado. A su vez, el tiempo destinado a rumia será menor.

Se espera mayor tasa de bocado en los tratamientos sin leguminosas, resultado de una mayor homogeneidad en calidad, efecto de un mayor contenido de fibra, menor contenido de PC y menor digestibilidad de materia orgánica que en los tratamientos con leguminosas.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO DE EVALUACIÓN

El trabajo fue realizado en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” perteneciente a la Facultad de Agronomía, Universidad de la República, ubicada en el km 363 de la ruta nacional No. 3, departamento de Paysandú, Uruguay. El experimento fue realizado en el potrero 35, latitud 32°22'26.09"S y longitud 58° 3'52.92"O. El estudio comenzó el 23/07/2016 y finalizó el 28/10/2016.

#### 3.2 DESCRIPCIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL

El área experimental está ubicada sobre la Unidad San Manuel, que pertenece a la formación geológica Fray Bentos, según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay (Altamirano et al., 1976). Los suelos dominantes encontrados en esta unidad son Brunosoles Éutricos Típicos (Háplicos), de superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcilloso (limosa). Asociados a estos, también se encuentran Brunosoles Éutricos Lúvicos, de textura limosa y Solonetz Solodizados Melánicos de textura franca (Altamirano et al., 1976).

##### 3.2.1 Antecedentes del área experimental

La fecha de siembra de la pastura en estudio fue el 17 de marzo para las parcelas en las que el tratamiento comprendió la siembra pura de la especie *Lolium multiflorum* (mismos cultivares y proporciones que la mezcla) y 24 de marzo para aquellas en que se sembró la mezcla forrajera “Speed mix”. La mezcla se compone de 70,5% de *Lolium multiflorum* (27% cv.Sabroso, 20% cv.E284, 17,5% cv.Moro y 6% cv.Braçelim), 23,5% de *Trifolium resupinatum* (cv.Maral) y 6% *Trifolium vesiculosum* (cv.Sagit).

Ambos tratamientos se sembraron en la línea con sembradora a chorrillo en un área total de 2,77 has. El área sembrada con raigrás puro fue de 1,48 has. a una densidad de siembra de 19,8 kg/ha, con un peso de mil semillas de aproximadamente 3,06 gramos. Por otro lado, el área de las parcelas sembradas con mezcla “speed mix” fue de 1,29 has., a una densidad de siembra de la mezcla 18,8 kg/ha, con un correspondiente peso de 1,59 gramos para mil semillas.

#### 3.3 TRATAMIENTOS

El experimento consta de cuatro tratamientos con dos repeticiones cada uno. El total de parcelas (8) se dividen en 2 bloques iguales (BI y BII, de 4 parcelas c/u), en los que se repite una vez cada tratamiento.

Mediante los tratamientos se quiere evaluar la interacción entre las mezclas forrajeras y la fertilización nitrogenada. Los tratamientos son mezcla fertilizada (M64), mezcla sin fertilizar (M0), raigrás puro fertilizado (R64) y raigrás puro sin fertilizar (R0).

Los tratamientos “fertilizados”, corresponden a la aplicación de nitrógeno en forma de urea, a una dosis de 64 kg/ha de N, fraccionados en dos aplicaciones de 32 kg/ha cada una. A la siembra se aplicaron 120 kg/ha de 7-40/40-0 (NPK) en todos los tratamientos.

La primera aplicación de urea (70 kg) se realizó el 12/05 en todos los bloques, y la segunda se realizó el 29/07 en el bloque II, y el 16/08 en el bloque I.

Se realizaron dos períodos de pastoreo con terneros de la raza Holando durante el transcurso del experimento. El primer período de pastoreo fue desde el 22/07 al 8/08. El segundo período de pastoreo se realizó desde el 21/10 hasta el 28/10.

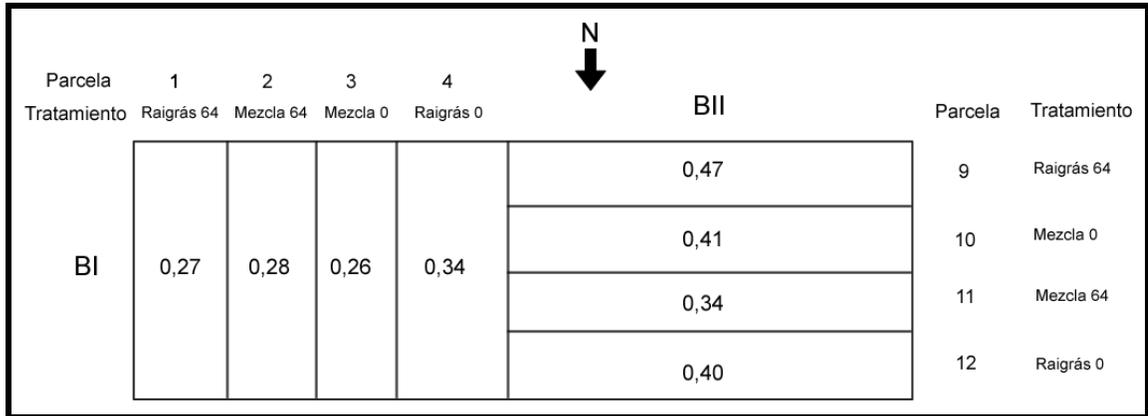
El método de pastoreo fue rotacional con 74 días de descanso entre ambos períodos de pastoreo.

Los animales experimentales fueron terneros de raza Holando, con un peso promedio al ingreso de la parcela de 137 kg.

### 3.3.1 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar (DBCA). El área total experimental de 2,75 has, dividida en 2 bloques de 1,14 (BI) y 1,61 (BIII), que se dividieron en 4 parcelas cada uno, tal como se observa en la figura 1. Los tratamientos evaluados están en un arreglo factorial de dos por dos, siendo uno de los factoriales la fertilización nitrogenada (0 y 64 kg de N) y el otro la composición del verdeo (puro o mezcla).

Figura No. 1. Mapa del diseño experimental.



### 3.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS E ÍNDICE DE TEMPERATURA-HUMEDAD (ITH)

La región geográfica en la cual se ubica Uruguay presenta un clima subtropical húmedo, en donde las precipitaciones tienen distribución isohigro con variabilidad interanual y estacional. El promedio anual registrado para todo el territorio es de 1200 mm (Durán, 1985).

Con respecto a la temperatura, las más altas se presentan en el mes de enero y febrero y las más bajas en junio y julio de acuerdo a la región, de igual manera los cambios de temperaturas son frecuentes y pronunciados en cualquier época del año. La media anual es de 17,5 °C, variando de 20 °C en la zona noreste, hasta 16 °C en la costa atlántica (Severova, 1997).

Para la localidad de Paysandú los promedios de precipitaciones y temperaturas son de 1238 mm y 18,1 °C respectivamente (Castaño et al., 2010).

El ITH es un indicador utilizado para monitorear si las condiciones ambientales, temperatura y humedad del aire combinados, resultan en falta de confort para los bovinos. En cuanto al ITH, para su cálculo se utilizaron los registros de temperatura y humedad relativa de la estación agrometeorológica automática de la EEMAC, que se realizan cada 30 minutos. Para calcular el ITH durante los períodos de registro de comportamiento animal se usó la siguiente ecuación:  $ITH = (1,8T + 32) - [(0,55 - 0,0055RH) \times (1,8T - 26)]$ ; donde T refiere a temperatura (°C) y RH a humedad relativa (%). Los valores son comparados con Livestock Weather Safety Index (normal: <74, alerta: 75 – 78, riesgo: 79 – 83, emergencia: > 84, Johnson, 1994).

### 3.5 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Para este trabajo se realizaron las mediciones de las variables de comportamiento animal pastoreado los diferentes tratamientos.

Las mediciones se realizaron en los dos bloques, de forma consecutiva, al momento de ingreso y salida de los animales. Las distintas actividades se registraron en 30 animales, los días 23 y 24 de julio, 6 y 7 de agosto y 23, 24, 26 y 27 de octubre. Los animales se mantuvieron en las parcelas entre 5 – 14 días.

En cuanto al estudio de comportamiento ingestivo animal, y como forma de agrupar los datos se trabajó la información separada por dos períodos, período 1°. correspondiente a invierno en las fechas de medición 23 y 24 de julio y 6 y 7 de agosto, mientras el período 2°. corresponde a primavera para las fechas 22, 23, 26 y 27 de octubre. A su vez cada período se subdividió en dos momentos, 1°. correspondiente a la entrada de los animales a la parcela (23 y 24 de julio, y 22 y 23 de octubre) y 2°. a la salida de los animales de la parcela (fechas 6 y 7 de agosto y 26 y 27 de octubre).

Al mismo tiempo se fraccionó cada fecha de medición, en rangos con duración de 2 horas entre las 8am y 18 pm. El rango uno de 8 am a 10 am, el rango dos de 10 am a 12 pm, el tres de 12 pm a 14 pm, el cuarto de 14 pm a 16 pm y el quinto y último de 16 pm a 18 pm.

Las determinaciones comenzaron a las 08:00 y finalizaron a las 18:00, realizándose cada 10 minutos (Santana Junior et al., 2014).

#### 3.5.1 Actividades registradas

Las actividades que se registraron fueron pastoreo efectivo (Pe), pastoreo de búsqueda (Pb), rumia(R), descanso (D) y agua (A). Así como también se registró la tasa de bocado (b/min).

##### 3.5.1.1 Registro de actividad animal

Se expresaron en proporciones, determinándose como el número de observaciones en una actividad sobre el número total de observaciones. Esto se debe a que si bien se asume que el animal está realizando la actividad durante los 10 minutos dichas determinaciones son discretas por lo que es más conveniente expresar en proporción y no en minutos.

### 3.5.1.2 Tasa de bocados

Se determinó como el tiempo destinado por los animales tester en realizar 60 bocados. Si el tiempo transcurridos entre bocado y bocado es superior a los 15 segundos se anula la medición y se inicia nuevamente (Balocchi et al., 2002). Al igual que todos los registros de comportamiento, es realizado el día posterior a la entrada de los animales y el día previo a la salida de las parcelas. El tiempo determinado como objetivo entre momentos de observación para determinar la tasa de bocados fue de 2 horas, sin embargo, existieron excepciones debido a que los animales no siempre se encontraban en actividad de pastoreo.

### 3.5.1.3 Altura de la pastura

Se midió la altura de la pastura (cm) al momento de ingreso y salida de los animales a la parcela, desde el suelo hasta el punto donde la hoja verde más alta del tapiz hace contacto con la regla, variable que se correlaciona directamente con la cantidad de materia seca existente.

En este trabajo se tomaron ocho muestras de altura en cada parcela, en las que cada uno de los ocho puntos muestreados representaban de menor a mayor (del 1 al 8) la disponibilidad forrajera visual de la parcela. En cada uno de las ocho muestras, se midió tres veces la altura, trazando una diagonal dentro de un rectángulo de hierro de 0,10 m<sup>2</sup> (0,50 x 0,20 m).

En el trabajo con el fin de medir la altura se tomaron ocho muestras por parcela, donde en cada una de esas muestras se midió tres veces la altura. La muestra corresponde a un marco de hierro de 0,10 m<sup>2</sup>, en el que se trazó una línea imaginaria desde un vértice a otro, obteniendo la medida de los dos extremos y del centro. Estas 3 medidas se promediaron, obteniéndose 8 datos por parcela, que a su vez fueron promediados nuevamente, arrojando un dato de altura representativa.

### 3.5.1.4 Masa de forraje

En las ocho muestras que se tomaron de cada parcela, se cortó el forraje y se pesó inmediatamente obteniéndose así el peso en base fresca. Luego todas las muestras fueron colocadas en estufa a 60 °C por 48 hrs., para ser luego nuevamente pesadas obteniendo el peso de materia seca.

Luego de obtenido el peso de cada muestra en materia seca, se multiplicó el mismo por 100, para obtener el equivalente en kg MS/ha. Teniendo identificado cada peso en kg MS/ha con su respectiva altura, se graficaron las muestras de cada tratamiento, colocando en el eje de las abscisas la altura en

cm y en el eje de las ordenadas el peso en kg MS/ha. De esa gráfica de puntos se obtuvo una línea de regresión con su respectiva fórmula para cada tratamiento.

Mediante las siguientes ecuaciones obtenidas, se calculó la masa de forraje al momento de entrada y salida de los animales a la parcela, para los dos períodos.

Cuadro No. 1. Ecuaciones estimadas utilizadas para el cálculo masa de forraje (y) según altura (x).

	Invierno		Primavera	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
R64	$y = 726,73+183,7x$	$y = 590,22+177,52x$	$y = -198,56+134,5x$	$y = 590,22+177,52x$
R0	$y = 1021,4+153,85x$	$y = 350,64+199,6x$	$y = 320,89+134,84x$	$y = 350,64+199,6x$
M64	$y = 990,32+137,52x$	$y = 151,12+223,52x$	$y = 122,6+124,7x$	$y = 151,12+223,52x$
M0	$y = 264,19+197,69x$	$y = 418,14+169,54x$	$y = -688,1+227,81x$	$y = 418,14+169,54x$

\*todas las ecuaciones son significativas p-valor < 0,10

### 3.6 ANÁLISIS DE DATOS

Para responder la hipótesis general de este trabajo se ajustó para cada variable de comportamiento en estudio el siguiente modelo lineal general:

$$y_{ijkl} = \mu + \beta_i + \tau_j + \gamma_k + (\tau_j \times \gamma_k) + \pi_l + (\tau_j \times \pi_l) + (\gamma_k \times \pi_l) + (\tau_j \times \gamma_k \times \pi_l) + \varepsilon_{ijkl}$$

Dónde:

$y_{ijkl}$	Corresponde a cada medida realizada en espacio y tiempo
$\mu$	Media general
$\beta_i$	Efecto bloque
$\tau_j$	Efecto composición del verdeo
$\gamma_k$	Efecto fertilización nitrogenada
$(\tau_j \times \gamma_k)$	Interacción entre composición y fertilización
$\pi_l$	Efecto del período
$(\tau_j \times \pi_l)$	Interacción entre composición y período
$(\gamma_k \times \pi_l)$	Interacción entre fertilización y período
$(\tau_j \times \gamma_k \times \pi_l)$	Interacción entre composición, fertilización y período
$\varepsilon_{ijkl}$	Error experimental

A su vez para caracterizar los factores que incidieron más en el comportamiento animal, fue utilizado un análisis multivariado de árbol de regresión y clasificación para cada una de las variables de comportamiento.

Para realizar estos análisis fueron utilizados el software Infostat y R.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

#### 4.1.1 Temperatura

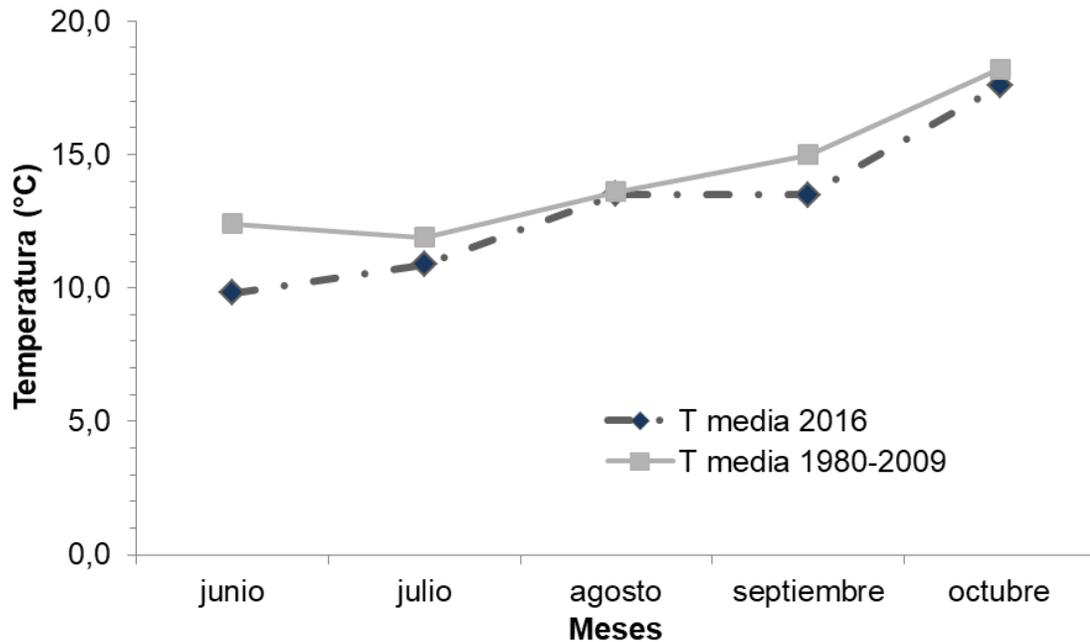
Mediante datos proporcionados por la estación meteorológica de la EEMAC y la serie histórica 1980 – 2009 (Castaño et al., 2010), se realizó un análisis comparativo de la temperatura media mensual para el año 2016 respecto a la temperatura media mensual para la serie histórica 1980 – 2009.

En la figura 2, se aprecia que entre junio y octubre a excepción de agosto los valores de temperatura media del 2016 se encontraron por debajo de las temperaturas históricas para la localidad de Paysandú, hallándose mayor diferencia en las temperaturas en los meses junio y septiembre respecto a los valores históricos.

En referencia al período de muestro los meses agosto y octubre, se puede afirmar que la temperatura media para ese período se comportó de manera similar a los valores históricos para la localidad, mientras que para el mes de julio la temperatura fue menor. Mientras que los meses previos a los muestreos junio y septiembre se observaron valores inferiores, de mayor diferencia respecto a la media histórica.

Las bajas temperaturas otoñales que sumadas a un exceso de agua, pudieron haber generado un enlentecimiento del crecimiento de las especies evaluadas.

Figura No. 2. Registro de temperaturas en para el año 2016, comparadas con la media histórica 1980 – 2009.



#### 4.1.2 Precipitaciones

De igual forma que los datos de temperatura, las precipitaciones se obtuvieron a partir de la estación meteorológica de la EEMAC y la serie histórica elaborada por Castaño et al. (2010) para la localidad de Paysandú.

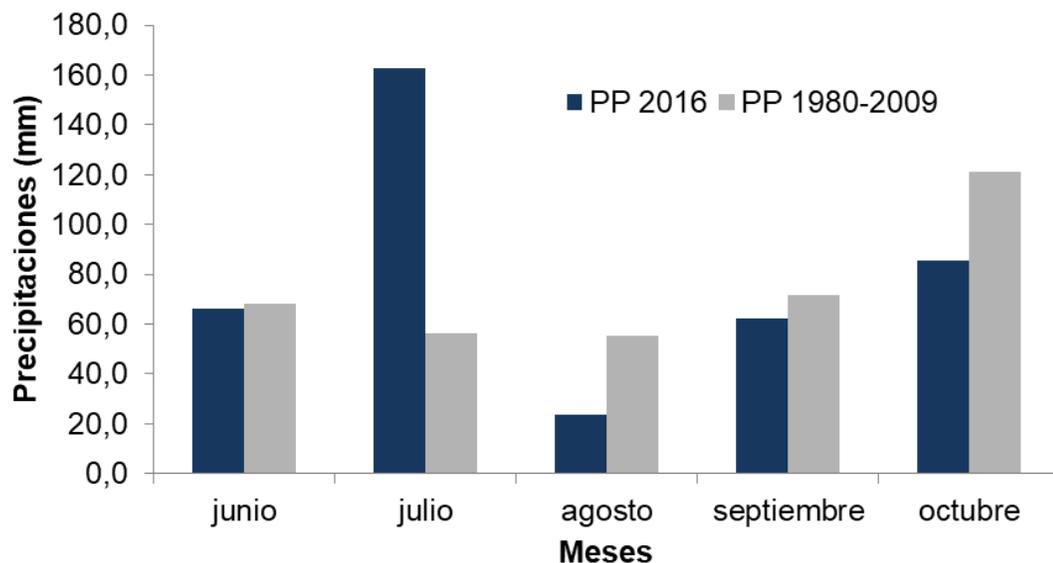
El año 2016 presentó un aumento en las precipitaciones en 582 mm anuales por encima de la serie histórica 1980 – 2009 (1821 mm vs. 1239 mm). Este aumento se traduce a un exceso de precipitaciones en los meses de febrero, abril y julio, donde llovieron 198 mm, 541 mm y 107 mm respectivamente, más que en la serie histórica para los meses correspondientes. Como consecuencia de las precipitaciones al inicio de la estación de crecimiento, las cuales superaron ampliamente los promedios históricos mensuales, es previsible esperar con esas condiciones que la implantación de la pastura no sea buena. Una alta humedad en la siembra determinada por el exceso de lluvias de febrero, con posteriores acumulaciones de agua en el perfil del suelo que generaron condiciones predisponentes al fenómeno de erosión laminar resultando en pérdida de semillas y plántulas.

Mientras que en el mes de abril los 700 mm registrados provocaron la saturación del suelo y condiciones de anaerobiosis dado que la capacidad de almacenaje de agua de los suelos en cuestión es de 120 - 160 mm clasificada como alta (Durán y García Préchac, 2007).

Estas condiciones perjudicaron el desarrollo normal de las plántulas, debido a un situación de anoxia radicular, que afecto el proceso de respiración y por lo tanto la generación de energía para la absorción de nutrientes del suelo (Carámbula, 2010b).

En la figura 3 se observa que entre los meses de junio a octubre las precipitaciones fueron inferiores a los valores históricos, a excepción de julio que se encontraron por encima. Con respecto al período de muestreo como se mencionó anteriormente, julio fue el único mes en el que los valores de precipitaciones estuvieron por encima de los valores históricos, donde llovieron más de 100mm en relación a las precipitaciones históricas en ese mismo mes. Mientras que en los meses de agosto y octubre los valores fueron inferiores a las históricas, un 55% inferior en agosto, y un 30% inferiores en octubre.

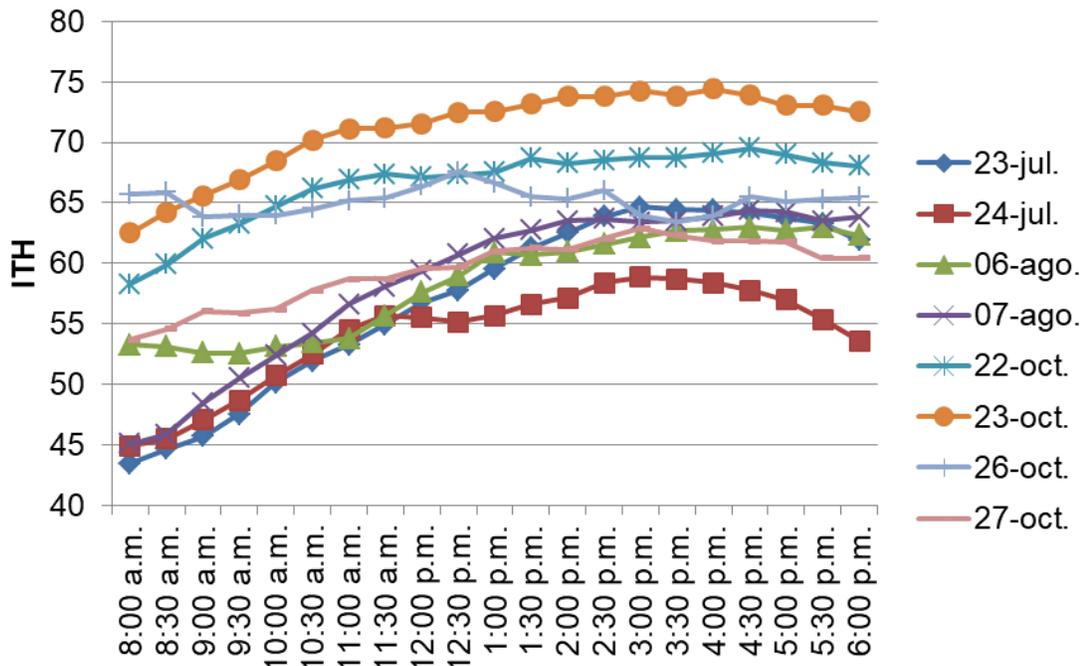
Figura No. 3. Registro de precipitaciones mensuales para el año 2016, comparado con la serie histórica 1980 – 2009.



### 4.1.3 Índice de temperatura y humedad (ITH)

Observando los datos de ITH en la figura 4, obtenidos a partir de la ecuación de Johnson (1994), se distingue una tendencia similar a lo largo del día según los diferentes momentos. Durante los días de muestreo nunca se alcanzó niveles de alerta, siendo en la tarde los niveles superiores. Se observaron los mayores niveles el día 23 – oct., al punto de encontrarse en el límite de entrar en nivel de alerta (normal: <74, alerta: 75 – 78, riesgo: 79 – 83, emergencia: > 84).

Figura No. 4. Variación diaria de ITH en los días de muestreo.



## 4.2 CONDICIONES DE LA PASTURA

### 4.2.1 Altura

Se obtuvieron alturas promedio de 7,15; 8,88; 10,88 y 9,30 cm para R0, M0, R64 y M64 respectivamente.

Se encontró una tendencia en la que la altura promedio al momento de entrada de los animales, en los tratamientos R0 y M0 fue menor que aquellos con 64 kg de N (R64 y M64), pudiéndose deber a que los tratamientos sin

fertilización tenían baja disponibilidad de nitrógeno en el suelo debido a la lixiviación provocada por los excesos de lluvia de los meses anteriores.

Se hallaron diferencias significativas en las alturas de los tratamientos según el momento de entrada y salida de los animales (p-valor = <0,0001). Se observó también significancia en las alturas respecto a la fertilización donde fue mayor en aquellos tratamientos fertilizados con 64kg de N (p-valor =0,0426), esto se debe a que el agregado de nitrógeno provoca que la pastura adopte una arquitectura más erecta, con incremento en la densidad de macollo, aumento en la longitud media de las láminas y tallos más gruesos, determinando así un rebote más rápido con el cual se alcanzó antes el IAF óptimo de la pastura (Boggiano 2000, Zanoniani et al. 2011).

A su vez se halló para la altura, significancia en la interacción mezcla por fertilización (p-valor = 0,0955). Analizado las medias por Tukey, resultaron diferentes las alturas entre el tratamiento R64 y R0, siendo el primero el de mayor altura y el segundo el de menor altura de los cuatro tratamientos.

Cuadro No. 2. Condiciones de la pastura en la entrada y salida, para invierno y primavera dadas por altura, disponibilidad y oferta de forraje según tratamiento.

		Invierno		Primavera	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
R0	Altura	11,5	5,4	9,5	2,2
	Disp.	2787	1429	1602	790
	Oferta	11,7		3,9	
M0	Altura	11,1	6,1	12,1	6,2
	Disp.	2869	1459	2074	1469
	Oferta	12,7		6,0	
R64	Altura	14,8	5,9	16,7	6,1
	Disp.	3436	1642	2044	1664
	Oferta	10,7		4,8	
M64	Altura	13,9	5,6	12,9	4,8
	Disp.	2480	1459	1729	1213
	Oferta	7,7		3,0	

Referencias: altura (cm), disponibilidad (kg.MS), oferta de forraje (% kg.MS/100 kg PV), período (invierno o primavera), momento (entrada o salida de los animales de la parcela).

#### 4.2.2 Oferta de forraje

Para la oferta de forraje se encontró significancia en los distintos períodos ( $p$ -valor =  $<0,0001$ ), donde en invierno la oferta fue de 11,14 % mientras que en primavera esta fue de 4,6 %. También se halló diferencias significativas para la oferta en los distintos momentos ( $p$ -valor = 0,0007), donde fue mayor la oferta a la entrada de los animales. Hubo diferencias estadísticas en la fertilización ( $p$ -valor = 0,0079), visualizándose una oferta promedio mayor en los tratamientos M0 y R0 respecto a los tratamientos M64 y R64 (9,6 % vs. 6,1 %, cuadro 2), mientras que en la altura los mayores valores se encontraron en los tratamientos fertilizados como se mencionó anteriormente.

Observando las interacciones se encontró diferencias significativas para período\*momento = 0,0216 y mezcla \* fertilización = 0,0093. Para la interacción período por momento, al analizar las medias por Tukey la única que resulto distinta al resto fue al momento de entrada de los animales en invierno, superior al resto de las interacciones. En cuanto a la interacción mezcla \* fertilización las medias demuestran únicamente diferencias entre la interacción M0 y M64 con 11,34 % y 4,56 % respectivamente. Mientras que los otros dos tratamientos R0 y R64, sus medias son indiferentes tanto a las del tratamiento M0 como a las de M64.

#### 4.2.3 Disponibile

En cuanto al forraje disponible en kg/ha MS, se observó significancia para el período ( $p$ -valor = 0,0001) y para el momento ( $p$ -valor =  $<0,0001$ ). En el período de invierno el disponible fue de 2188 kg/ha MS, mientras que en primavera fue de 1573 kg/ha MS. En cuanto al momento, a la entrada de los animales el forraje disponible era de 2377 kg/ha MS comparado con los 1383 kg/ha MS al momento de salida de los animales.

Se halló también significancia en las interacciones período \* momento ( $p$ -valor = 0,002), mezcla \* fertilización ( $p$ -valor = 0,0001) y para período \* mezcla \* fertilización ( $p$ -valor = 0,0655). En la interacción período \* momento se encontraron diferencias significativas según las medias comparadas por Tukey, donde el mayor disponible fue en invierno a la entrada de los animales, donde se acumularon 2892 kg/ha MS. En relación a mezcla \* fertilización no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos R64 y M0, siendo estos los de mayor forraje disponible kg/ha MS. Mientras que, si se encontró significancia entre estos últimos mencionados, con los tratamientos R0 y M64, que se tradujo en 605 kg/ha MS más.

#### 4.3 COMPORTAMIENTO INGESTIVO DE LOS ANIMALES

Se procedió a realizar un análisis de varianza para las variables de comportamiento y así observar que variables de clasificación incidían en ellas.

Cuadro No.3. Resumen del análisis estadístico (p-valor) para las diferentes actividades de comportamiento según las distintas variables y las interacciones.

	Pe	Pb	R	D	Tb
Período	<0,0001	0,0013	0,0005	<0,0001	0,0172
Momento	<0,0001	0,0003	0,0309	0,0263	<0,0001
Rango	<0,0001	NS	<0,0001	0,0001	NS
Mezcla	NS	NS	NS	NS	NS
Fertilización	NS	NS	NS	0,0791	0,0316
Per.*mom.	<0,0001	0,005	NS	<0,0001	0,0249
Per.*rango	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0007
Per.*mez.	NS	NS	NS	NS	0,0418
Per.*ferti.	0,0068	NS	0,0048	NS	<0,0001
Mom.*rango	<0,0001	0,0004	0,0002	0,0514	NS
Mom.*mez.	NS	NS	0,0534	NS	NS
Mom.*ferti.	NS	NS	NS	NS	NS
Rango*mez.	NS	NS	NS	NS	NS
Rango*ferti.	NS	NS	NS	NS	NS
Mez.*ferti.	NS	NS	NS	NS	NS

Referencias: Pe= pastoreo efectivo, Pb= pastoreo búsqueda, R= rumia, D= descanso, Tb= tasa de bocado

En el cuadro 3 se puede observar que las variables período (invierno y primavera) y momento (entrada y salida de los animales) resultaron significativas (p-valor < 0,10) para todas las variables de comportamiento. Esto se debe principalmente a la variación estacional en calidad del forraje entre invierno y primavera así como también a la diferencia de oferta de forraje entre una estación y la otra y entre el momento de entrada y salida de la parcela. El rango del día tuvo efecto significativo sobre todas las variables excepto pastoreo búsqueda y la tasa de bocado, esto se debe principalmente a que el patrón de comportamiento animal es generalmente similar con alternancia entre pastoreo, rumia y descanso, donde hay períodos de pastoreo fuertemente ligados al amanecer y al atardecer, mientras que destinan tiempo a rumiar en la

noche (Hafez, Arnold, citados por Hodgson, 1982b). La variable fertilización tuvo significancia para la variable descanso y para la tasa de bocado.

En cuanto a las interacciones se puede observar que período \* rango fue significativa para todas las variables de comportamiento, mientras que se halló significancia en período \* momento, que puede estar reflejado principalmente por las diferencias de oferta de forraje. Para la interacción momento \* rango se halló significancia para pastoreo efectivo, pastoreo búsqueda y descanso.

Para las variables de comportamiento pastoreo efectivo, rumia y tasa de bocado se observó significancia en período \* fertilización (p-valores: 0,0068, 0,0048 y <0,0001 respectivamente). Por otra parte, para la variable tasa de bocado se observaron diferencias significativas entre las medias para período \* mezcla (p-valor: 0,0418). En referencia a la rumia se hallaron diferencias significativas en las medias para momento \* mezcla (p-valor: 0,0534).

Cuadro No.4. Resumen del análisis estadístico (p-valor) para las diferentes actividades de comportamiento según las distintas variables (sin diferenciar entre fertilización y mezcla) y las interacciones.

	Pe	Pb	R	D	Tb
Período	<0,0001	0,001	0,0001	<0,0001	NS
Momento	<0,0001	0,0002	0,0229	0,0277	<0,0001
Rango	<0,0001	NS	<0,0001	<0,0001	NS
Per.*mom.	<0,0001	0,0055	NS	<0,0001	0,0317
Per.*rango	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0011
Mom.*rango	<0,0001	0,0004	0,0002	0,0517	NS

Referencias: Pe= pastoreo efectivo, Pb= pastoreo búsqueda, R= rumia, D= descanso, Tb= tasa de bocado

En el cuadro 4, se encuentran los p-valores del análisis estadístico, en el cual se eliminó el efecto de las variables fertilización y mezcla, debido que en la mayoría de las variables de comportamiento no fueron significativas. Se puede observar que momento es significativo para todas las variables como también período \* rango (p-valor <0,10).

Para las variables pastoreo efectivo y descanso, se hallaron diferencias significativas en las medias según Tukey para todas las variables de clasificación, así como también las interacciones (p-valor <0,10).

Observado la variable rumia, en la que se hallaron diferencias significativas para las tres variables de clasificación, se puede acotar que rango del día fue la de mayor incidencia en el tiempo destinado a dicha actividad ( $p$ -valor=  $<0,0001$ ), donde comparando las medias por Tukey, el rango 5 (16-18hrs.) fue el de menor tiempo destinado para rumia, que reafirma lo mencionado por Hodgson (1982b, 1990) donde en la tarde, el último período de pastoreo tiende a ser el más largo, destinando mayor tiempo para pastoreo efectivo y menos para otras actividades, donde la rumia es inversamente proporcional al pastoreo ya que son actividades mutuamente excluyentes (Dulphy et al. 1980, Hodgson 1985).

Para la variable tasa de bocado, se observó que la única variable de clasificación que tiene efecto significativo ( $p$ -valor=  $<0,0001$ ) es momento de entrada o salida de los animales, mientras que en las interacciones se halló significancia para período \* momento y período \* rango ( $p$ -valor: 0,0317 y 0,0011 respectivamente). Según el test de Tukey para momento, se encontraron diferencias significativas, donde los animales realizaron mayor tasa de bocados al momento de salida, que puede deberse a haber una menor altura y disponible en relación a la entrada (5,44 cm y 1393 kg/ha MS vs. 13cm y 2377 kg/ha MS), coincidiendo con lo hallado por Allden y Whittaker (1970) donde el tamaño de bocado decrece linealmente con la disminución del largo de los macollos o de la altura de las plantas, por lo tanto a menor peso de bocado, menor tiempo destinado a manipular el forraje, realizando un mayor número de bocados para consumir lo mismo (Hodgson, 1985).

Debido a que los datos de los cuadros 3 y 4, con los  $p$ -valores obtenidos a partir de un análisis de varianza, no permitió categorizar que variable tenía mayor incidencia en la variación de la actividad de pastoreo y las variables de comportamiento, se realizó un análisis multivariado de árboles de clasificación y regresión. Este análisis se realizó con la totalidad de los datos, usando todas las repeticiones de todos los animales, sin promediar por tratamiento, a su vez el efecto de la fertilización y la mezcla queda implícita en las variaciones del disponible y la altura del forraje en cada tratamiento.

#### 4.3.1 Pastoreo efectivo

Para la variable pastoreo efectivo no se observaron diferencias significativas en el tiempo asignado por los animales para los distintos tratamientos expresados como el tiempo en proporción destinado a la actividad dentro de las horas de muestreo.

Observando la figura 5, el rango es la variable de clasificación de mayor relevancia en la modificación del tiempo destinado a pastoreo efectivo ( $p$ -valor= $<0,001$ ), donde se halló diferencias significativas entre el rango cinco (16

- 18 h) y los otros cuatro (1 de 8 - 10 h, 2 de 10 - 12 h, 3 de 12 - 14 h y 4 de 14 - 16 h).

La segunda variable clasificatoria para el rango 5 (16 - 18 h) fue el ITH ( $p$ -valor =  $<0,001$ ), modificando el tiempo destinado para pastoreo efectivo donde con valores de ITH igual o por debajo a 61 pastoreaban menos que cuando el ITH fue mayor a 61, donde si se observa la figura 4, los valores de ITH menores a 61 se encuentran asociados a los rangos de la mañana, rango 1 (8 - 10 am) y rango 2 (10 -12 pm). Por lo tanto, en el último rango de pastoreo (16 - 18 h) y con valores de ITH por encima de 61, se asimila con lo afirmado por Hodgson (1982b, 1990) que el período de pastoreo más largo e intenso se da antes del anochecer. A su vez este comportamiento tiene un efecto inherente al animal, y se debe al miedo a la predación durante la noche por lo que intentan consumir la mayor cantidad posible antes de que anochezca, y mantenerse alerta durante la noche (Rutter 2006, Scarlato 2011).

Se puede atribuir también que el aumento del pastoreo efectivo en el último rango del día, se debe a que a lo largo del día la concentración de materia seca y carbohidratos solubles aumentan con la acumulación de fotosintatos (Orr et al. 2001, Griggs et al. 2005). Este aumento en las concentraciones de carbohidratos no estructurales le aporta al forraje una mayor digestibilidad y palatabilidad (Civarella et al. 2000, Linnane et al. 2001), por lo tanto, estos cambios diurnos en la calidad de forraje pueden provocar una preferencia en intensificar el pastoreo al atardecer (Georgini et al., 2006).

Cuando el ITH era mayor a 61, una tercera variable clasificatoria alteraba el tiempo destinado para pastoreo efectivo, la oferta de forraje (%) ( $p$ -valor = 0,038), en donde con una oferta menor o igual a 7,9 % los animales destinaban mayor tiempo a pastoreo que con mayores niveles de oferta (0,75 vs. 0,604).

Esto concuerda con resultados obtenidos por Mezzalira, citado por Carvalho et al. (2008) donde el tiempo destinado para pastoreo efectivo fue inversamente proporcional a la oferta de forraje. Este comportamiento ha sido ampliamente reportado (Chacon y Stobbs 1976, Jamieson y Hodgson 1979, Pulido y Leaver 2001), y es explicado como respuesta a la reducción de la tasa de consumo instantánea, donde los animales incrementan el tiempo de pastoreo cuando existe una reducción en la disponibilidad de forraje ya se por altura, oferta o accesibilidad (Jamieson y Hodgson 1979, Hodgson 1990).

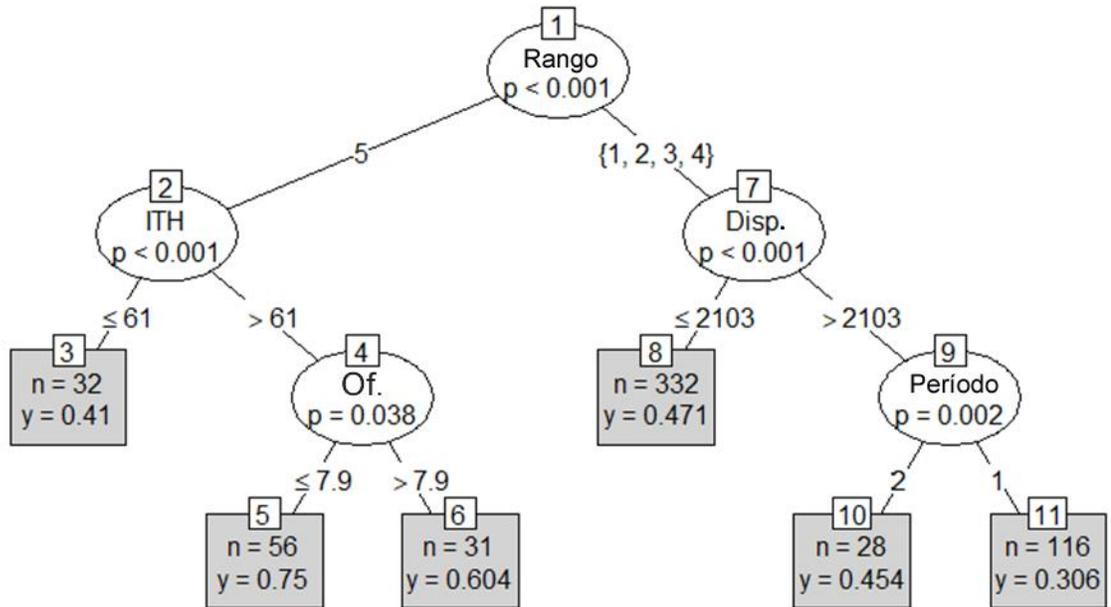
Cuando se analizaban los otros cuatro rangos del día, se encontró que la segunda variable de clasificación que provocaba variaciones en el tiempo destinado a pastoreo efectivo fue la disponibilidad de forraje (kg/ha MS). Con

disponibilidad mayor a 2103 kg/ha MS los animales destinaban menos tiempo al pastoreo efectivo que con una disponibilidad menor o igual a 2013 kg/ha MS, reafirmando lo expuesto por Jamieson y Hodgson (1979) donde a mayor disponibilidad menor tiempo de pastoreo. Cuando la disponibilidad era mayor a 2103 kg/ha MS una tercera variable de clasificación provocaba alteración en la variable de comportamiento, el factor período (invierno o primavera) con p-valor = 0,002, encontrándose mayor dedicación a pastoreo efectivo con disponibilidad mayor a 2103 kg/ha MS en la estación de primavera que en invierno (0,454 vs. 0,306).

Este comportamiento coincide con lo hallado por Walker y Heitschmidt (1989), en donde la cantidad de tiempo destinado a pastoreo efectivo es por lo general inversamente proporcional a la calidad del forraje. La variación estacional en la calidad demuestra que la digestibilidad de la materia orgánica (DMO) es alta en invierno y baja en verano, y el contenido de PC también sigue la misma tendencia. Esto es un reflejo de dos factores, el primero por el pasaje del estado vegetativo al reproductivo en la primavera, que se traduce en las gramíneas en un incremento en la fracción tallo, aumento de los carbohidratos estructurales, celulosa, hemicelulosa y lignina, así como también un descenso del nitrógeno no proteico. Como segundo factor, y asociado a los cambios fenológicos, el aumento de la temperatura media en primavera se encuentra asociada con incrementos en la concentración de fibra en el forraje (Minson 1990, García 2003).

Como ocurre en invierno, con días más cortos, donde factores ambientales como la luz del día, con efecto directo sobre la actividad de pastoreo (Gregorini et al., 2006), contribuyendo a limitar la capacidad de aumentar el tiempo de pastoreo, en primavera se podría considerar que el aumento en la duración del día provoca un aumento en el tiempo de pastoreo. A su vez en primavera, el aumento del tiempo diario de pastoreo podría indicar un intento de incrementar el consumo total de materia seca así como también aumento en la selectividad de la dieta.

Figura No.5. Árbol de regresión para los factores estudiados con proporción de pastoreo efectivo como variable respuesta.



Rango= 1 (8 - 10 h), 2 (10 - 12 h), 3 (12 - 14 h), 4 (14 - 16 h) y 5 (16 - 18 h); ITH= índice de temperatura y húmeda; Of.= oferta (%); Disp.= disponibilidad (kg/ha MS); período= 1 (invierno) y 2 (primavera).

#### 4.3.2 Pastoreo búsqueda

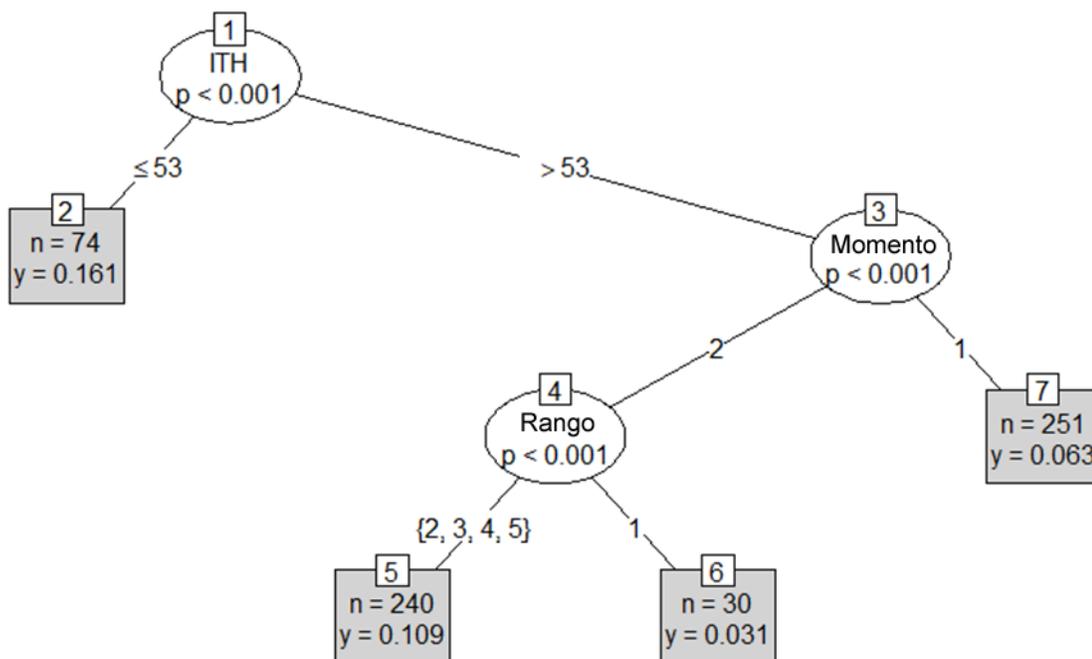
Observando la figura 6, la variable de clasificación de mayor relevancia en la modificación del tiempo consignado a pastoreo búsqueda es el ITH (p-valor= <0,001). Cuando el ITH era igual o menor a 53 los animales dedicaban más tiempo a pastoreo de búsqueda que cuando este era mayor a 53. A pesar de que los valores de ITH se encontraron siempre dentro de los niveles normales, sin alcanzar niveles de alerta.

Mientras que los días en que el ITH se encontraba por encima de 53 una segunda variable clasificatoria generaba variación en el tiempo destinado por los animales a pastoreo de búsqueda, siendo esta el momento de entrada o salida de los animales de la parcela (p-valor = <0,001). Al momento de salida(2), el rango del día alteraba el tiempo destinado a la actividad, hallándose diferencias significativas entre los rangos 2, 3, 4 y 5 y el rango 1, donde el menor tiempo destinado a la actividad se registró en el rango 1.

Estos datos concuerdan con lo concluido por Dougherty et al. (1989), donde el ganado exhibía comportamiento de pastoreo altamente activo en el primer pastoreo luego del ayuno durante la noche, caracterizado por altas tasas de ingesta resultante de la formación de grandes bocados a altas velocidades y, posiblemente, con mínima selectividad de la dieta. Más tarde en la misma sesión, los animales pastaron un ritmo más pausado formando bocados más pequeños a tasas más lentas y posiblemente con mayor selectividad de dieta.

Datos obtenidos por Walker et al. (1988) indican que el contenido de nutrientes de la dieta no varía entre el primer y último día en la misma parcela, por lo tanto estos resultados pueden deberse a que a la salida, la cantidad de forraje es menor, por lo tanto los animales priorizan obtener calidad mediante mayor selección.

Figura No.6. Árbol de regresión para los factores estudiados con proporción de pastoreo de búsqueda como variable respuesta.



ITH= índice de temperatura y humedad; momento= 1 (entrada de los animales) y 2 (salida de los animales); rango= 1 (8 - 10 h), 2 (10 - 12 h), 3 (12 - 14 h), 4 (14 - 16 h) y 5 (16 - 18 h).

#### 4.3.3 Rumia

La figura 7 demuestra que la variable de mayor relevancia en el tiempo destinado a rumia, es el rango del día ( $p$ -valor < 0,001), hallando diferencias significativas entre el rango 5 en relación al resto del día.

Para los primeros cuatro rangos, la segunda variable clasificatoria que modificaba el tiempo de rumia, era el ITH. Cuando el ITH era menor o igual a 60, la altura era la tercera variable de clasificación que modificaba el tiempo destinado por los animales a rumia. Donde con alturas mayores a 6 cm los animales ocupaban más tiempo rumiando que si la altura era igual o menor a 6 (0,204 vs. 0,142 respectivamente).

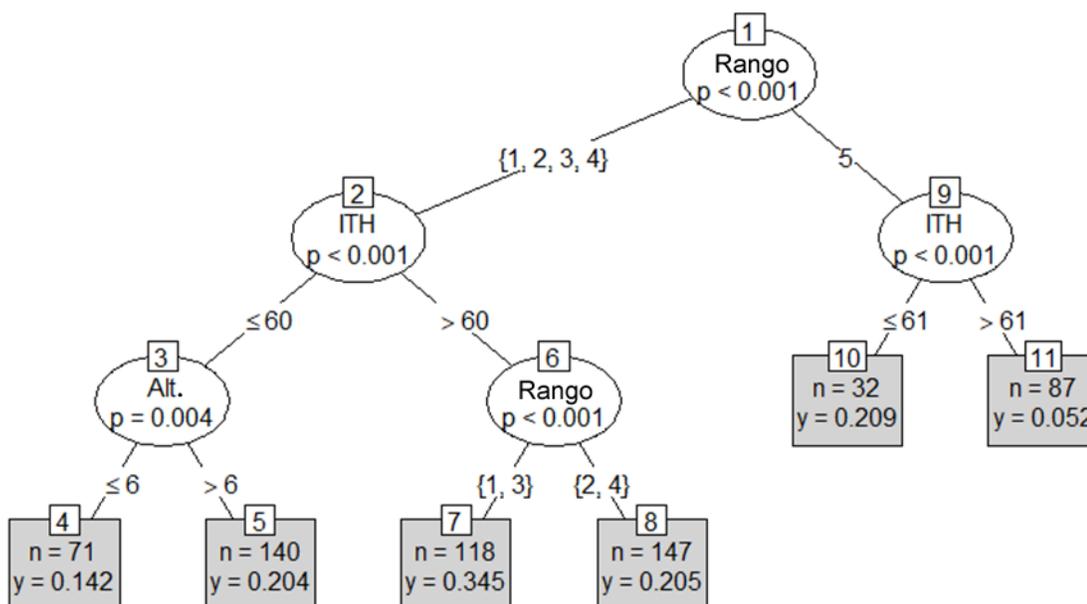
El aumento de la altura de la pastura se asocia con una reducción lineal del tiempo de pastoreo y un aumento cuadrático del tiempo de rumia (Scarlato, 2011). Concuera a su vez con lo reportado por Da-Trindade (2011) que los

mayores tiempos de pastoreo se lograron cuando la altura del forraje fue menor a 5,8 cm, por lo tanto a menores alturas menor rumia (Scarlato, 2011).

Analizando el rango 5, se observa que se encuentra alterado por el ITH como segunda variable clasificatoria, con valores de ITH por debajo o iguales a 61 los animales dedican más tiempo a rumiar. Si se observa nuevamente la figura 5 correspondiente al árbol de regresión de pastoreo efectivo se puede observar la misma clasificación, rango 5 e ITH igual o menor a 61, pero con respuestas inversas para ambas variables, donde menor tiempo de rumia se puede asociar a un incremento en el tiempo de pastoreo, eso se debe a que son mutuamente excluyentes y están correlacionados negativamente (Dulphy et al. 1980, Hodgson 1985).

A su vez, un menor tiempo de rumia podría indicar menor consumo de forraje y/o fibra (Welch y Smith, 1969), lo cual implicaría que la estrategia de incremento del tiempo de pastoreo, resultado de una mayor selectividad, en primavera en condiciones de alta disponibilidad de forraje podría no haber sido suficiente para compensar las limitaciones impuestas por la pastura, generando además mayores costos de energía por actividad de pastoreo (Scarlato, 2011).

Figura No.7. Árbol de regresión para los factores estudiados con proporción de rumia como variable respuesta.



Rango= 1 (8 - 10 h), 2 (10 - 12 h), 3 (12 - 14 h), 4 (14 - 16 h) y 5 (16 - 18 h); ITH= índice de temperatura y húmeda; Alt.= altura de la pastura en cm.

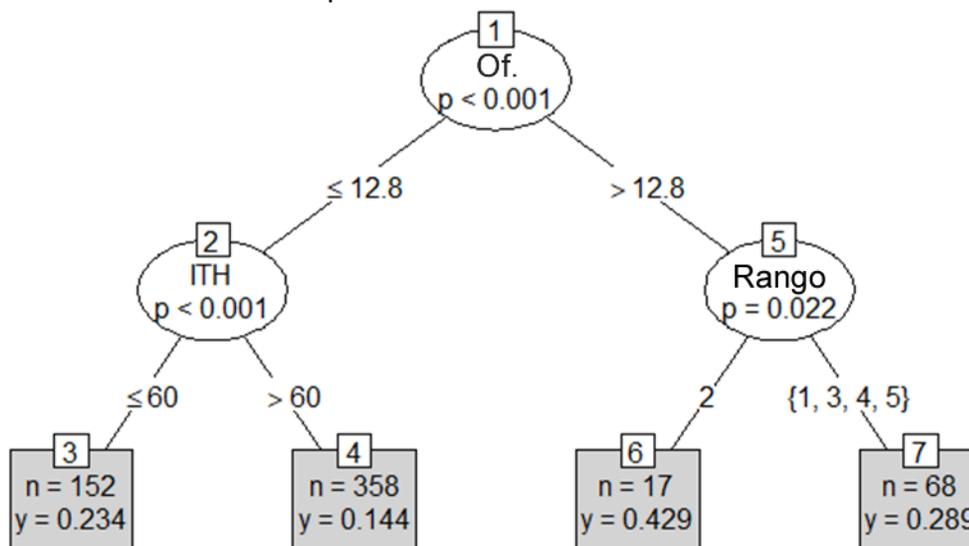
#### 4.3.4 Descanso

Si se observa la figura 8, se encontraron diferencias significativas para la variable descanso en relación a la oferta (%) con un p-valor = < 0,001. Cuando la oferta era menor 12,8 % el tiempo que los animales destinaban para descansar era nuevamente modificado por el factor ITH, donde con valores de ITH por debajo o iguales a 60 estos descansaban más que con ITH's por encima de 60. Nuevamente como ocurre con la rumia, cuando el ITH se encuentra por encima de 60, los animales dedicaban mayor tiempo para pastoreo efectivo. Soca et al. (1999), Chilbroste et al. (2007) encontraron que incrementos en la tasa de consumo instantáneo, se realizan a expensas del tiempo de rumia y descanso durante las sesiones de pastoreo por lo tanto menos tiempo para las otras actividades.

Cuando es muy escasa la disponibilidad de forraje, la capacidad de compensar la menor tasa de consumo mediante el incremento del tiempo de pastoreo está limitada, al competir el pastoreo con otras actividades como rumia y descanso, determinando reducciones en el consumo total de forraje (Gibb, 2006).

Cuando la oferta era mayor a 12,8 %, la variable de respuesta descanso era modificada por el rango del día, encontrándose diferencias significativas entre el rango 2 y los otros cuatro rangos pudiéndose deber a que la alternancia de los animales en las actividades, con dos sesiones principales de pastoreo, comenzando al amanecer y previo al anochecer, dicho patrón de comportamiento procura minimizar el pastoreo nocturno como forma de reducir el riesgo de predación por lo tanto cerca del medio día destinan más tiempo para descansar (Rutter 2006, Scarlato 2011).

Figura No.8. Árbol de regresión para los factores estudiados con proporción de descanso como variable respuesta.



Of.= oferta (%); ITH= índice de temperatura y húmeda; Rango= 1 (8 - 10 h), 2 (10 - 12 h), 3 (12 - 14 h), 4 (14 - 16 h) y 5 (16 - 18 h); Momento= 1 (entrada de los animales) y 2 (salida de los animales); Alt.= altura de la pastura en cm.

#### 4.4 TASA DE BOCADOS

Respecto a la tasa de bocado se encontró que la variable de clasificación que tenía mayor incidencia era el momento (entrada o salida de los animales), con un p-valor = < 0,001, la tasa de bocado a la salida era modificada a su vez por el factor período (invierno o primavera) (p-valor = 0,022). En el invierno una tercera variable de clasificación que incidía en la tasa de bocado fue la altura del forraje, donde con alturas menores a 4 cm aumentaba la tasa de bocado.

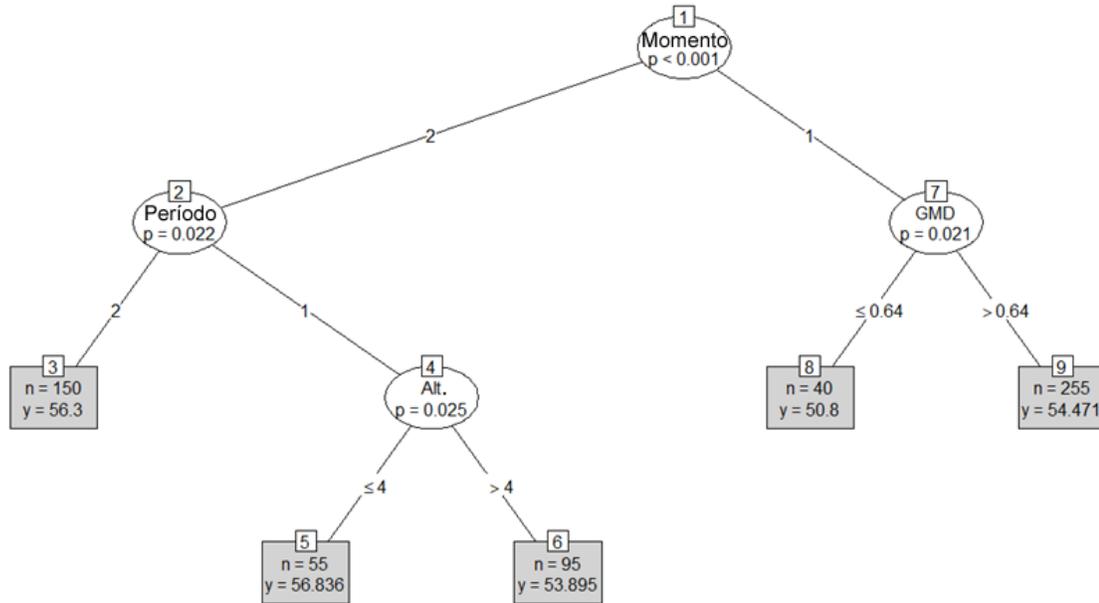
Esta diferencia en la tasa de bocado en invierno, al momento de salida de los animales de la parcela, con alturas por debajo de 4 cm, coincide con lo expuesto por Hodgson (1990) ya que los animales modifican la cantidad de bocados en respuesta a variaciones en la cantidad de forraje, donde a menores cantidades los animales tienden a incrementar el pastoreo y la tasa de bocado.

Es de esperarse que en invierno la tasa de bocado sea menor que en primavera, debido a mayor cantidad de forraje en invierno (2188 kg/ha MS vs. 1578 kg/ha MS respectivamente) que generan peso de bocado mayores, y si se observa la figura 5 se puede ver también que en invierno los animales dedican menos tiempo para pastoreo efectivo, que podría estar reflejando esos mayores

pesos de bocado y por lo tanto menor tasa de bocado. Galli et al. (1996) afirman que esta relación inversa entre la tasa de bocado y la altura o biomasa se debe a la relación entre los movimientos de aprehensión y mandibulares totales, que disminuyen a medida que decrece el peso del bocado. Por lo tanto, la modificación en la tasa de bocado es una respuesta directa a variaciones en la pastura, más que a un intento del animal por compensar una variación en el peso del bocado. Observando la figura 9 se observa que la tasa de bocado para invierno con alturas menores a 4 cm y la tasa de bocado para primavera son similares. Suponiendo que con alturas por debajo de 4 cm en invierno, resultaría en bajos pesos de bocado, ya que según ensayos de Galli et al. (1996) la variable determinante del peso de bocado es la altura de la pastura. Esta similitud entre las tasas de bocado se debe a que los animales modifican su comportamiento cuando hay limitantes en la cantidad de forraje reduciendo el tiempo de pastoreo, pero aumentan la tasa de bocado (Dulphy et al., 1980).

A la entrada de los animales a la parcela, la tasa de bocado se encontraba alterada por la GMD. Se observó que a ganancias mayores a 0,64 kg/día la tasa de bocado era mayor que si la GMD era igual o menor a 0,64 kg/día. Mayores GMD podrían estar reflejadas por un mayor tamaño de los animales, provocando un aumento en la tasa de bocado, debido a que la tasa de consumo incrementa con el tamaño del cuerpo a una tasa similar a los requerimientos metabólicos (Allison 1985, Shipley, citado por Bailey et al. 1996). Por otro lado esas mayores ganancias podría deberse a un mayor consumo de forraje lo cual es resultado de una mayor tasa de bocado.

Figura No.9. Árbol de regresión para los factores estudiados con tasa de bocado (b/min) como variable respuesta.



Momento= 1 (entrada de los animales) y 2 (salida de los animales); OF= oferta (%); GMD= ganancia media diaria (kg/día).

## 5. DISCUSIÓN

El hecho de que no se encontraran diferencias significativas en las medias de los tratamientos, en las características de la pastura, puede deberse a las condiciones climáticas al momento de la siembra y establecimiento de la pastura, bajas temperaturas otoñales y excesos de lluvias que pudieron provocar una baja implantación por pérdida de semillas, principalmente de las leguminosas en la mezcla y pérdidas de plantas por condiciones de anaerobiosis en el suelo. A su vez el exceso de lluvias pudo haber causado pérdidas importantes del N fertilizado equiparando las condiciones entre los tratamientos fertilizados y no fertilizados.

Analizando las actividades en el correr del día, se puede decir que durante la mañana los animales realizan un pastoreo intenso (Hodgson, 1982b), luego del ayuno de la noche, caracterizado por poca actividad de búsqueda, priorizando obtener mayor cantidad de forraje y no calidad, procurando baja selectividad de la dieta, mediante pastoreo caracterizado por grandes bocados a altas velocidades por lo que era bajo el tiempo destinado a esta actividad en las primeras horas de la mañana (Dougherty et al., 1989). Como las actividades son mutuamente excluyentes los períodos de mayor intensidad de pastoreo se realizan en detrimento de las actividades de descanso y rumia (Dulphy et al. 1980, Hodgson 1985, Soca et al. 1999, Chilibroste et al. 2007), por lo tanto en las primeras horas de la mañana los animales dedican poco tiempo a estas actividades.

Luego del pastoreo los animales tienden a alternar entre actividad de rumia o descanso, observando la figura 8 los animales dedicaron mayor tiempo a la actividad de descanso, luego del pastoreo intenso de la mañana, en el rango del día 2 (10-12 hrs). Esto puede estar sujeto a que durante la noche los animales realizan actividad de rumia bastante prolongada (Dulphy et al. 1980, Hodgson 1982b, 1990), debido a que realizan poco pastoreo y descanso para mantenerse alerta frente a posibles riesgos de predación (Rutter, 2006), que es seguido por un intenso pastoreo al amanecer para luego descansar.

Tarde en la mañana los animales realizan un corto período de pastoreo, donde luego al medio día dedican su tiempo a descansar y rumia como se puede observar en las figuras 7 y 8, que coincide con lo expuesto por Hodgson (1990). Luego al atardecer los animales efectúan período de pastoreo de mayor intensidad (Hodgson, 1982b, 1990), por lo tanto, menor tiempo dedicado a las otras actividades. Este mayor tiempo de pastoreo al atardecer puede deberse a un efecto inherente al animal, el miedo a la predación, con el fin de mantenerse alerta durante la noche, los animales intentan consumir la mayor cantidad posible de forraje previo a que anochezca (Rutter 2006, Scarlato 2011). A su

vez la importancia de las características del forraje como es la calidad también cumple un rol importante en el comportamiento ya que al atardecer el forraje tiene mayor calidad, se vuelve más digestible y palatable a medida que transcurre el día, aumentando la concentración de materia seca y carbohidratos solubles (Civarella et al. 2000, Orr et al. 2001b, Linnane et al. 2001, Griggs et al. 2005, Georgini et al. 2006).

Características de la pastura como la altura, la disponibilidad y la oferta tienden a tener una relación inversa con el tiempo dedicado para pastoreo efectivo, es un comportamiento que se encuentra ampliamente reportado, y se debe principalmente a que los animales modifican el tiempo de pastoreo en respuesta a la tasa de consumo instantánea (Chacon y Stobbs 1976, Jamieson y Hodgson 1979, Hodgson 1990, Pulido y Leaver 2001, Mezzalira, citado por Carvalho et al. 2008). Por lo tanto a mayor cantidad de forraje, oferta o disponible disminuye el tiempo destinado por los animales para pastoreo efectivo y por lo tanto aumenta la rumia. Por consiguiente, la altura positivamente asociada con un aumento cuadrático de la rumia (Scarlatto, 2011). La variación estacional en la calidad de la pastura es otro factor de relevancia que afecta el tiempo destinado a pastoreo efectivo, y se encuentra por lo general inversamente relacionado al tiempo dedicado a la actividad, donde en invierno el forraje tiene mayor DMO y PC mientras que en primavera esta disminuye y aumenta la concentración de fibra en el forraje (Walker y Heitschmidt 1989, Minson 1990, García 2003). También se puede atribuir mayores tiempos de pastoreo en primavera a mayor duración de los días en la estación (Gregorini et al., 2006).

La variación en la disponibilidad de forraje al momento de entrada y de salida de los animales de la parcela, era el factor de mayor relevancia en la tasa de bocado, siendo menor al momento de salida por lo que era de esperar encontrar mayores tasas de bocado como resultado de menores pesos de bocado. A su vez entre estaciones también variaba la tasa de bocado, en condiciones de similares alturas de forraje para ambas (5,79 cm en invierno y 5,09 en primavera), la tasa de bocado en invierno era menor, pudiéndose deber a mayor calidad en invierno, por lo que se espera que satisfagan sus requerimientos con menor cantidad de bocados (García, 2003). Por el contrario cuando en invierno la altura era menor a 4 cm, que se supone que generaban menores pesos de bocado, la tasa de bocado se equiparaba con la de primavera, esto se debe a que la respuesta de la tasa de bocado al peso del bocado es generalmente negativa, por lo tanto el animal intenta compensar el bajo peso de bocado con un incremento en la tasa para mantener el consumo diario (Galli y Cangiano, 1998). Menores cantidades de forraje generan menores peso de bocado, y aumentos en la tasa de bocado, como resultado de que disminuyen los movimientos de aprehensión y mandibulares por los bajos

peso de bocado, habilitando al animal realizar bocados más rápidamente (Galli et al., 1996).

## 6. CONCLUSIONES

No se hallaron diferencias significativas en el comportamiento animal generadas por los diferentes tratamientos (fertilización y agregado de leguminosas en la mezcla).

Menores tiempos de pastoreo se asociaron a mayores disponibilidades de forraje, que generaban mayores pesos de bocado, independientemente de los tratamientos puros o mezcla con leguminosas.

La tasa de bocado fue menor en invierno a similar disponibilidad que primavera, resultado de una mayor selección de la dieta en primavera, independientemente de los tratamientos.

El tiempo destinado a pastoreo efectivo fue mayor hacia el final de la tarde. Esta mayor intensidad fue independiente de los tratamientos.

## 7. RESUMEN

El presente estudio se desarrolló entre el 23 de julio y el 27 de octubre de 2016, en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC), en el departamento de Paysandú. Se utilizaron 4,98 hectáreas del potrero 35, sobre suelos de la Unidad San Manuel, con el objetivo de cuantificar el comportamiento ingestivo de terneros Holando pastoreando verdeos puros y mezclas con y sin agregado de fertilizante N. El diseño empleado fue el de bloques completos al azar, con 2 bloques y 4 tratamientos por bloque: 1) raigrás puro sin fertilizar (R0); raigrás puro fertilizado con 64kg N (R64); mezcla sin fertilizar (raigrás, trébol vesiculosum y trébol resupinatum) (M0) y mezcla fertilizada (raigrás, trébol vesiculosum y trébol resupinatum) (M64). El registro de actividad comenzó a las 8:00 y finalizaron a las 18:00, registrándose cada 10 minutos. Además, se registraba la tasa de bocados cada dos horas, la distribución de los animales mientras pastoreaban dentro de la parcela y la altura del forraje. No se halló diferencias estadísticas en el tiempo destinado a cada actividad ni en la tasa de bocado respecto al efecto de los tratamientos. El mayor tiempo destinado a la actividad de pastoreo se encontró en el período de la tarde, pudiéndose atribuir este comportamiento a que los animales intentan consumir la mayor cantidad de forraje antes del anochecer con el fin de disminuir el riesgo de predación, mientras que también se podría atribuir a mayor calidad del forraje al atardecer. A su vez se encontró una relación inversa entre el tiempo destinado a esta actividad y la cantidad de forraje disponible y ofrecido. Las actividades de rumia y descanso son mutuamente excluyentes y opuestas con la actividad de pastoreo efectivo, por lo tanto a mayor pastoreo efectivo menor rumia y/o descanso y viceversa. En cuanto a la tasa de bocado, se halló los mayores valores con bajas alturas de forraje, asociadas a bajos pesos de bocado, provocando en los animales aumentos en la tasa de bocado con el fin de mantener el consumo, por lo tanto, indicando una relación negativa entre la tasa de bocado y la altura o biomasa de forraje. Esta relación negativa se puede atribuir a que mayores biomasa o alturas provocan peso de bocados mayores, que generan en el animal la necesidad de realizar mayores movimientos mandibulares, resultando en menor cantidad de bocados por minuto.

Palabras clave: Consumo en pastoreo; Comportamiento ingestivo; Tasa de bocados; Fertilización nitrogenada; Verdeo; Raigrás (*Lolium multiflorum*); Trébol (*Trifolium vesiculosum* y *Trifolium resupinatum*)

## 8. SUMMARY

The present study was conducted between July 23<sup>rd</sup>. and October 27<sup>th</sup>., 2016, at the Experimental Station Mario A. Cassinoni (EEMAC), in the department of Paysandú. We used 4.98 hectares of paddock 35, on San Manuel soils, with the objective of quantifying the ingestive behavior of Holando calves grazing pure annual pasture and mix with legumes, and adding nitrogen fertilizer. The design used was that of randomized blocks, with 2 blocks and 4 treatments per block: 1) pure unfertilized ryegrass (R0); pure ryegrass fertilized with 64kg N (R64); unfertilized mixture (ryegrass, vesiculosum clover and resupinatum clover) (M0) and fertilized mixture (ryegrass, vesiculosum clover and resupinatum clover) (M64). Activity registration started at 8:00 and ended at 18:00, registering every 10 minutes. In addition, the bite rate was registered every two hours, the distribution of the animals inside the paddock and the height of the pasture within the plot. No differences were found in the time allocated to each activity or in the bite rate due to the effect of the treatments. The highest time allocated to the activity of grazing was found in the afternoon period, this behavior being attributable to the fact that animals try to consume the largest amount of forage before nightfall in order to decrease the risk of predation, while it could also be attributed to higher forage quality at sunset. At the same time, an inverse relationship was found between the time allocated to this activity and the amount of forage available and offered. The activities of rumination and rest are mutually exclusive and opposed with the activity of effective grazing, therefore, a greater effective grazing time, less rumination and / or rest and vice versa. As for the bite rate, the highest values were found with less forage heights, which can be associated with low bite weights, causing in the animals the increase of the bite rate in order to maintain consumption, therefore indicating a negative relationship between the bite rate and the height or biomass of forage. This negative relationship can be attributed to the fact that larger biomasses or heights cause larger bite weights, which generate in the animal the need to perform greater jaw movements, resulting in fewer bites per minute.

Keywords: Forage intake; Ingestive behaviour; Bite rate; Nitrogen fertilization; Annual pastures; Ryegrass (*Lolium multiflorum*); Clover (*Trifolium vesiculosum* and *Trifolium resupinatum*).

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Allden, W. G.; McDWhittaker, I. A. 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep; the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. (en línea). Australian Journal of Agricultural Research. 21(5): 755 – 766. Consultado 23 mar. 2017. Disponible en <http://www.publish.csiro.au/?paper=AR9700755>
2. Allen, M. S. 2014. Drives and limits to feed intake in ruminants. Animal Production Science. 54: 1513-1524.
3. Allison, C. D.; Kothmann, M. M.; Rittenhouse, L. R. 1981. Forage intake of cattle as affected by grazing pressure. In: International Grassland Congress (14th., 1981, Lexington, Kentucky). Proceedings. Boulder, Colorado, Westview. pp. 670-672.
4. \_\_\_\_\_. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants; a review. Journal of Range Management. 38(4): 305-311.
5. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echevarría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: clasificación de suelos. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
6. Amigone, M. 2003 Verdeos de invierno. Sugerencias para la correcta eleccion de cultivares, implantación y aprovechamiento. Marcos Juárez, INTA. 6 p.
7. \_\_\_\_\_. 2004. Verdeos de invierno. Sugerencias para la correcta elección de cultivares, implantación y aprovechamiento. Marcos Juárez, INTA. 8 p.
8. \_\_\_\_\_.; Kloster, A.; Bertram, N. 2005. Verdeos de invierno. INTA Marcos Juárez, Hoja Informativa no. 364. 2 p.
9. \_\_\_\_\_.; Tomaso, J. C. 2006. Principales características de especies y cultivares de verdeos de invierno. Marcos Juárez, INTA. 11 p.
10. Arias, J. E.; Dougherty, C. T.; Bradley, N. W.; Cornelius, P. L.; Lauriault, L. M. 1990. Structure of tall fescue swards and intake of grazing cattle. Agronomy Journal. 82: 545-548.

11. Arnold, G.; Dudzinski, M. 1978. Ethology of free-ranging domestic animals. 2nd. ed. Amsterdam, The Netherlands, Elsevier. 198 p.
12. Ates, E.; Tekeli, A. S. 2001. Comparison of yield and yield components wild and cultivated Persian clovers (*Trifolium resupinatum* L.). In: Turkey Field Crops Congress (4th., 2001, Tekirdag, Turkey). Proceedings. Tekirdag, PAYMA. pp. 67-72.
13. \_\_\_\_\_.; Servet, A. 2004. Efecto de la distancia entre surcos y la fecha de corte en el rendimiento y algunas características morfológicas del trébol persa (*Trifolium resupinatum* L.). Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 38(3): 327 – 333.
14. Ayala, W.; Bemhaja, M.; Cotro, B.; Docanto, J.; García, J.; Olmos, F.; Real, D.; Rebuffo, M.; Reyno, R.; Rossi, C. Silva, J. 2010. Forrajeras; catálogo de cultivares 2010. (en línea). Montevideo, INIA. 131 p. Consultado 20 oct. 2017. Disponible en <http://www.inia.org.uy/productos/cvforrajeras/catalogo2010.pdf>
15. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Condón, F.; Cotro, B.; Cuitiño, M. J.; Docanto, J.; García, J.; Gutierrez, F.; Olmos, F.; Real, D.; Rebuffo, M.; Reyno, R.; Rossi, C. Silva, J. 2017. Catálogo de cultivares INIA de especies forrajeras; *Trifolium vesiculosum* INIA Sagit. (en línea). Montevideo, INIA. s.p. Consultado 30 ago. 2017. Disponible en <http://pasturas.inia.org.uy/catalogo/index.php?id=101>
16. Bailey, D. W.; 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 of Range Management. 49(5): 386-400.
17. \_\_\_\_\_.; Provenza, F. 2008. Mechanisms determining large-herbivore distribution. In: Prins, H.; Van Langevelde, F. eds. Resource Ecology: spatial and Temporal Dynamics of Foraging. Dordrecht, Springer. pp. 7 - 28.
18. Balocchi, O.; Pulido, R.; Fernández, J. 2002. Grazing behavior of dairy cows with and without concentrate supplementation. Agricultura Técnica (Chile). 62(1): 87-98.
19. Beddows, A. R. 1973. Biological flora of the British Isles, *Lolium multiflorum*. Journal of Ecology. 55:567-587.

20. Boggiano, P. R. 2000. Dinâmica da produção primária da pastagem nativa em área de fertilidade corrigida sob efeito de adubação nitrogenada e oferta de forragem. Tesis de Doctorado en Zootecnia. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 191 p.
21. Burrit, E. A.; Provenza, F. D. 1991. Ability of lambs to learn with a delay between food ingestion and consequences given meals containing novel and familiar foods. *Applied Animal Behaviour Science*. 32:179–189.
22. Bryant, F. C.; Ortega Sánchez, J. A.; González Morales, H. 1998. Estrategias de pastoreo. México, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 9 p.
23. Carámbula, M. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 524 p.
24. \_\_\_\_\_. 2010a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 1, 357 p.
25. \_\_\_\_\_. 2010b. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 2, 371 p.
26. Carvalho, P. C. F.; Poli, C. H. E. C.; Nabinger, C.; Moraes, A. 2000. Comportamento ingestivo de bovinos em pastejo e sua relação com a estrutura da pastagem. *In*: Simpósio Pecuária 2000: a Pecuária de Corte no III milênio (2000, Pirassununga, BR). Anais. Pirassununga, BR, USP. s.p.
27. \_\_\_\_\_.; Gonda, H. L.; Wade, M. H.; Mezzalana, J. C.; Do Amaral, M. F.; Gonçalves, E. N.; Dos Santos, D. T.; Nadin, L.; Poli, C. 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*: Symposium on Strategic Management of Pasture (4th.), International Symposium on Animal Production under Grazing (2nd., 2008, Viçosa). Manejo estratégico da pastagem: proceedings. Viçosa, Brazil, s.e. pp. 101-130.
28. Castaño, J. P.; Ceroni, N.; Giménez, A.; Furest, J.; Aunchayna, R.; Bidegain, M. 2010. Caracterización agroclimática del Uruguay, período 1980-2009. (en línea). Montevideo, INIA. 34 p. (Serie Técnica no. 193). Consultado mar. 2018. Disponible en

<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2538/1/18429021211104157.pdf>

29. Chacon, E.; Stobbs, T. 1976. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behaviour of cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*. 27: 709– 729.
30. Chilbroste, P.; Soca, P.; Mattiauda, D. A.; Bentancur, O.; Robinson, P. H. 2007. Short term fasting as a tool to design effective grazing strategies for lactating dairy cattle: a review. *Australian Journal of Agricultural Research*. 47: 1075-1084.
31. Ciavarella, T. A.; Dove, H.; Leary, B. J.; Simpson, R. J. 2000. Diet selection by sheep grazing *Phalaris aquatica* L. pastures of differing water – soluble carbohydrate content. *Australian Journal of Agricultural Research*. 51: 757.
32. Colabelli, M.; Agnusde, M.; Mazzanti, A.; Labreveux, M. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. INTA. Boletín Técnico no. 148. 21 p.
33. Cordova, F. J.; Wallace, J. D.; Pieper, R. D. 1978. Forage intake by grazing livestock: a review. *Journal of Range Management*. 31(6): 430-438.
34. Da-Trindade, J. K. 2011. Ingestive behavior and forage intake by beef cattle grazing on complex natural grassland. PhD. Thesis. Porto Alegre, Brazil. Federal University of Rio Grande do Sul. 148 p.
35. De Battista, J. P.; Ré, A. 2008. Tasas de crecimiento estacionales de verdes de invierno en vertisoles de Entre Ríos. *Revista Argentina de Producción Animal*. 28(1): 465-466.
36. De Boever, J. E.; Andries, J. I.; De Bravander, D. L.; Cottyn, B. G.; Buysse, F. X. 1990. Chewing activity of ruminants as a measure of physical structure. A review of factors affecting it. *Animal Feed Science and Technology*. 27: 281-291.
37. Demment, M. W.; Greenwood, G. B. 1988. Forage ingestion: effects of sward characteristics and body size. *Journal Animal Science*. 66: 2380-2392.

38. \_\_\_\_\_; Laca, E. A. 1993. The grazing ruminant: models and experimental techniques to relate sward structure and intake. In: World Conference on Animal Production (1993, Edmonton, Canada). Proceedings. Edmonton, University of Alberta. Department of Animal Science. pp. 439-460.
39. Dougherty, C. T.; Cornelius, P. L.; Bradley, N. W.; Lauriault, L. M 1989. Ingestive behaviour of beef heifers within grazing sessions. *Applied Animal Behaviour Science*. 23: 341 – 351.
40. \_\_\_\_\_; Bradley, N. W.; Lauriault, L. M.; Arias, J. E.; Cornelius, P. L. 1992. Allowance-intake relations of cattle grazing vegetative tall fescue. *Grass and Forage Science*. 47: 211-219.
41. Duke, J. A. 1981. Handbook of legumes of world economic importance. New York, USA, Plenum. pp. 181-267.
42. Dulphy, J. P.; Remond, B.; Theriez, M. 1980. Ingestive behaviour and related activities in ruminants. In: Ruckebusch Y.; Thivend, P. eds. *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*. Dordrecht, Springer. pp. 103-122.
43. Dumont, B.; Gordon, I. 2003. Diet selection and intake within sites and across landscapes. In: International Symposium on the Nutrition of Herbivores (4th., 2003, Merida, Mexico). Proceedings. Mexico, s.e. pp. 175–194.
44. Durán, A. 1985. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 47-64.
45. \_\_\_\_\_; García Préchac, F. 2007. Suelos del Uruguay: origen, clasificación, manejo y conservación. Montevideo, Hemisferio Sur. v.1, 333 p.
46. Erlinger, L.; Tolleson, D.; Brown, C. 1990. Comparison of bite size, biting rate and grazing time of beef heifers from herds distinguished by mature size and rate of maturity. *Journal of Animal Science*. 68: 3578-3587.
47. Essig, H. W. 1985. Quality and antiquality components. In: Taylor, N. L. ed. *Clover science and technology*. Madison, WI, USA, ASA/CSSA/SSSA. pp. 309-324.

48. Forbes, T. D. A. 1988. Researching the plant-animal interface: the investigation of ingestive behavior in grazing animals. *Journal of Animal Science*. 66: 2369–2379.
49. Formoso, F. A. 2010. Producción de forraje y calidad de verdeos de invierno y otras alternativas de producción otoño-invernales. Montevideo, INIA. pp. 105-118 (Serie Técnica no. 184).
50. Frame, J. 2007. *Trifolium vesiculosum* Savi. (en línea). Rome, FAO. s.p. Consultado ago. 2017. Disponible en <http://www.fao.org/AG/agp/agpc/doc/gbase/DATA/Pf000504.HTM>
51. Fryxell, J. M. 2008. Predictive modelling of patch use by terrestrial herbivores. In: Prins, H.; Van Langevelde, F. eds. *Resource Ecology: spatial and Temporal Dynamics of Foraging*. Dordrecht, Springer. pp. 105–123.
52. Galli, J. R.; Cangiano, C. A.; Fernández, H. H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*. 16(2): 119-142.
53. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. 1998. Relación entre la estructura de la pastura y las dimensiones del bocado y sus implicancias en el consumo de bovinos. *Revista Argentina de Producción Animal*. 18(3-4): 247-261.
54. Gándara, L.; Pereira, M. 2014. Verdeos de invierno: una opción para la época invernal en el NO de Corrientes. INTA EEA Corrientes. Boletín informativo no. 4. s.p.
55. García, J. A. 2003. Crecimiento y calidad forrajera de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, INIA. 35 p. (Serie Técnica no.133).
56. Gibb, M. 2006. Grassland management with emphasis on grazing behavior. In: Elgersma, A.; Dijkstra, J.; Tamminga, S. eds. *Fresh Herbage for Dairy Cattle*. Dordrecht, Springer. pp. 141-157.
57. Goncalves, E. N.; Carvalho, P. C. F.; Kunrath, T. R.; Carassai, I. J.; Bremm, C.; Fischer, V. 2009. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: processo de ingestão de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 38(9): 1655-1662.

58. Gregorini, P.; Pas, S.; Tamminga, S.; Gunter, S. 2006. Review: behavior and Daily Grazing Patterns of Cattle. *Professional Animal Scientist*. 22: 201–209.
59. Griggs, T. C.; MacAdam, J. W.; Mayland, H. F.; Burns, J. C. 2005. Nonstructural carbohydrate and digestibility patterns in orchardgrass swards during daily defoliation sequences initiated in evening and morning. *Crop Science*. 45: 295.
60. Hannaway, D.; Fransen, S.; Cropper, J.; Teel, M.; Chaney, M.; Griggs, T.; Halse, R.; Hart, J.; Cheeke, P.; Hansen, D.; Klinger, R.; Lane, W. 1999. Annual Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.). Oregon State University. PNW no. 501. 19 p.
61. Hardoy, A.; Danelón, J. L. 1989. Selección de la dieta y consumo de rumiantes en pastoreo. (en línea). *Nutrición Animal Aplicada*. 2(8):32-34. Consultado 27 feb. 2017. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/35-seleccion\\_dieta\\_y\\_consumo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/35-seleccion_dieta_y_consumo.pdf)
62. Hodgson, J. 1982a. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. *In*: Hacker, J. B. eds. *Nutritional limits to animal production from pastures*. Slough, Commonwealth Agricultural Bureaux. pp. 153-166.
63. \_\_\_\_\_. 1982b. Ingestive behaviour. *In*: Leaver, J. D. ed. *Herbage intake handbook*. Hurley, British Grassland Society. pp. 113-137.
64. \_\_\_\_\_. 1985. Grazing behavior and herbage intake. *In*: Frame, J. ed. *Grazing*. Hurley, British Grassland Society. pp. 51 - 64 (Occasional Symposium no. 19).
65. \_\_\_\_\_. 1990. *Grazing management: science into practice*. London, Longman. 203 p.
66. Hubbard, C. E. 1968. *Grasses*. 2nd. ed. Harmondsworth, UK, Penguin. 464 p.
67. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). 2012. Bases del llamado a interesados para la producción y comercialización de semilla del cultivar de *Trifolium resupinatum* LE 90-33. (en línea). Montevideo. pp. 5-7. Consultado 4 dic. 2017. Disponible en

[http://www.inia.org.uy/estaciones/las\\_brujas/actividades/documentos/resupinatum.pdf](http://www.inia.org.uy/estaciones/las_brujas/actividades/documentos/resupinatum.pdf)

68. Jamieson, W. S.; Hodgson, J. 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behavior and herbage intake of calves under strip-grazing management. *Grass and Forage Science*. 34: 261-271.
69. Johnson, H. 1994. Animal physiology. *In*: Griffiyhs, J. F. eds. *Handbook of agricultural meteorology*. Oxford, Oxford University Press. pp. 44 - 58.
70. Laca, E.; Distel, R.; Griggs, T.; Demment, M. 1994. Effects of canopy structure on patch depression by grazers. *Ecology*. 75: 706–716.
71. \_\_\_\_\_.; Lemaire, G. 2000. Measurement sward structure. *In*: Mannetje, L.; Jones, R. M. eds. *Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research*. Wallingford, CAB International. pp. 103-121.
72. \_\_\_\_\_. 2008. Foraging in a heterogeneous environment: intake and diet choice. *In*: Prins, H. H. T.; van Langevelde, F. eds. *Resource ecology: spatial and temporal dynamics of foraging*. Dordrecht, Springer. pp. 81–100.
73. \_\_\_\_\_. 2009. New approaches and tools for grazing management. *Rangeland Ecology and Management*. 62(5): 407-417.
74. Li, X.; Kellaway, R. C.; Ison, R. L.; Annison, G. 1992. Chemical composition and nutritive value of mature annual legumes for sheep. *Animal Feed Science and Technology*. 37 (3-4): 221-231.
75. Linnane, M. I.; Brereton, A. J.; Giller, P. S., 2001. Seasonal changes in circadian grazing patterns of Kerry cows (*Bos taurus*) in semi-feral conditions in Killarney National Park, Co. Kerry, Ireland. *Applied Animal Behaviour Science*. 71: 277–292.
76. Loi, A.; Howieson J. G.; Nutt, B. J.; Carr S.J. 2005. A second generation of annual pasture legumes and their potential for inclusion in Mediterranean-type farming systems. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 45: 289-299.
77. Mazzanti, A.; Wade, M. H.; García, M. C. 1997. Efecto de la fertilización nitrogenada de invierno sobre el crecimiento y la composición

química del forraje de raigrás anual. Revista Argentina de Producción Animal. 17: 25-33.

78. Mejía Haro, J. 2002. Consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo. Acta Universitaria. 12(3): 56 - 63.
79. Minson, J. D. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. San Diego, CA, Academic Press. 502 p.
80. Montossi, F.; Pigurina, G.; Santamaría, I.; Berreta, E. J. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos. Montevideo, INIA. pp. 22 – 70 (Serie Técnica no. 113).
81. Mueggler, W. F. 1965. Cattle distribution on steep slopes. Journal of Range Management. 18: 255–257.
82. Nabinger, C.; De Faccio Carvalho, P. C. 2009. Ecofisiología de sistemas pastoriles: aplicaciones para su sustentabilidad. Agrociencia. 13(3): 18-27.
83. Olson, K. C.; Rouse, G. B.; Malechek, J. C. 1989. Cattle nutrition and grazing behavior during short-duration-grazing periods on crested wheatgrass range. Journal of Range Management. 42(2): 153-158.
84. Orr, R. J.; Rutter, S. M.; Penning, P. D.; Rook, A. J. 2001. Matching grass supply to grazing patterns for dairy cows. Grass and Forage Science. 56(4): 352- 361.
85. Ovalle, M. C.; Del Pozo, L. A.; Arredondo, S. S.; Chavarría, M. J. 2005. Crecimiento y producción de nuevas leguminosas forrajeras anuales en la zona mediterránea de Chile. (en línea). Agricultura Técnica. 65(1): 35-47. Consultado jun. 2017. Disponible en <https://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072005000100004>
86. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Fernández, F.; Chavarría, J.; Arredondo, S. 2010. Arrowleaf Clover (*Trifolium vesiculosum* Savi): a New Species of Annual Legumes for High Rainfall Areas of the Mediterranean Climate Zone of Chile. (en línea). Chilean Journal of Agricultural Research. 70(1): 170-177. Consultado mar. 2017. Disponible en [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-58392010000100018&lng=es&nrm=iso&tlng=en](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-58392010000100018&lng=es&nrm=iso&tlng=en)

87. Penning, P. D.; Parsons, A. J.; Orr, R. J.; Hooper, G. E. 1994. Intake and behavior responses by sheep to changes in sward characteristics under rotational grazing. *Grass Forage Science*. 49: 476-486.
88. Pérego, J. L. 2009. Leguminosas: plantas de gran utilidad. (en línea). *Noticias y Comentarios*. no. 445. 3 p. Consultado jun. 2017. Disponible en [http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-n\\_445.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-n_445.pdf)
89. Perrachón, J. 2009. Manejo del pasto. (en línea). *Revista del Plan Agropecuario*. no. 130: 42- 45. Consultado 31 oct. 2017. Disponible en [http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-n\\_445.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-n_445.pdf)
90. Provenza, F. D.; Cincotta, R. P. 1993. Foraging as a self-organizational learning process: accepting adaptability at the expense of predictability. *In*: Hughes, R. N. ed. *Diet selection: an interdisciplinary approach to foraging behavior*. Oxford, Blackwell. pp. 78–101.
91. \_\_\_\_\_. 1995. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. *Journal of Range Management*. 48(1): 2-17.
92. \_\_\_\_\_.; Villalba, J. J.; Wiedmeier, R. W.; Lyman, T.; Owens, J.; Lisonbee, L.; Clemensen, A.; Welch, K. D.; Gardner, D. R.; Lee, S. T. 2009. Value of plant diversity for diet mixing and sequencing in herbivores. *Rangeland Ecology and Management*. 31(1): 45-49.
93. Pulido, R.; Leaver, J. 2001. Quantifying the influence of sward height, concentrate level and initial milk yield on the milk production and grazing behaviour of continuously stocked dairy cows. *Grass and Forage Science*. 56: 57-68.
94. Rebuffo, M. 1994. Fertilización nitrogenada en pasturas mezcla. *In*: Seminario de Actualización Técnica (1º., 1994, La Estanzuela, Colonia). *Nitrógeno en pasturas*. Montevideo, INIA. pp. 43-48 (Serie Técnica no. 51).
95. Rodríguez, D. 2005. Estrategias para hacer más eficiente el consumo en bovinos de carne en pastoreo. Buenos Aires, Universidad de Lomas de Zamora. Facultad de Ciencias Agrarias. 3 p.

96. Royo, L.; Brach, A. M. 2014. Producción y utilización de forrajeras invernales: avena y raigrás. (en línea). Revista Voces y Ecos. 31: 23 – 25. Consultado 14 ago. 2017. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_cultivadas\\_verdeos\\_invierno/107-avena\\_y\\_raigras.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/107-avena_y_raigras.pdf)
97. Rutter, S. 2006. Diet preference for grass and legumes in free-ranging domestic sheep and cattle: current theory and future application. *Applied Animal Behaviour Science*. 97(1): 17–35.
98. Santana Junior, H. A.; Silva, R. R.; Carvalho, G. G. P.; Silva, F. F.; Costa, P. B.; Mendes, F. B. L.; Pinheiro, A. A.; Santana, E. O. C.; Abreu Filho, G.; Trindade Júnior, G. 2014. Metodologías para avaliação do comportamento ingestivo de novilhas suplementadas a pasto. *Semina: Ciências Agrárias (Londrina)*. 35(3): 1475-1486.
99. Scarlatto, 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 del pastoreo. Tesis MSc. en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 64 p.
100. Senft, R. L.; Coughenour, M. B.; Bailey, D. W.; Rittenhouse, L. R.; Sala, O. E.; Swift, D. M. 1987. Large herbivore foraging and ecological hierarchies: landscape ecology can enhance traditional foraging theory. *BioScience*. 37: 789-799.
101. Severova, V. 1997. Clima del Uruguay. (en línea). Montevideo, UdelaR. s.p. Consultado set. 2016. Disponible en [http://www.rau.edu.uy/uruguay/geografia/Uy\\_c-info.htm](http://www.rau.edu.uy/uruguay/geografia/Uy_c-info.htm)
102. Soca, P.; Chilibroste, P.; Mattiauda, D. A. 1999. Effect of the moment and length of the grazing session on. In: International Symposium Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology (1999, Curitiba, Brazil). Proceedings. Wallingford, CABI. pp. 295 - 298.
103. Stobbs, T. H. 1973. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. Variation in the bite size of grazing cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*. 24(6): 809-819.
104. Stuth, J. W. 1991. Foraging behavior; grazing management an ecological perspective. In: Heitschmidt R. K.; Stuth, J. W.

eds. Grazing management: an Ecological Perspective. Portland, Oregon, Timber. pp. 65-83.

105. Thompson, R. B. 2005. Arrowleaf clover. NSW Department of Primary Industries. Prime Facts: Profitable & Sustainable Primary Industries no. 102. 6 p.
106. Ungar, E. D. 1996. Ingestive behaviour. In: Hodgson, J.; Illius, A. W. eds. The ecology and management of grazing systems. Wallingford, CAB International. pp. 185-218.
107. UPNA (Universidad Pública de Navarra, ES). s.f. *Trifolium resupinatum*. (en línea). Tudela. s.p. Consultado jun. 2017. Disponible en [http://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Trif\\_resu\\_p.htm](http://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Trif_resu_p.htm)
108. Valentine, K. A. 1947. Distance from water as a factor in grazing capacity of rangeland. Journal of Forestry. 45: 749–754.
109. Villalba, J. J.; Provenza, F. D. 2009. Learning and dietary choice in herbivores. Rangeland Ecology and Management. 62(5): 399-406.
110. Walker, J. W.; Heitschmidt, R. K.; De Moraesa, E. A.; Kothman, M. M.; Dowhower, S. L. 1988. Quality and botanical composition of cattle diets under rotational and continuous grazing treatments. Journal of Range Management. 42: 239-242.
111. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 1989. Some effects of a rotational grazing treatment on cattle grazing behavior. Journal of Range Management. 42(2): 337-342.
112. Welch, J.; Smith, A. 1969. Effects of varying amount of forage intake on rumination. Journal of Animal Science. 28: 827-830.
113. Whitehead, D. C. 1995. Grassland nitrogen. Wallingford, UK, CABI. 397 p.
114. Wilman, D.; Wright, P. T. 1983. Some effects of applied nitrogen on the growth and chemical composition of temperate grasses. Herbage Abstracts. 53(8): 387-393.
115. Zanoniani, R. A.; Nöell, S. 1997. Verdeos de invierno. UEDY (Unidad Experimental y Demostrativa de Young). Cartilla no. 2. s.p.

116. \_\_\_\_\_.; Ducamp, F. 2000. Consideraciones a tener en cuenta en la elección de verdeos de invierno. (en línea). Cangüé. no. 18: 22-26. Consultado 20 oct. 2017. Disponible en [http://www.eemac.edu.uy/cangue/joomdocs/Cangue\\_18/22-26.pdf](http://www.eemac.edu.uy/cangue/joomdocs/Cangue_18/22-26.pdf)
117. \_\_\_\_\_. 2009. Efecto de la producción de forraje y la fertilización nitrogenada sobre la productividad otoño invernal de un campo natural del litoral. Tesis Magister en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 77 p.
118. \_\_\_\_\_.; Boggiano, P. R.; Cadenazzi, M. 2011. Respuesta invernal de un campo natural a fertilización nitrogenada y ofertas de forraje. Agrociencia (Montevideo). 15(1): 115-124.
119. Zarza, R.; La Manna, A. 2012. Para ir viendo con tiempo: verdeos de invierno, manejo para mejorar el aporte de forraje. Revista INIA. no. 33: 30 – 32.