



INSTITUTO
NACIONAL DE
INVESTIGACIÓN
AGROPECUARIA

URUGUAY



**DESARROLLO DE UN
PROGRAMA DE
SIMULACIÓN PARA LA
TOMA DE DECISIONES EN
LA PLANIFICACIÓN
ALIMENTICIA DE
SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN OVINA**

Diciembre, 2021

SERIE
FPTA-INIA

96

DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE SIMULACIÓN PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA PLANIFICACIÓN ALIMENTICIA DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN OVINA

PROYECTO FPTA 316.

Responsables del Proyecto: Diego Gimeno*
Antonia Scarsi**

Institución Ejecutora: Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL)

Equipo Técnico de Trabajo: Diego Gimeno (SUL)
Lucía Piaggio (SUL)
Ignacio Buffa (MGAP)
María de Jesús Marichal (FAGRO, UDELAR)
Leonardo Raimondo (SUL)
Pablo Balduvino (SUL)

* Ing. Agr. Técnico del Área de Investigación & Desarrollo del SUL.

** Ing. Agr., M. Cs. Ejercicio libre de la profesión.

Título: DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE SIMULACIÓN PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA PLANIFICACIÓN ALIMENTICIA DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN OVINA

Responsables del Proyecto: Diego Gimeno
Antonia Scarsi

Institución Ejecutora: Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL)

Equipo Técnico de Trabajo: Diego Gimeno
Lucía Piaggio
Ignacio Buffa
María de Jesús Marichal
Leonardo Raimondo
Pablo Balduvino

e-ISBN: 978-9974-38-462-0

Serie: FPTA N°96

© 2021, INIA

Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA
Avda. Italia 6201, Edificio Los Guayabos, Parque Tecnológico del LATU,
Montevideo - Uruguay
<http://www.inia.uy>

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Esta publicación no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Integración de la Junta Directiva

Ing. Agr. José Bónica - Presidente

Ing. Agr. Walter Baethgen - Vicepresidente



**Ministerio
de Ganadería,
Agricultura y Pesca**

Ing. Agr. Rafael Secco

Ing. Agr. Martín Gortari



Ing. Agr. Alberto Bozzo

Ing. Agr. Alejandro Henry



FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

El Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (FPTA) fue instituido por el artículo 18° de la ley 16.065 (ley de creación del INIA), con el destino de financiar proyectos especiales de investigación tecnológica relativos al sector agropecuario del Uruguay, no previstos en los planes del Instituto.

El FPTA se integra con la afectación preceptiva del 10% de los recursos del INIA provenientes del financiamiento básico (adicional del 40/00 del Impuesto a la Enajenación de Bienes Agropecuarios y contrapartida del Estado), con aportes voluntarios que efectúen los productores u otras instituciones, y con los fondos provenientes de financiamiento externo con tal fin.

EL FPTA es un instrumento para financiar la ejecución de proyectos de investigación en forma conjunta entre INIA y otras organizaciones nacionales o internacionales, y una herramienta para coordinar las políticas tecnológicas nacionales para el agro.

Los proyectos a ser financiados por el FPTA pueden surgir de propuestas presentadas por:

- a) los productores agropecuarios, beneficiarios finales de la investigación, o por sus instituciones.
- b) por instituciones nacionales o internacionales ejecutoras de la investigación, de acuerdo a temas definidos por sí o en acuerdo con INIA.
- c) por consultoras privadas, organizaciones no gubernamentales o cualquier otro organismo con capacidad para ejecutar la investigación propuesta.

En todos los casos, la Junta Directiva del INIA decide la aplicación de recursos del FPTA para financiar proyectos, de acuerdo a su potencial contribución al desarrollo del sector agropecuario nacional y del acervo científico y tecnológico relativo a la investigación agropecuaria.

El INIA a través de su Junta Directiva y de sus técnicos especializados en las diferentes áreas de investigación, asesora y facilita la presentación de proyectos a los potenciales interesados. Las políticas y procedimientos para la presentación de proyectos son fijados periódicamente y hechos públicos a través de una amplia gama de medios de comunicación.

El FPTA es un instrumento para profundizar las vinculaciones tecnológicas con instituciones públicas y privadas, a los efectos de llevar a cabo proyectos conjuntos. De esta manera, se busca potenciar el uso de capacidades técnicas y de infraestructura instalada, lo que resulta en un mejor aprovechamiento de los recursos nacionales para resolver problemas tecnológicos del sector agropecuario.

El Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria contribuye de esta manera a la consolidación de un sistema integrado de investigación agropecuaria para el Uruguay.

A través del Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (FPTA), INIA ha financiado numerosos proyectos de investigación agropecuaria a distintas instituciones nacionales e internacionales. Muchos de estos proyectos han producido resultados que se integran a las recomendaciones tecnológicas que realiza la institución por sus medios habituales.

En esta serie de publicaciones, se han seleccionado los proyectos cuyos resultados se considera contribuyen al desarrollo del sector agropecuario nacional. Su relevancia, el potencial impacto de sus conclusiones y recomendaciones, y su aporte al conocimiento científico y tecnológico nacional e internacional, hacen necesaria la amplia difusión de estos resultados, objetivo al cual se pretende contribuir con esta publicación.

AGRADECIMIENTOS

- A la Ing. Agr. Lucia Piaggio por generar la idea, por el apoyo en la elaboración del proyecto y en la ejecución de las primeras etapas.
- A los técnicos del SUL los Ing. Agr. Fernando Coronel, José Rivero, Rafael Saavedra, Marcelo Grattarola, Marcos Garcia Pintos, Pedro Pisón, Ruben Argelaguet por la colaboración en los muestreos y cortes de campo natural.
- A los productores ganaderos por habernos permitido el muestreo de campo natural en sus establecimientos.
- Al Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Agronomía (UDELAR) por el excelente servicio brindado.
- A los estudiantes de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UDE : Juan Ignacio Graso, Matías Uría, Tatiana Rodríguez Isasti, Marina Fynn, Sofia Knappe y Ignacio Prevé.

PRÓLOGO

En los sistemas de producción ovina en nuestro país, la dieta puede estar compuesta por campo natural, pasturas mejoradas y a veces se suministra suplemento.

Se desarrolló un programa de simulación de pastoreo ovino que cuantifica el consumo de pasturas y/o suplemento de un animal y la respuesta en términos de ganancia de peso vivo y peso de lana.

En 10 establecimientos de nuestro país ubicados en diferentes zonas agroecológicas se realizaron muestreos de campo natural a los efectos de calibrar el disco medidor de forraje y la regla graduada para predecir la disponibilidad de materia seca por hectáreas. A su vez, en cada muestra se analizaron parámetros de calidad de la pastura.

Se realizó una exhaustiva revisión de la información nacional sobre pasturas y suplementos la cual se integró al programa.

En los sistemas de producción de ovinos de nuestro país la dieta puede estar compuesta por campo natural, pasturas mejoradas y en ocasiones, a través del suministro de suplementos.

La producción de materia seca de las diferentes pasturas es variable a través del año y entre años. Dentro de estas, el campo natural es el mas variable y es donde mayormente pastorean los ovinos.

El consumo real de materia seca del ovino depende de la disponibilidad de materia seca y de la heterogeneidad en calidad ofrecida principalmente en el campo natural.

En base a la situación antes descrita se desarrolló un programa de simulación de pastoreo ovino que cuantifica el consumo de pasturas y/o suplemento de un animal y la respuesta en términos de ganancia de peso vivo y peso de lana con el objetivo de poder tomar decisiones de alimentación a corto o mediano plazo.

Se realizó una exhaustiva revisión de la información nacional sobre pasturas y suplementos la cual se integró al programa.

CONTENIDO

Página

1. PROGRAMA DE SIMULACIÓN SIPO (SIMULADOR DE PASTOREO OVINO)	9
1.1. GENERAL	9
1.2. CONSUMO POTENCIAL	11
1.3. CONSUMO REAL	13
1.3.1. Disponibilidad	13
1.3.2. Calidad y selectividad	14
1.4. ENERGÍA Y PROTEÍNA	17
1.5. ELECCIÓN DE LA INFORMACIÓN A SIMULAR Y RESULTADOS	18
1.5.1. Pasturas	18
1.5.2. Animales	19
1.5.3. Balance	20
1.5.4. Suplementos	22
1.6. CONSIDERACIONES FINALES	22
1.7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS CONSULTADAS PARA EL DESARROLLO DEL PROGRAMA	23
1.8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS SOBRE LAS PASTURAS Y SUPLEMENTOS USADAS EN EL PROGRAMA	23
2. AJUSTE DEL DISCO MEDIDOR DE FORRAJE Y LA REGLA GRADUADA EN CAMPO NATURAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE MATERIA SECA	25
2.1. INTRODUCCIÓN	25
2.2. MUESTREO POR ESCALA	27
2.3. MUESTREO DEL CRECIMIENTO	28
2.4. TRABAJO DE LABORATORIO	28
2.5. CÁLCULO DE ESTIMACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE MATERIA SECA	28
2.5.1. Procesamiento estadístico	28
2.6. RESULTADOS	29
2.6.1. Basalto	29
2.6.2. Cristalino Central	32
2.6.3. Cristalino del Este	35
2.6.4. Lomadas del Este	38
2.6.5. Cuenca Sedimentaria del Noreste	42
2.7. CONSIDERACIONES FINALES	45
2.8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1.1. Curva de crecimiento normal para dos ovejas de peso adulto de 50 y 70 kilos	12
Figura 1.2. Consumo potencial en porcentaje del peso normal (%) y kilos consumidos según tamaño relativo	13
Figura 1.3. Cálculo del factor temperatura (TF) según temperatura promedio del día superiores a 25 °C y mínimas mayores a 22 °C. Fuente: en base INIA GRAS Tacuarembó 1997 a 2018.....	14
Figura 1.4. Tasa de consumo, tiempo de pastoreo y disponibilidad relativa en función de la disponibilidad. Fuente SheepExplorer.xls	15
Figura 1.5. Distribución del material verde y seco en los grupos de digestibilidad en una pastura de 70% y 45% de digestibilidad del material verde y restos secos.....	16
Figura 1.6. Energía de pastoreo requerida por una oveja de 50 kilos que consume 1,12 kilos de materia seca de 0,73 de digestibilidad en un terreno horizontal (S=1) o quebrado (S=2) según disponibilidad de materia seca.....	18
Figura 2.1. Representacion de sitios de muestreo (cruz roja).....	28
Figura 2.2. (A) disco medidor de forraje (DMF) flechas rojas indican contador y lector. (B) Equipamiento utilizado en el muestreo, aro, tijera, regla, disco medidor de forraje (DMF)	29
Figura 2.3. Regresiones lineales para verano, otoño, invierno y primavera. Cada punto representa la relación entre la biomasa obtenida por corte y la lectura del DMF	31
Figura 2.4. Regresión lineal para primavera crecimiento vegetativo y primavera floración. Cada punto representa la relación entre la biomasa obtenida por corte y la lectura del DMF	32
Figura 2.5. Relación del forraje verde con el forraje seco y evolución de la disponibilidad de forraje (Disp. Forraje) o fitomasa aérea en los muestreos sobre suelos de Basalto.....	33
Figura 2.6. Crecimiento (kg MS/ha) y altura del crecimiento (cm) de la fitomasa aérea en suelos de Basalto	34
Figura 2.7. Regresiones lineales para verano, otoño e invierno. Cada punto representa la relación entre la biomasa obtenida por corte y la lectura del DMF para Cristalino Central	34
Figura 2.8. Regresión lineal para primavera crecimiento vegetativo y primavera floración. Cada punto representa la relación entre la biomasa obtenida por corte y la lectura del DMF para campo natural en suelos del Cristalino Central	35
Figura 2.9. Relación del forraje verde con el forraje seco y evolución de la disponibilidad de forraje (Disp. Forraje) o fitomasa aérea en los muestreos sobre suelos de la región de Cristalino Central.....	36
Figura 2.10. Crecimiento (kg MS/ha) y altura del crecimiento (cm) de la fitomasa aérea en suelos de Cristalino central	36
Figura 2.11. Regresiones lineales para verano, otoño, invierno y primavera. Cada punto representa la relación entre la biomasa obtenida por corte y la lectura del DMF para Cristalino del Este.	37
Figura 2.12. Regresión lineal para primavera crecimiento vegetativo y primavera floración. Cada punto representa la relación entre la biomasa obtenida por corte y la lectura del DMF para campo natural en suelos del Cristalino del Este	38
Figura 2.13. Relación del forraje verde con el forraje seco y evolución de la disponibilidad de forraje o fitomasa aérea en los muestreos sobre suelos de cristalino del Este.....	39
Figura 2.14. Crecimiento (kg MS/ha) y altura del crecimiento (cm) de la fitomasa aérea en suelos de Cristalino del Este	40

Figura 2.15. Regresiones lineales para verano, otoño, invierno y primavera. Cada punto representa la relación entre la biomasa obtenida por corte y la lectura del DMF para campo natural sobre suelos de Lomadas del Este	41
Figura 2.16. Regresión lineal para primavera crecimiento vegetativo y primavera floración. Cada punto representa la relación entre la biomasa obtenida por corte y la lectura del DMF para campo natural sobre Lomadas del Este	41
Figura 2.17. Relación del forraje verde con el forraje seco y evolución de la disponibilidad de forraje o fitomasa aérea en los muestreos de campo natural sobre suelos de lomadas del Este	42
Figura 2.18. Crecimiento (kg MS/ha) y altura del crecimiento (cm) de la fitomasa aérea de campo natural en suelos de Lomadas del Este	43
Figura 2.19. Regresiones lineales para verano, otoño, invierno y primavera. Cada punto representa la relación entre la biomasa obtenida por corte y la lectura del DMF para campo natural sobre suelos de la Cuenca sedimentaria del Noreste	44
Figura 2.20. Regresión lineal para primavera crecimiento vegetativo y primavera floración. Cada punto representa la relación entre la biomasa obtenida por corte y la lectura del DMF para campo natural sobre la cuenca sedimentaria del Noreste	45
Figura 2.21. Relación del forraje verde con el forraje seco y evolución de la disponibilidad de forraje o fitomasa aérea en los muestreos de campo natural sobre suelos de la cuenca sedimentaria del Noreste	46
Figura 2.22. Crecimiento (kg MS/ha) y altura del crecimiento (cm) de la fitomasa aérea de campo natural en suelos de la cuenca sedimentaria del Noreste	47

ÍNDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1.1 Consumo relativo por estrato y total de una oveja con un consumo potencial de 2,13 kg con 1200 kg MS/ha disponibles	18
Cuadro 1.2. Consumo relativo por estrato y total de una oveja con un consumo potencial de 2,13 kg con 1200 kg MS/ha disponibles y 0,200 kg de suplemento	19
Cuadro 2.1. Establecimientos, ubicación y zonas agroecológicas de los muestreos naturales realizados.	28
Cuadro 2.2. Regresiones estacionales para estimación de forraje disponible según herramientas de muestreo para Basalto	32
Cuadro 2.3. Composición química promedio de las material verde y seco para Basalto	33
Cuadro 2.4. Composición química del crecimiento de campo Natural en suelos de Basalto	34
Cuadro 2.5. Regresiones estacionales para estimación de forraje disponible según herramientas de muestreo para Cristalino Central	35
Cuadro 2.6. Composición química promedio de las fracciones verdes y secas del campo Natural sobre Cristalino Central	36
Cuadro 2.7. Composición química del crecimiento de forraje del campo natural sobre Cristalino Central	37
Cuadro 2.8. Regresiones estacionales para estimación de forraje disponible según herramientas de muestreo para Cristalino del Este	38
Cuadro 2.9. Composición química promedio de las fracciones verdes y secas del campo Natural sobre Cristalino del Este	39
Cuadro 2.10. Composición química del crecimiento de forraje del campo natural sobre Cristalino del Este	49
Cuadro 2.11. Regresiones estacionales para estimación de forraje disponible según herramientas de muestreo para lomadas del Este	42
Cuadro 2.12. Composición química promedio de las fracciones verdes y secas del campo natural sobre suelos de lomada del Este	43
Cuadro 2.13. Composición química del crecimiento de forraje del campo natural sobre suelos de lomada del Este	44
Cuadro 2.14. Regresiones estacionales para estimación de forraje disponible según herramientas de muestreo para la cuenca sedimentaria del Noreste	45
Cuadro 2.15. Composición química promedio de las fracciones verdes y secas del campo natural sobre suelos de la cuenca sedimentaria del Noreste	46
Cuadro 2.16. Composición química del crecimiento de forraje del campo natural sobre suelos de la cuenca sedimentaria del Noreste	47

D. Gimeno*, L. Raimondo*, A. Scarsi**

* Ing. Agr. Técnico del Area de Investigación & Desarrollo del SUL.

** Ing. Agr., M. Cs. Ejercicio libre de la profesión.

1. PROGRAMA DE SIMULACIÓN SIPO (SIMULADOR DE PASTOREO OVINO)

Proyecto FPTA 316

Período de Ejecución: Abril 2014/Julio 2017

La predicción del crecimiento del peso vivo y lana en ovinos en pastoreo es más compleja que si la efectuáramos en relación con animales estabulados con una dieta conocida.

El pastoreo del ovino sobre pasturas naturales o implantadas, variables en calidad y disponibilidad, hacen que el animal pueda seleccionar su dieta; sin embargo, la oferta y/o calidad de la pastura se presenta en forma frecuente como una importante limitante a la cual se enfrenta el animal para poder consumir una dieta que le permita crecer.

Estas restricciones asociadas a la disponibilidad y a la calidad de la pastura afectan la predicción del consumo real, complejidad que se acrecienta se asocia con la selección del animal de una dieta de mayor calidad que la ofrecida.

La información de producción de materia seca a través del año en conjunto con el contenido de energía, digestibilidad y proteína son imprescindibles para poder predecir el consumo real.

El programa incorpora datos de pasturas de campo natural, campo natural mejorado, praderas y verdeos extraído de tesis de graduación y trabajos de investigación realizados a nivel nacional. (se adjunta la bibliografía consultada).

Por otro lado, en la sección dos del documento se presenta información de producción de materia seca y calidad de pasturas naturales recolectadas en 10 sitios en diferentes zonas agroecológicas. Además, se muestra el ajuste de ecuaciones de predicción de materia seca realizadas en base al uso de mediciones hechas con el disco medidor de forraje o de altura de la pastura.

En este marco, contar con un programa como SIPO que permita predecir la producción de un ovino en condiciones pastoriles de nuestro país mediante la simulación del consumo de alimento y uso de la energía y/o proteína en diferentes procesos fisiológicos como el mantenimiento, crecimiento del peso vivo y lana, gestación y lactación.

El programa cuenta con dos módulos. Uno que simula un día de consumo y predice el crecimiento en peso vivo y lana que ya se encuentra operativo y un segundo que simula más de un día de consumo, funcionalidad que permite predecir la producción diaria de las variables mencionadas, así como la producción de leche y crecimiento del cordero.

Para realizar este trabajo se utilizó principalmente la propuesta del CSIRO en el libro: *Nutrients Requirements of Domesticated Ruminants* (CSIRO, 2007), la planilla electrónica *SheepExplorer.xls* y el informe *The GRAZPLAN animal biology model for sheep and cattle and the GrazFeed decision support tool* (M. Freer, A.D. Moore & J.R. Donnelly, 2012).

1.1. GENERAL

En condiciones ideales en el desarrollo del crecimiento de un animal, sin excesos o restricciones de alimentación, el cambio en el peso vivo se puede modelar mediante alguna de las curvas de crecimiento propuestas. En general tienen forma sigmoidea, a edades jóvenes tasas de crecimiento altas que se desaceleran al ir alcanzando el peso adulto del animal, en el cual, en

esta situación ideal, el peso quedaría incambiado. Dentro de las familias de curva de crecimiento se usa la propuesta por Brody (1945).

Los pesos obtenidos por la curva de crecimiento son llamados normales, para diferenciarlos de los pesos reales, que pueden ser superiores, iguales o inferiores a los normales.

Cuando el peso real y normal son iguales, la condición corporal relativa que es la relación entre los pesos es uno.

Si el animal tiene una condición corporal relativa mayor a uno, estaría incorporando reservas

corporales. En el otro extremo con pesos reales más livianos que los normales el animal estaría perdiendo peso. En distintas partes del programa se usa esta relación, por ejemplo, en el consumo potencial, al parto de la oveja. Si bien es un indicador parecido a la condición corporal usada en el manejo no es lo mismo.

Puede haber varias curvas de Brody, para determinar una en particular hay que definir el peso al nacer y el peso adulto de hembra. En la ventana *General* se ingresa esta información. Si el interés es simular un macho entero o castrado el programa recalcula el peso adulto. La Figura 1.1 se muestra la

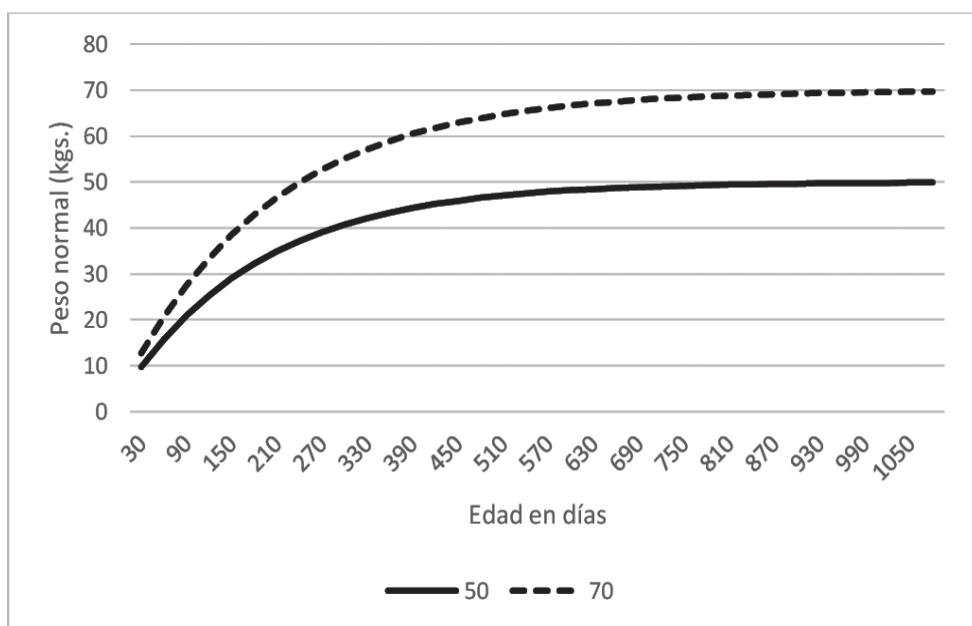


Figura 1.1. Curva de crecimiento normal para dos ovejas de peso adulto de 50 y 70 kilos.

curva de crecimiento para dos ovejas de diferentes pesos adultos de 50 y 70 kilos.

En situaciones reales la evolución del peso vivo se apartará de la curva, mostrando ganancias y pérdidas de peso. Los consumos potenciales, los requerimientos de energía y proteína van a ser diferentes para ovejas con un peso adulto de 50 y 70 kilos.

Con la misma idea de la curva de crecimiento, se define el peso de vellón de una oveja adulta, el peso de lana sucia que se obtendría sin limitaciones, así como el diámetro de la fibra y el rendimiento al lavado. Este último para poder predecir el crecimiento de lana limpia en base sucia.

Para simular la producción de leche se tomó como referencia la curva propuesta por Wood (Freer, M. et al, 2012). La oveja producirá leche de acuerdo con el consumo de alimento tratando de seguir la curva de producción.

Al definir la raza, se define algunos coeficientes que se usan en las curvas mencionadas. Por ejemplo, los coeficientes usados en la curva de lactación son diferentes en Merino, Milchschaef o una raza carnífera, aunque la forma sea la misma. El crecimiento de lana con los coeficientes usados para tener en cuenta el efecto del fotoperíodo son distintos para una raza lanera que carnífera (Freer, M. et al., 2012)

En resumen, definiendo la raza, el peso al nacer y adulto, peso de vellón, diámetro promedio

de la fibra y el rendimiento al lavado, se obtiene información de referencia necesaria del tipo biológico del animal a simular.

1.2. CONSUMO POTENCIAL

El consumo potencial que puede lograr un animal no depende de la pastura, es decir en condiciones de alimentación sin restricción en cantidad y calidad de la pastura (consumiendo *ad libitum*).

En términos generales el consumo potencial es función del peso normal (sin restricciones) y la edad.

La edad, se puede medir indirectamente, mediante tamaño relativo (Z) que es la relación entre el peso normal y el peso adulto. En la Figura 1.2 el eje horizontal está expresado en tamaño relativo, el 0,19 quiere decir que el animal ha logrado el 19% del peso adulto. Este último peso se logra cuando el tamaño relativo es igual a la unidad, el peso adulto es igual al peso normal.

Muchas veces el consumo de materia seca se calcula como el 4% del peso vivo. Como muestra el gráfico, en animales jóvenes el consumo potencial es mayor a este valor que va baja a medida que se alcanza el peso adulto a valores alrededor del 3%. Otra consideración para tener en cuenta el consumo esta referido al peso normal y no al peso real, pudiendo ser diferente.

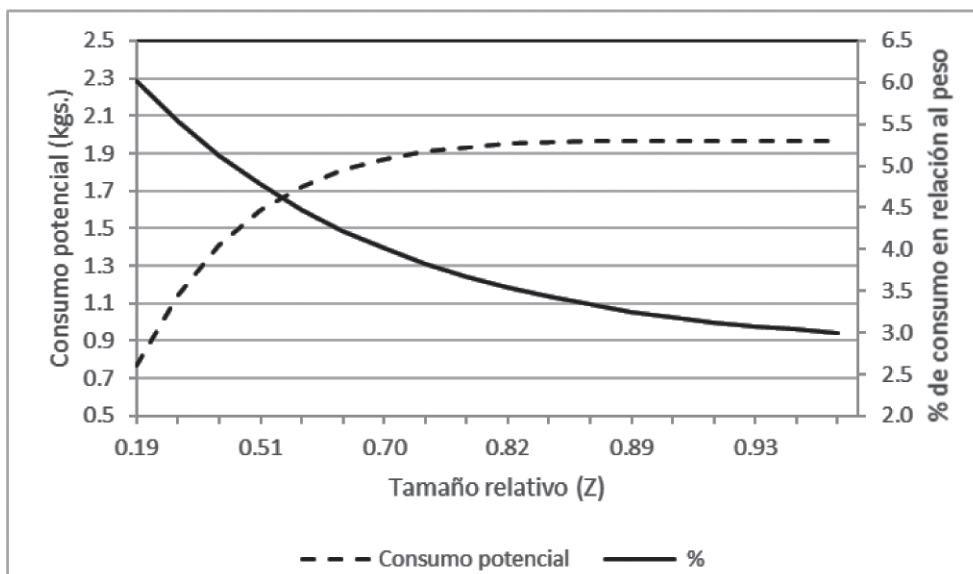


Figura 1.2. Consumo potencial en porcentaje del peso normal (%) y kilos consumidos según tamaño relativo.

Además del peso normal y la edad el programa toma en cuenta otros factores que afectan el consumo potencial del animal. Por ejemplo, cuando el cordero es lactante al nacer consume solamente leche por lo tanto el consumo potencial de materia seca es nulo, a medida que el cordero crece, se va transformando en rumiante comenzando a consumir alimento sólido. Otro elemento que afecta el consumo potencial es cuando el animal pesa más que el peso normal y su consumo se ve restringido.

En ovejas lactantes el consumo potencial cambiará dependiendo de la condición corporal relativa al parto, los días de lactancia y el número de corderos lactando. En estas condiciones la mejor manera de modelar una oveja en lactación y el crecimiento del cordero es con simulaciones de más de un día.

La temperatura del ambiente también hay que tenerla en cuenta, días calurosos restringen el consumo, en cambio en días fríos con viento y lluvia se incrementa el consumo. Los datos de campo natural del proyecto se articularon con la información disponible en INIA GRAS más cercana al sitio de muestreo.

En días calurosos con medias mayores a 25°C y mínimas superiores a 22°C el consumo potencial se reduce por un factor de temperatura (TF).

El consumo potencial se reduce en un 1% por cada grado mayor a 25°C de la temperatura media del día.

Se tomaron los registros del INIA GRAS de Tacuarembó de los años 1997 al 2018; las temperaturas medias diarias informadas en este período fueron superiores a 25°C con mínimas superiores a 22°C (días considerados como calurosos). Los días con estas características fueron solamente 78 y se graficaron en la Figura 1.3. El factor de temperatura varió de 1 a 0,946, siendo poco importante en la ocurrencia y la magnitud, por lo menos, en esta localidad.

En días fríos el consumo potencial dependerá de la temperatura mínima crítica del animal y la temperatura del ambiente, viento y lluvia.

Los animales mantienen la temperatura interna con una regulación metabólica mínima dentro de un rango de temperaturas ambientales llamada zona de termoneutralidad. Dentro de esta zona la tasa basal de producción de calor es igual a la tasa de pérdida de calor.

El límite inferior de la zona de termoneutralidad se denomina temperatura crítica inferior. Cuando la temperatura del ambiente está por debajo de la temperatura mínima crítica, la reacción del animal a este estrés térmico es a minimizar la pérdida de calor por evaporación del tracto respiratorio y la piel. De este modo, incrementa la producción de calor metabólico para compensar la tasa de pérdida del calor por funciones aparte de la evaporación (conducción, convección y radiación).

La temperatura mínima crítica del animal también depende del aislamiento externo e interno,

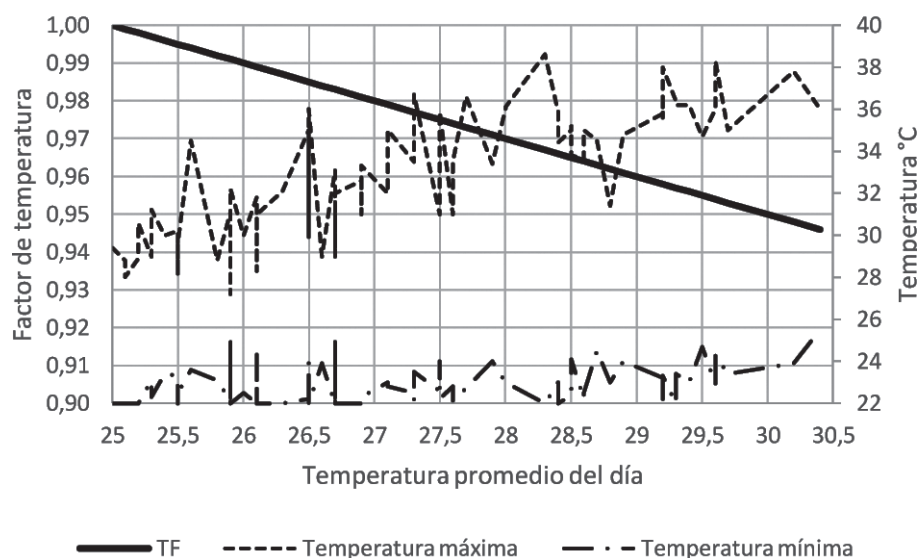


Figura 1.3. Cálculo del factor temperatura (TF) según temperatura promedio del día superiores a 25°C y mínimas mayores a 22°C. Fuente: en base INIA GRAS Tacuarembó 1997 a 2018

por ejemplo, en cuanto al largo de mecha, edad, peso, condición corporal relativa.

Animales en las mismas condiciones meteorológicas, igual edad y peso, pero con diferente largo de mecha difieren en la temperatura mínima crítica. El animal con mayor largo de mecha (más abrigo) tendrá una temperatura mínima crítica menor que otro con menor largo de mecha (menos abrigo).

La lluvia afecta en diferente forma; en días fríos y lluvias menores a 20 mm/día el consumo aumentaría y en cambio, con lluvias superiores a 20 mm/día este incremento no se manifestaría.

Animales con condiciones corporales relativas mayores a 1 su consumo estará restringido. Si el animal tiene un peso mayor al normal el consumo se puede ver restringido.

El programa considera estos factores que afectan el consumo potencial.

1.3. CONSUMO REAL

El ovino en pastoreo tiene un potencial de consumo de pasto y suplemento. En la realidad en nuestras condiciones de producción comercial, se dan limitaciones tanto en cantidad y/o en calidad de la dieta ofrecida afectando el consumo, situación que favorece que la ingesta esté por debajo del consumo potencial en muchas ocasiones.

En consecuencia, el animal tendrá un consumo relativo al potencial, que será una proporción del consumo posible que puede ser satisfecho por el alimento. Este depende principalmente de dos factores: la calidad de la pastura y su oferta o sea la disponibilidad del forraje que tiene el animal.

Si una pastura fuera una masa homogénea con un solo valor de digestibilidad y de disponibilidad, el consumo relativo sería simplemente el producto de disponibilidad de materia seca y su calidad relativa.

1.3.1. Disponibilidad

Con disponibilidades de pastura mayores a 2 toneladas de materia seca por hectárea, el consumo estará determinado por el consumo potencial y la calidad de la dieta seleccionada. En estas condiciones la disponibilidad del alimento no sería limitante.

En pasturas por debajo de este umbral, al animal le es más difícil alcanzar el consumo potencial en el tiempo diario dedicado al pastoreo.

El animal en pastoreo tiene una tasa de consumo y un tiempo dedicado a las cosechas de pasto, que depende de la abundancia de pasturas que se le ofrezca. Estas relaciones en términos relativos se presentan en la Figura 1.4.

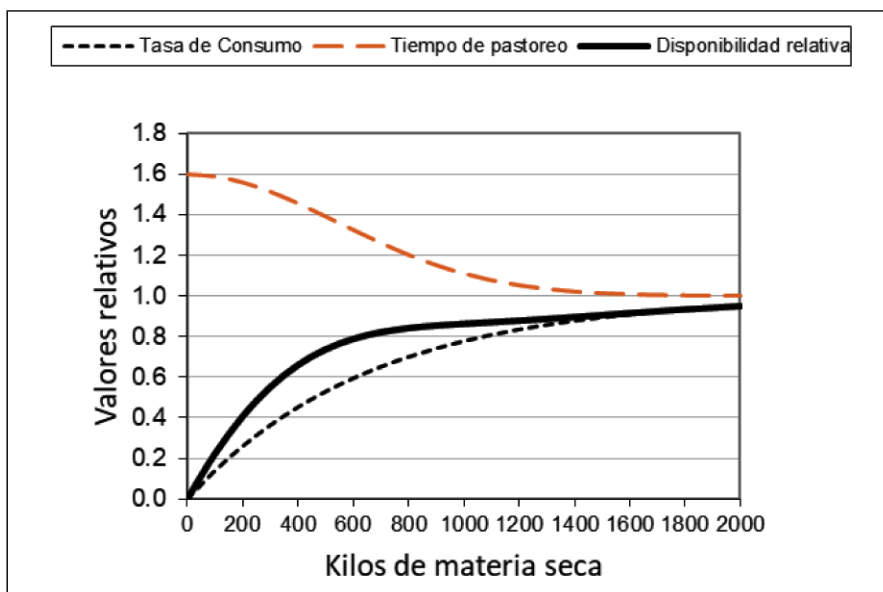


Figura 1.4. Tasa de consumo, tiempo de pastoreo y disponibilidad relativa en función de la disponibilidad. Fuente SheepExplorer.xls

La disponibilidad relativa es el producto de la tasa de consumo y el tiempo de pastoreo relativo.

Cuando el pasto es abundante la tasa de consumo y el tiempo de pastoreo relativo valen 1, en consecuencia, la disponibilidad relativa es 1. A medida que la disponibilidad de kilos de materia seca es menor, la tasa de consumo disminuye, pero el animal incrementa el tiempo dedicado a la cosecha de forraje a los efectos de compensar la baja en la oferta de materia seca y poder mantener la disponibilidad relativa cercana a uno.

Aún con tasas de consumo alrededor de la mitad del máximo el animal lo compensa aumentando el tiempo de pastoreo. Esta compensación se realiza hasta determinados kilos de materia seca luego la disponibilidad relativa disminuye drásticamente (ver Figura 1.4).

1.3.2. Calidad y selectividad

El programa usa la digestibilidad de la materia seca como parámetro de calidad del alimento, marca el grado de restricción en el consumo dado por la composición química del alimento.

Por otro lado, una pastura con leguminosas en su composición, el consumo relativo se incrementa a igual grado de digestibilidad debido a un menor contenido de pared celular (Freer, M. et al., 2012).

Varios trabajos han determinado una relación lineal entre la digestibilidad y el consumo voluntario para un rango amplio de madurez de las plantas (Freer, M. et al., 2012).

Las pasturas y, en particular el campo natural, son masas heterogéneas de diferentes calidades y disponibilidades en cada estrato de calidad. El animal tiene la posibilidad de seleccionar la dieta de tal manera que la digestibilidad de la dieta consumida sea mayor a la ofrecida.

El programa usa dos algoritmos de selectividad de la pastura y del suplemento, según la información que se posea.

Uno es el implementado en el programa GrazFeed (Freer M. et al., 2012) se usa cuando se tiene información de disponibilidad y digestibilidad de la materia seca desagregada en verde y restos secos. El segundo es el propuesto por

Soares de Lima (2009) y se aplica cuando los datos no están desagregados.

La propuesta implementada en el GrazFeed se basa en que los animales pastoreando prefieren: material vivo en lugar de muerto, joven en lugar de viejo y hojas en lugar de tallos. Los materiales con mayor digestibilidad son más apetecidos.

Una vegetación heterogénea la podemos agrupar en materiales vegetales de similar digestibilidad, siendo este atributo uno de los que está asociado a la preferencia en consumo.

En el modelo de GrazFeed la pastura se divide en 6 estratos de digestibilidad variando entre 0,3 a 0,8. Los materiales verdes, los de mayor digestibilidad, se encuentran en los cuatro primeros grupos (0,8 a 0,5) y los restos secos entre el segundo y último grupo (0,7 a 0,3).

Se asume que el animal para satisfacer su consumo potencial lo hace en forma ordenada comenzando por los materiales de más a menos digestibles.

Freer M. et al. (2012) usando la información promedio de digestibilidad del material verde y restos seco y polinomios de diferentes grados calculan la proporción de material seco en cada uno de los estratos de digestibilidad del verde y restos secos.

Si el pasto verde tuviera una digestibilidad de 0,8, pastura homogénea, el 100% del material verde estaría en este estrato. A medida que el material es menos digestible la proporción de la materia seca en este estrato con mayor digestibilidad disminuye rápidamente. Por ejemplo, en una pastura verde con digestibilidad promedio de 0,6 solamente el 4% de la pastura tendrá digestibilidad de 0,8. Similar comportamiento se le asignó al estrato de menor digestibilidad del material verde. En una pastura con digestibilidad de 0,5, el 100% estará en el estrato inferior (0,5). A medida que se incrementa la digestibilidad de la muestra la cantidad de pasto en este estrato disminuye rápidamente, es decir, en una pastura con digestibilidad del verde de 0,7 solamente el 4% del pasto será de inferior calidad (Figura 1.5).

En la Figura 1.5 se muestra un ejemplo de la distribución de la materia seca en los diferentes estratos usando los polinomios empleados en el GrazFeed en una pastura con 0,70 y 0,45% de

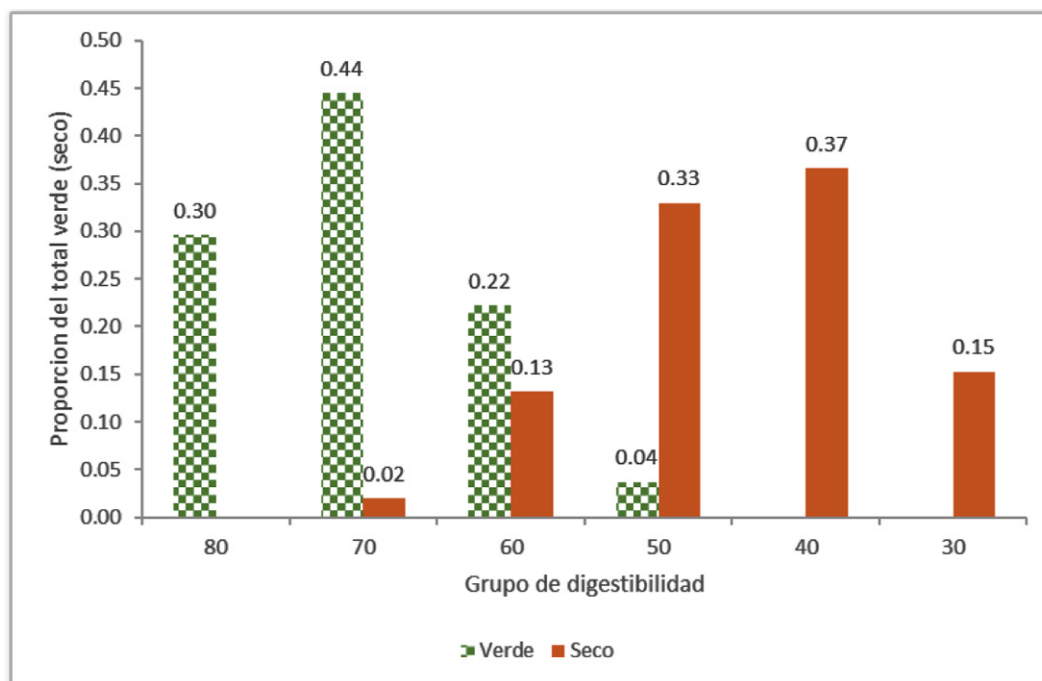


Figura 1.5. Distribución del material verde y seco en los grupos de digestibilidad en una pastura de 70% y 45% de digestibilidad del material verde y restos secos.

digestibilidad del material verde y restos secos, respectivamente.

El 30% del material verde esta en el estrato de mayor digestibilidad (0,8), seguida por 44% en el segundo (0,7), con la suma de 70% del material verde. Los restos secos un 2% tienen una digestibilidad del 0,7, agrupándose en los estratos con menor niveles de digestibilidad.

Con los kilos de materia seca del verde, restos secos y la propocion en cada estrato se calcula la disponibilidad relativa de materia seca para cada estrato y tipo de material.

El consumo relativo en cada estrato dependerá de la disponibilidad y la calidad relativa.

La disponibilidad relativa como vimos depende de la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo y se le suma la proporción del consumo potencial insatisfecho en el grupo de digestibilidad anterior. En el estrato superior su valor es 1.

La calidad relativa se calcula en relación con una referencia de 0.8 de digestibilidad.

Las ecuaciones detalladas se pueden consultar en Freer, M. et al. (2012)

Usaremos un ejemplo para ilustrar como opera el algoritmo.

- El consumo potencial de una oveja Merino es 2,13 kg MS/día.
- La pastura tiene una oferta de materia seca de 1200 kg MS/ha, compuesto por 800 kg MS/ha del material verde con una digestibilidad promedio de 0,70 y 400 kg MS/ha de restos secos con una digestibilidad promedio de 0,45.
- La pastura en promedio tiene una digestibilidad de 0,62
- Usando la información de la distribución de la materia seca presentada en la Figura 1.5 calculadas con las digestibilidades de este ejemplo, se calculan la materia seca por estrato ponderando el material verde y restos secos. Por ejemplo, el estrato 1 tendrá 240 kg MS/ha de materia seca el 30% de los 800 kilos del material verde. Esta información se usa para calcular la disponibilidad relativa en cada estrato (Cuadro 1.1).

La disponibilidad relativa para el primer grupo reduce la capacidad de consumo insatisfecho del animal cuando consume el segundo grupo de calidad. En el cálculo de la disponibilidad relativa del segundo grupo se tiene en consideración el consumo insatisfecho del grupo anterior de calidad.

Cuadro 1.1 Consumo relativo por estrato y total de una oveja con un consumo potencial de 2,13 kg con 1200 kg MS/ha disponibles

Grupos	1	2	3	4	5	6	Suma
1 Digestibilidad de la materia seca	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	
2 Calidad relativa	1	0,83	0,66	0,49	0,32	0,15	
3 Materia seca (kg MS/ha)	240	360	230	160	150	60	1200
4 Disponibilidad relativa	0,39	0,33	0,11	0,05	0,03	0,01	
5 Consumo relativo (2 x 4)	0,39	0,27	0,07	0,02	0,01	0,00	0,76
6 Consumo relativo acumulado	0,76						
7 Consumo de pastura (kg MS)	1,62						0,76 x 2,13
8 Digestibilidad de la dieta	0,73						

Como se mencionó, el consumo relativo en cada estrato será el producto de la disponibilidad y calidad relativa en este estrato.

La acumulación de los consumos relativos en cada pool se multiplica por el consumo potencial para dar el consumo actual de pastura.

La digestibilidad del forraje consumido se calcula sumando el consumo relativo en cada pool.

El índice de selectividad se calcula como la relación entre la digestibilidad del forraje consumido y la ofrecida en la pastura ($0,73/0,61=1,20$).

En general cuando un suplemento es ofrecido a animales en pastoreo se puede dar una disminución en el consumo de pasto. Si el consumo de forraje disminuye debido al consumo del suplemento se produce lo que se define como tasa de sustitución. Esto depende de las cantidades y calidades relativas del suplemento y del forraje.

El procedimiento del CSIRO para predecir el consumo relativo de las pasturas se basa en un simple supuesto que el animal en pastoreo primero seleccionara el suplemento antes de elegir pasturas con iguales o parecidas digestibilidades.

El suplemento se inserta como otro grupo de calidad en una posición dentro de la estructura jerárquica de digestibilidades.

Las ecuaciones se pueden consultar en Freer, M. et al. (2012).

El cálculo del consumo relativo del suplemento está condicionado a varios factores que pueden limitarlo algunos vinculados al animal y otro a la característica del alimento.

Estos son, la proporción del consumo potencial todavía no satisfecho, la calidad relativa del suplemento, la proporción de suplemento ofrecido en relación con el consumo potencial y la concentración de energía metabolizable del suplemento.

Supongamos que a la oveja del ejemplo anterior, se le ofrece 0,200 kg/día de suplemento con una digestibilidad de 0,90.

El consumo de pasturas de la oveja sin suplementación es de 1,62 kg. Sin embargo, cuando la suplementamos con 0,180 kg el consumo de pasturas disminuye a 1,51 kg, o sea 0,120 kg. dando una tasa de sustitución de 0,67.

El consumo total pasa de 1,62 kg a 1,69 kg sin o con suplementación, respectivamente.

En el caso de no contar con información de producción y calidad de materia seca verde y muerto se sigue la propuesta de Soares de Lima (2009).

El consumo relativo se calcula siguiendo las ecuaciones de disponibilidad y calidad relativa de Freer M. et al. (2012) pero sin estratos de digestibilidad.

Para estimar la selectividad del animal en la pastura ofrecida, Soares de Lima (2009) ajustó una ecuación con información generada de experimentos de selectividad de campo natural publicados por Montossi et al. (2000) y de análisis no publicados del primer autor,

Esta ecuación usa los datos de materia seca y de digestibilidad y predice el índice de selectividad.

Cuadro 1.2. Consumo relativo por estrato y total de una oveja con un consumo potencial de 2,13 kg con 1200 kg MS/ha disponibles y 0,200 kg de suplemento.

Grupos	Supl.	1	2	3	4	5	6	Suma
1 Digestibilidad	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	
2 Calidad relativa	1,0	1	0,83	0,66	0,49	0,32	0,15	
3 Materia seca (kg MS/ha)		240	360	230	160	150	60	
Suplemento en materia seca	0,18							
4 Disponibilidad relativa (a)		0,35	0,311	0,10	0,04	0,03	0,01	
5 Consumo relativo (2 x 4)		0,35	0,26	0,07	0,02	0,01	0,00	0,71
6 Consumo relativo acumulado		0,71						
7 Consumo de pastura (kg MS)		1,51						0,71x2,13
8 Consumo total		1,69						1,51+0,18
9 Tasa de sustitución	0,12/0,18=		0,67					

(a) Luego de ajustar por la proporción del apetito satisfecho por pools con más digestibilidad.

Para el ejemplo de la oveja merino pastoreando una pastura de 1200 kg/ha y con 0,62 de digestibilidad el índice de selectividad predicho sería 1,28, superior al calculado con la metodología del GrazFeed.

Para consumo de suplemento se usan las ecuaciones usadas por Castellano et al. (2007).

1.4. ENERGÍA Y PROTEÍNA

El consumo de alimento se transforma en energía metabolizable y si la información esta disponible en proteína consumida.

Se usaron las ecuaciones propuestas por Freer et al. (2012), para la partición de la energía y uso de la proteína.

El uso de la energía se realiza en forma secuencial. Primero se estima la energía requerida para mantenimiento calculando las energías requeridas para el metabolismo basal, el pastoreo, dado el nivel de energía consumida de energía y si la condiciones meteorológicas son muy frías la energía destinada al mantenimiento de la temperatura corporal.

El animal requiere energía para cosechar el pasto y desplazarse en el potrero. La distancia recorrida por el animal por día dependerá de la cantidad de materia seca, el número de animales por superficie y lo quebrado del terreno. En animales estabulados esta energía es nula; en sistemas intensivos con alta carga la distancia recorri-

da es más corta y el gasto de energía menor que en condiciones extensivas.

La energía para el movimiento va a estar dada por el costo energético por kilómetro, el peso vivo del animal y los kilómetros recorridos.

La estimación de la distancia recorrida va a ser función del relieve del terreno (horizontal, ondulado y quebrado) y de la disponibilidad de materia verde y seca.

En este ejemplo la oveja requiere alrededor de 50% más de energía en pastorear en condiciones quebradas y recorre el doble de distancia para cosechar el pasto.

La energía destinada al metabolismo basal dependerá de la relación alométrica que es función de la edad y el peso del animal. La energía metabólica será mayor en términos absolutos en animales más viejos y pesados, pero por kilo será menor que la necesaria para animales jóvenes más livianos.

En corderos mamones el metabolismo basal se incrementa según la proporción de la energía consumida que proviene de la leche en relación con el total de energía consumida.

En ovejas de cría se calcula la energía de gestación y lactación. En ovejas lactantes se activa la subrutina para calcular los requerimientos de mantenimiento, cambio de peso y lana del cordero lactando.

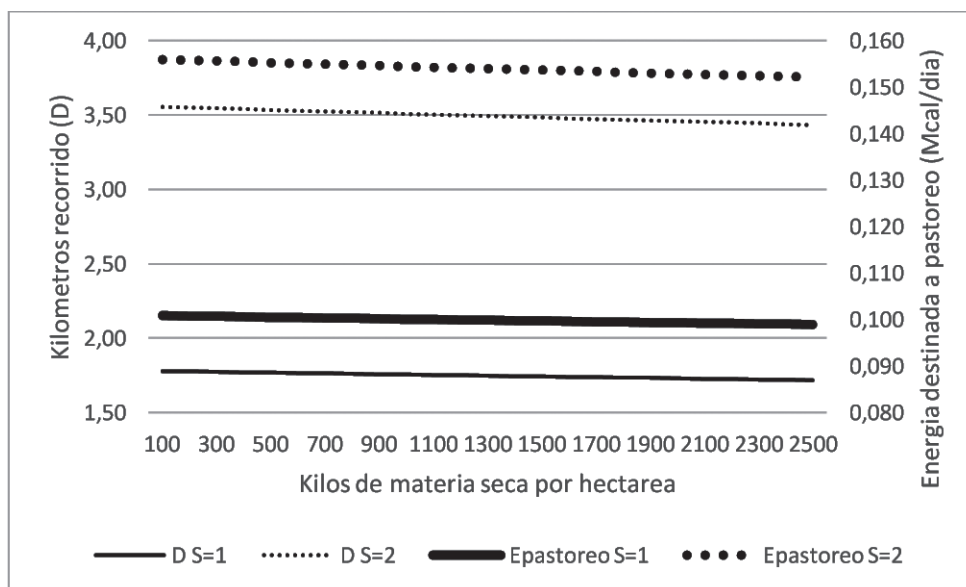


Figura 1.6. Energía de pastoreo requerida por una oveja de 50 kilos que consume 1,12 kilos de materia seca de 0,73 de digestibilidad en un terreno horizontal (S=1) o quebrado (S=2) según disponibilidad de materia seca.

Con el peso de vellón y diámetro definido para la raza se calcula el cambio en el peso de la lana, incremento en el largo de la mecha y el cambio en el diámetro de la fibra.

Si las condiciones meteorológicas de temperatura, lluvia y viento determinan que el animal necesite energía para mantener su temperatura corporal, se calcula, se recalcula todo desde el consumo potencial y energía.

Cuando se tiene información del contenido de proteína cruda de la pastura se calcula el consumo de proteína asumiendo el mismo índice de selectividad calculado y con el uso de la proteína cruda del suplemento.

Luego se estima la proteína degradada en el rumen consumida con el ajuste por el nivel de energía y la energía no degradada en el rumen que pasa al estómago, agregándose tanto la de origen microbiano como la de la leche consumida por el cordero lactante.

La proteína requerida para mantenimiento se compone de la proteína de origen endógena que se encuentra en la orina y heces.

La proteína no degradada digestible (DPLS) que pasa en estómago comprende la proteína sin degradar digestible y la de los microorganismos y estará disponible para las funciones fisiológicas.

1.5. ELECCIÓN DE LA INFORMACIÓN A SIMULAR Y RESULTADOS

Luego de definir la raza, los pesos para definir la curva de crecimiento y el peso de vellón de una oveja se ingresa la siguiente información.

1.5.1. Pasturas

En la lengüeta de *Pasturas* se selecciona la pastura que se va a utilizar.

En esta ventana se selecciona primero el tipo de pastura.

1. Campo natural
2. Campo natural mejorado
3. Pradera
4. Verdeos

Se eligen de manera secuencial de la primera opción a la última, comenzando por el tipo de pastura y por último el mes. Es importante aclarar que no siempre se tiene la información, por ejemplo, en campo natural no se cuenta con la composición de especies.

Al terminar la elección aparecerá la información de producción y características de calidad de la pastura seleccionado.

Cálculo de Balance

General Pasturas Suplementación Animales Balance

Tipo de Pasturas: Campo natural

Especie de Pasturas: S/D

Departamento: PAYSANDU

Región Agroecológica: Basalto

Mes del año: MARZO

Disponibilidad de forraje: 1201.00 Kg MS/ha

Calcular disponibilidad de forraje, según disco medidor de forraje o altura de regla

Altura de Regla Lectura disco medidor forraje

Altura del forraje: 9.30 cm - Rango 1 y 100

Porcentaje de leguminosa: 0.00 %

Relieve del potrero: Plano Ondulado Quebrado

Ref_Biogr: FPTA316

Utilizar datos concretos de material verde y restos secos en la simulación

	Material Verde	Restos Secos
Proporción de:	31.00	69.00 %
Digestibilidad de la MS del forraje:	61.20	58.80 %
Proteína cruda (% base seca):	5.60	3.80 %
Fibra detergente ácido (% base seca):	32.30	35.50 %

El valor de los campos es de 0 a 100 y la suma de ambos no puede ser mayor a 100

Sin información de verde - seco o utilizar datos promedios de material verde y restos secos en la simulación

Digestibilidad de la MS del forraje: 59.50

Proteína cruda (% base seca): 0.00 Si Ud. no dispone de datos de PC deje valor 0

Fibra detergente ácido (% base seca): 0.00

Limpiar pantalla Salir

En la siguiente ventana se observa que se seleccionó un campo natural de Paysandú, sobre Basalto en el mes de marzo. En Ref_Biogr se encuentra disponible la codificación de la fuente de información usada, en este caso FPTA316. En la sección 2 se detalla la información de campo natural obtenida en los 10 sitios distribuidos en diferentes zonas agroecológicas.

La pastura seleccionada nos da información de cantidad, disponibilidad de kilos de materia seca por hectárea y de calidad de la pastura, si esta desagregada, en la proporción, digestibilidad, proteína y fibra detergente ácido del material verde y restos seco.

En los cortes que se realizaron en marzo esta tuvo una disponibilidad de materia seca de 1201 kg MS/ha con un 31% y 69% de composición, digestibilidades de 61,2% y 58,8%, proteínas de 5,6% y 3,8%, de material vegetal verde y restos secos, respectivamente.

Cuando las ecuaciones de predicción de materia seca están disponibles, se puede ingresar la medición de altura o la lectura del disco medidor del forraje para obtener el dato de disponibilidad de materia seca. En la sección dos se presentan las ecuaciones obtenidas en los cortes de campo natural analizados.

En esta pastura, aplicando la ecuación ajustada para altura, si fueran 3 cm, 5 cm, 10 cm las alturas promedio, las disponibilidades predichas serían 582, 1097, 2385 kg MS-ha, respectivamente.

La información de disponibilidad y calidad se pueden modificar manualmente por el usuario.

1.5.2. Animales

En la ventana de *Animales* se ingresa la categoría y características.

Si se selecciona macho el programa corrige el peso adulto ingresado en la ventana General.

- Oveja, se selecciona gestando o seca. En la simulación de varios días se puede incluir la lactación de la hembra. Si la oveja está gestando se debe ingresar la fecha del servicio y con la fecha del balance del programa se calcula los días de gestación que no deben ser mayor a 150 días. También se ingresa el número de fetos.
- Soltero, al seleccionar esta categoría se debe indicar si es recria o invernada de macho o hembra
- Carnero

Categorías

Oveja
 Soltero
 Carnero

Recría - Macho
 Recría - Hembra
 Invernada - Macho
 Invernada - Hembra
 Capón

Fecha del balance: 15/03/2021
 Edad: 8 meses
 Peso vivo: 30.00 kg
 Peso de vellón sucio: 1.50 kg
 Diámetro de fibra: 23.00 micras
 Largo de mecha: 70.00 mm

Posteriormente a la elección de la categoría se debe ingresar las características del animal.

Para el ejemplo en la ventana General se eligió la raza Corriedale.

- Se seleccionó la categoría soltera => Recría-Hembras de 8 meses con 30 kg de peso vivo, 1,5 kg de lana de 7 cm de largo y 23 micras de diámetro de la fibra.
- Con las características del animal y pastura se calcula el consumo y crecimiento de peso

vivo y lana. El uso de la energía y los requerimientos de proteína.

1.5.3. Balance

En la lengüeta de *Balance* se ingresa a la simulación, con el botón correr balance se ejecuta la simulación y en las diferentes lengüetas se muestran los resultados.

CORRER BALANCE

Animal	Pastura	Suplemento	Energía	Proteína
Categoría	Evento	Sexo	Edad (meses)	Raza
		2	8	CORRIEDALE

Consumo (Kg)				Tasa de sustitución
Potencial	Total	Pastura	Suplemento	
1.37	0.94	0.94	0.00	0.00

Peso vivo		Lana	
Ganancia diaria	Peso	Peso Vellón	Diámetros (micras)
0.093	30.09	1.511	23.000

En la ventana de resultados del animal se presentan los datos más importantes. El consumo es menor al potencial 0,94 vs 1,37 kilos de materia seca, dado por la disponibilidad de materia seca y la digestibilidad discutidos anteriormente.

No obstante, el animal tiene una ganancia diaria de 0,093 kg/día y un aumento del peso de lana de 1,5 a 1,511 kilos con igual diámetro.

Si cambiamos la disponibilidad de materia seca a 2000 kg MS / ha, el consumo pasa de 0,94 a 1,06, el animal consume más al ser menos limitante la disponibilidad, la ganancia diaria pasa a 0,132 kg/día, incrementando levemente el peso de lana 1,513 mientras que el diámetro cambia muy poco (23,001).

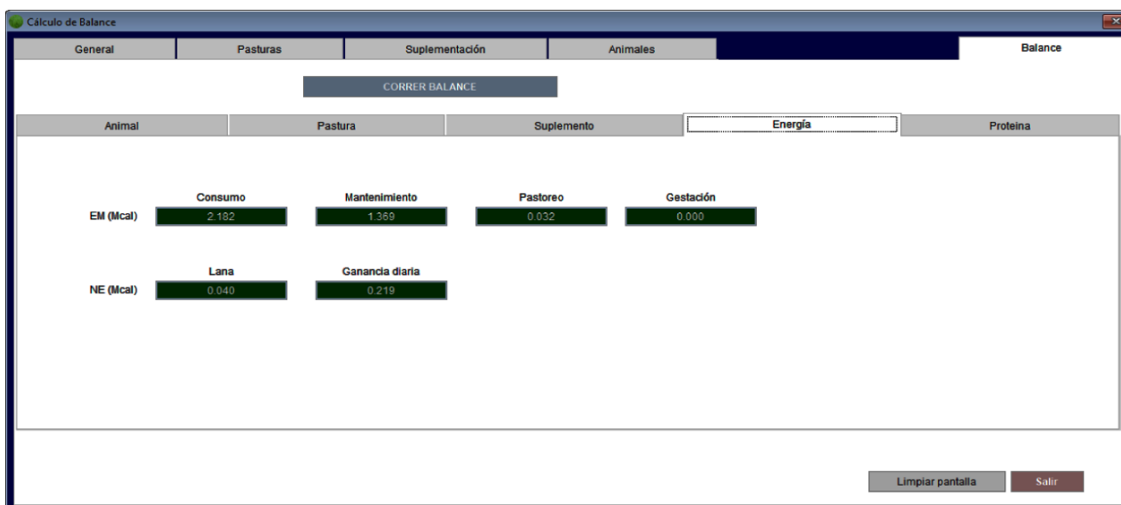
Si a la situación anterior de disponibilidad de 2000 kg MS/ha y la pastura tuviera otra calidad

(70% y 65% del material verde y seco, respectivamente), el consumo será mayor de 1,16 kilos. Al consumir más cantidad y de mayor contenido energético la ganancia diaria es mayor de 0,199 kg/día, con incremento leve en lana de 1,515 y diámetro igual al anterior.

El diámetro promedio en toda la fibra se estima ponderando el largo y el diámetro ingresado o calculado el día anterior según la simulación y el cambio producido en el día de la simulación.

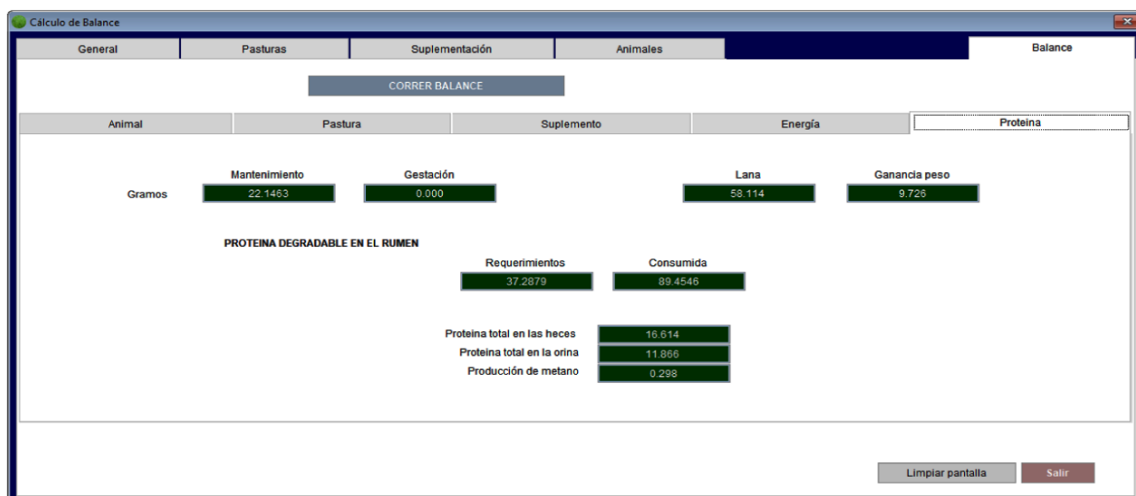
En la lengüeta de *Energía* se muestran las mega calorías de energía metabolizable consumidas y las destinadas a mantenimiento, pastoreo y gestación.

La energía destinada a producción de peso y lana se expresan en energía neta.



En la lengüeta de *Proteína* se presenta los gramos destinados a mantenimiento, gestación,

lana y cambio de peso. Así como la proteína consumida y la requerida por el animal.



Cuando se cuenta con la información de proteína se usa junto a la energía en el cálculo de requerimientos y producción.

Se considera una limitante no contar con la información de la proteína en el alimento consumido dado que no se pueden incluir parte de lo requerido para un mejor cálculo. Por ejemplo, para el crecimiento de lana, si contamos con el dato de proteína, se toma el factor más limitante para calcular el crecimiento entre la energía y la proteína.

La producción de leche puede ser disminuida por la deficiencia de proteína y esta es recalculada cuando sucede y se tiene la información.

El SIPO se programó para usar la información que se posea. La más completa es la información de materia seca desagregada en material verde y resto secos, con las digestibilidades y proteínas, respectivas y la información meteorológica.

La menor información que requiere es la disponibilidad de materia seca y su digestibilidad.

1.5.4. Suplementos

En esta sección podemos elegir un suplemento a incorporar en la dieta.

Los suplementos se dividieron en: energéticos, proteicos, conservado y tosco. Al elegir el tipo de suplemento se selecciona el que se va a usar.

A la izquierda de la ventana se ingresan los kilos ofrecidos al animal.

Retomando el ejemplo de la hembra de 8 meses y 30 kilos en una pastura sobre basalto de disponibilidad de 1201 kg MS/ha, la suplementamos con 0,200 kg de harina de soja.

El consumo total, pastura y suplemento fue de 0,96 kg (0,78 de pastura y 0,180 de harina de soja en base seca). Levemente superior a 0,94 kg sin suplementar existiendo una sustitución del suplemento por pastura.

La ganancia diaria pasa de 0,093 a 0,139 kilos por día (casi un 50% más), en lana pasa de 1,511 a 1,518 kilos y el diámetro cambia poco (23,001 vs 23,002).

1.6. CONSIDERACIONES FINALES

- El programa simula el consumo de un día de diferentes categorías prediciendo el cambio de peso vivo y lana.
- SIPO permite analizar diferentes estrategias de alimentación usando pasturas a través de ajustes en la disponibilidad y la calidad del

pasto, los restos secos, así como de diversos tipos de suplementos.

- Una oveja lactando y criando uno o varios corderos se simula con la versión de más de un día al depender la producción de leche de la condición corporal al momento del parto y de la evolución del peso.
- Estas posibilidades del programa en sus versiones de uno o varios días permiten analizar distintas alternativas para la toma de decisiones a nivel predial.

1.7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS CONSULTADAS PARA EL DESARROLLO DEL PROGRAMA

- Aguirrezabala, M. Modelo de simulación del consumo de ovinos y bovinos en condiciones de pastoreo: análisis de componentes y síntesis del modelo: tesis Ing. Agr. Montevideo (Uruguay): Facultad de Agronomía, 1989. 289 p.
- Baumont, R., Prache, S., Meuret, M., Morand-Fehr. (2000) How forage characteristics influence behavior and intake in small ruminants: A review. *Livestock Production Science*. Vol 64(1) 15-28.
- Blasco, A. 1999. La descripción del crecimiento. Informe técnico ocasional No 6. Departamento de ciencia animal. Universidad Politécnica de Valencia. <http://dca.webs.upv.es/dcia/ablasco/Publi.htm> (Consultado: agosto del 2011). 22 p
- Brody, S. (1945). *Bioenergetics and Growth*. Rheinhold, New York, 1203 pp.
- Castellano, G., Klee, G, Chavarría, R. (2007) Un modelo de simulación de sistema de engorda de bovinos a pastoreo. *Agricultura Técnica* 67 (2) 163-172.
- CSIRO (2007) *Nutrient requirements of domesticated ruminants*. Collingwood, Australia : CSIRO Publ, 2007.
- CSIRO's GrazPlan, visitada el 06/07/2015. <http://www.grazplan.csiro.au/?q=node/15>
- Freer M, Moore AD, Donnelly JR, 2012, 'The GRAZPLAN animal biology model for sheep and cattle and the GrazFeed decision support tool', CSIRO Plant Industry Technical Paper, published. Plant Industry website. <https://www.apsim.info/wp-content/uploads/2019/09/TechPaperJan10.pdf>
- INIA GRAS. <http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico>
- Laca, E.A. (2009) New approaches and tools for grazing management. *Rangeland Ecol. Manage*. 62: 407-417.

Montossi, F., Pigurina, G., Santamarina, I., Berreta, E.. (2000) *Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistema ganaderos: Teoría y práctica*. Montevideo INIA, 84 páginas (Serie Técnica 113)

Pittroffa W.,M.Mortimer Kothmannb (2001) Quantitative prediction of feed intake in ruminants I. Conceptual and mathematical analysis of models for sheep. *Livestock Production Science*.71, (2-3), 131-150

Poppi, D.P. (1996) Predictions of food intake in ruminants from analyses of food compositions. *Austr. J. Agric. Res.* 47 : 489-504.

SheepExplorer (2003). The excel spread sheet Sheep Explorer of GRAZPLAN. Disponible en <http://www.grazplan.csiro.au/?q=node/15> Acceso verificado 06/07/2015.

Soares de Lima, J.M. (2009) Modelo bioeconómico para la evaluación del impacto de la genética y otras variables sobre la cadena cárnica en Uruguay. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. 240 páginas.

Taylor, StC.S. (1968). Time taken to mature in relation to mature weight for sexes, strains and species of domesticated mammals and birds. *Animal Production* 10, 157-69.

Wood, P.D.P., 1969. Factors affecting the shape of the lactation curve in cattle. *Anim. Prod.*, 11:307-316

1.8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS SOBRE LAS PASTURAS Y SUPLEMENTOS USADAS EN EL PROGRAMA

- ABUD, M. J.; GAUDENTI, C.; ORTICOHEA, V.; PUIG, V.M. 2011. Evaluación estivo-otoñal de mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Uruguay, 106p.
- AGUSTONI, F.; BUSSI, C.; SHIMABUKURO, M. 2008. Efecto de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Uruguay, 99p.
- AROCENA, C. M.; DIGHIRO, A. J. 1999. Evaluación de la producción y calidad de carne de cordero sobre una mezcla forrajera de avena y raigrás, bajo los efectos de carga animal, suplementación y sistemas de pastoreo para la región de basalto. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Uruguay, 147p.
- BARRETO, P.; DEL PUERTO, P. 2001. Evaluación nutricional de verdeos de verano. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Uruguay, 65p.

- BEMHAJA, M.; OLMOS, F. 1996. Producción de pasturas en suelos arenosos. En: Producción y manejo de pasturas. Seminario Técnico INIA Tacuarembó 17-19 de octubre, 1995 (1996, Tacuarembó) Riso, D.; Berretta, E.; Morón, A., Eds técnicos. Montevideo: INIA p 221-229 (Serie técnica; 80)
- BERRETTA, E.J.; RISSO, D.F.; BEMHAJA, M. 2001. Tecnologías para la mejora de la producción de forraje en suelos de Basalto. En: Tecnologías forrajeras para sistemas ganaderos de Uruguay. (2001, Tacuarembó) Riso, D. F.; Berretta, E. J., Eds técnicos. Montevideo: INIA p 2-37 (Boletín de divulgación; 76)
- CAMESASCA, M.; NOLLA, M.; PREVE, F. 2002. Evaluación de la producción y calidad de carne y lana de corderos pesados sobre una pradera de 2º año de trébol blanco y lotus bajo los efectos de la carga animal, sexo, esquila, suplementación y sistemas de pastoreo para la región de Basalto. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Uruguay, 299p
- CARRAU, I.; FERNANDEZ, G.; SCREMINI, R. 2003. Efecto del control del tiempo de pastoreo y nivel de suplementación sobre la performance y conducta de vacunos en pastoreo de campo natural diferido. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Uruguay, 67p.
- COSTA, A.J.; MOREIRA, R.S.; SCARSI, M.A. 2007. Efecto del manejo nutricional en el primer invierno sobre la aparición de la pubertad en terneras de raza carnífera. Tercer año de evaluación. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Uruguay, 106p.
- DE BARBIERI, L.I.; RADO, F.J.; XALAMBRI, L.E. 2000. Efecto de la carga y de la suplementación sobre la producción y calidad de carne de corderos pesados pastoreando *Avena Byzantina* en la región Este. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Uruguay, 122p.
- FORMOSO, D.; OFICIALDEGUI, R. Y NORBIS, R. 2001. Producción y valor nutritivo del campo natural y mejoramientos extensivos. En: Utilización y Manejo de mejoramientos extensivos con ovinos, Secretariado Uruguayo de la Lana, Montevideo. p 7-24.
- FRIZZI, J.; SEGREDO, M. 2001. Engorde de corderos sobre verdes de invierno. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Uruguay, 106p.
- GUARINO, L.; PITTALUGA, F. 1999. Suplementación sobre la producción y calidad de carne y lana de corderos Corriedale sobre una mezcla de Triticale y Raigrás en la región de Areniscas. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Uruguay, 115p.
- MARICHAL, M.J.; COSTABEL, M.; ARIAS, G. 2009. Tablas de composición química de subproductos agroindustriales. En: Tablas de composición de alimentos. Subproductos agroindustriales y pasturas cultivadas en Uruguay. (2009, Montevideo) Ed: Marichal, M.J.; Facultad de Agronomía, Universidad de la República. p 3-24. (Ficha técnica, código 708/400/2009)
- MARICHAL, M.J.; CARRIQUIRY, M.; TRUJILLO, A.I. 2009. Tablas de composición química, valor proteico y aporte energético de pasturas cultivadas. En: Tablas de composición de alimentos. Subproductos agroindustriales y pasturas cultivadas en Uruguay. (2009, Montevideo) Ed: Marichal, M.J.; Facultad de Agronomía, Universidad de la República. p 25-48. (Ficha técnica, código 708/400/2009)
- MIERES, J.M.; ASSANDRI, L.; CÚNEO, M. 2004. Tablas de valor nutritivo de alimentos. En Guía para la alimentación de rumiantes. (2004, La Estanzuela) Mieres, J.M., Ed técnico. Montevideo: INIA p 13-68 (Serie Técnica; 142)
- FIGURINA, G.; METHOL, M. 2004. Tabla de contenido nutricional de pasturas y forrajes del Uruguay. En Guía para la alimentación de rumiantes. (2004, La Estanzuela) Mieres, J.M., Ed técnico. Montevideo: INIA p 9-12 (Serie Técnica; 142)

Scarsi, A., Arguelaguet, R., Pisón, P., Grattarola, M., Rivero, J., García Pintos, M., Saavedra, R., Coronel, F., Aguerre, J., M., Piaggio, L., Gimeno, D.

2. AJUSTE DEL DISCO MEDIDOR DE FORRAJE Y LA REGLA GRADUADA EN CAMPO NATURAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE MATERIA SECA

2.1. INTRODUCCIÓN

La FAO estima que el consumo mundial de carne aumentará 1,6% promedio anual en los próximos diez años. Este crecimiento será impulsado por los países en desarrollo que verán incrementado notoriamente el consumo per cápita de proteínas. Al observar las diferentes variables, la carne ovina se enfrenta a una demanda creciente con precios altos y en ascenso (Uruguay, XXI). En este sentido en las últimas dos décadas se viene exigiendo a la ganadería sistemas más productivos, sustentables e intensivos en cuanto al uso de la tierra. Sin embargo, esta intensificación y especialización productiva debe contemplar el uso sostenible de los recursos naturales.

El campo natural continúa siendo el principal recurso natural del Uruguay ocupando el 64% de la superficie del país (DIEA-MGAP, 2016). El mismo presenta importantes variaciones en composición y productividad de acuerdo con condiciones de suelo y clima (Millot et al., 1987). Es fundamental la planificación alimenticia de largo y mediano plazo (estructura, receptividad, presupuesto forrajero) y corto plazo (planificación del pastoreo, balance nutricional) siendo una herramienta imprescindible en la optimización del uso de los recursos en forma integrada un (Gally, 1997).

La pastura es el recurso más utilizado por los productores dado que es la fuente de alimento más económica para los ovinos. Pese a que en una encuesta tecnológica del GIPROCAR II sólo el 42% de los productores declaran conocer de alguna manera una estimación de la disponibili-

dad de materia seca por hectárea, el 77% de los encuestados afirman que realizan algún tipo de estimación de disponibilidad como criterio en la toma de decisión en cuanto al manejo de la pastura, por ejemplo a través de apreciación visual 63%, y por corte y secado 27% (Montossi et al., 2013).

Existen diferentes técnicas para determinar la disponibilidad de forraje que permiten ajustar las diferentes asignaciones (kg MS/100 kg PV) en distintas épocas del año de acuerdo a los requerimientos de los animales. La estimación de forraje se puede realizar con métodos directos o indirectos. Los métodos de estimación indirectos reducen en tiempo y costo de muestreo y aumentan la precisión (Mannetje, 2000). Sin embargo, los métodos indirectos requieren de calibración como procedimiento que establece una relación funcional entre las medidas indirectas y el valor de forraje (Braga et al., 2009)

La utilización del disco medidor de forraje (DMF) es poco difundida en el país; esta alternativa presenta antecedentes de uso en pasturas y cultivos forrajeros (Pravia et al., 2013), pero no sobre campo natural, principal base forrajera de los ovinos en nuestro país.

Por lo antes mencionado este trabajo intenta generar ecuaciones de regresión tanto para el DMF como para la regla graduada.

Para calibrar el DMF sobre campo natural se seleccionaron 10 sitios de muestreo en diferentes (Figura 2.1) zonas agroecológicas. Se seleccionaron 5 potreros con campo natural sobre Basalto (zona 1), 2 potreros con campo natural en



Figura 2.1. Representación de sitios de muestreo (cruz roja).

Cristalino Central (zona 4), 1 potrero con campo natural en Cristalino del Este (zona2), 1 potrero sobre campo natural en Cuenca sedimentaria del Noreste (zona 5A), y 1 potrero sobre Lomadas y llanuras del este (zona 2B).

Los muestreos fueron realizados por técnicos del área de Transferencia de Tecnología del SUL y estudiantes de tesis de grado de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UDE. Para unificar crite-

rios y poner a punto la técnica de muestreo se realizó una jornada técnica en CIEDAG (Centro de Investigación y Experimentación Dr. Alejandro Gallinal, SUL, Florida). En esta actividad se realizó un muestreo para evacuar dudas sobre el procedimiento y se entregó un protocolo para guiar su ejecución.

En el cuadro 2.1 se presentan los establecimientos involucrados.

Cuadro 2.1. Establecimientos, ubicación y zonas agroecológicas de los muestreos de pasturas naturales realizados.

Región Agroecológica	Depto.	Nombre del establecimiento	Técnico que realizó el muestreo
Basalto	Artigas	El Puesto	Rubén Argelaguet
Basalto	Salto	La Gringa	Rubén Argelaguet
Basalto	Tacuarembó	Pampa del Pedernal	Pedro Pisón
Basalto	Paysandú		Pedro Pisón
Basalto	Paysandú	El Ancla	Marcelo Grattarola
Cuenca sedimentaria del Noreste	Durazno	Santa Isabel	Marcos García Pintos
Cristalino Central	Florida	CIEDAG	Lucía Piaggio, Antonia Scarsi, Graciela Ferreira, Juan Grasso, Matias Uria
Cristalino Central	Flores	El Puesto	José Rivero
Cristalino del Este	Maldonado	La Fernandina	Fernando Coronel, José Aguerre
Colinas y lomadas del Este	Treinta y Tres		Rafael Saavedra

Los muestreos se iniciaron en diciembre de 2014 y finalizaron en noviembre del 2015 con una frecuencia de cada 45 días aproximadamente.

Luego de cada muestreo los técnicos del SUL enviaron las muestras a Montevideo para ser procesadas. En el procesamiento de las muestras también se contó con la colaboración de estudiante de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias de UDE. Los estudiantes fueron entrenados en el muestreo y aprendieron las técnicas de laboratorio, así como las determinaciones de materia seca a 60 °C, proteína cruda y fibra detergente ácido en colaboración con el laboratorio de Facultad de Agronomía de UDE-LAR.

2.2. MUESTREO POR ESCALA

En primer lugar, se realizó una recorrida para dimensionar la estructura, la arquitectura y las áreas de pastoreo más representativas; esta recorrida permitió definir áreas del potrero que no fueron incluidas en el muestreo debido a que contaban con zonas de pastoreo con baja palatabilidad de las pasturas (paja mansa, piedras, malezas arbustivas, entre otros aspectos)

El DMF consta de un bastón de aluminio con un disco móvil que se mueve sobre un eje central. (Figura 2.2A). El extremo inferior del bastón posee un lector que registra los movimientos del disco y sobre el extremo superior del bastón un contador que se debe marcar cada vez que se

apoya el disco sobre la pastura. Para su uso se debe anotar la lectura inicial, recorrer el potrero apoyando el disco, y en cada apoyo registrarlo en el contador. Al finalizar el recorrido se anota la lectura final.

Por lo tanto, para la calibración del DMF (marca Jenquip modelo Filip's Manual Folding Plate Meter, con 0,1 m² de diámetro y 3 kg/m² de peso). Se tomaron medidas en 5 puntos con dos repeticiones del registro de la altura y la densidad del forraje. En primer lugar, se seleccionó y marcó un punto de corte que representa la situación de mayor cantidad de pastura disponible observada en la recorrida del potrero. Los atributos más importantes son la densidad, la altura y la proporción de material seco, por lo tanto, el punto 5 de la escala para la calibración fue aquel que reunió los mayores valores de altura y densidad, con el cuidado que la proporción de material seco fuera la representativa de ese punto de la escala. Mientras tanto, el punto 1 fue el que representó el menor rendimiento de biomasa de forraje posible de encontrar en esa pastura y para ese muestreo, dejando de lado el suelo desnudo. Los puntos 2, 3 y 4 fueron medidas intermedias.

En cada uno de estos puntos se tomó tres medidas de altura de la pastura, luego se procedió a tomar una lectura inicial y final con el disco. Una vez realizadas estas medidas se procedió al corte al ras del forraje medido, mediante el uso de un aro de 0,1 m² y una tijera manual de esquiar ovinos. El material cortado fue etiquetado, y

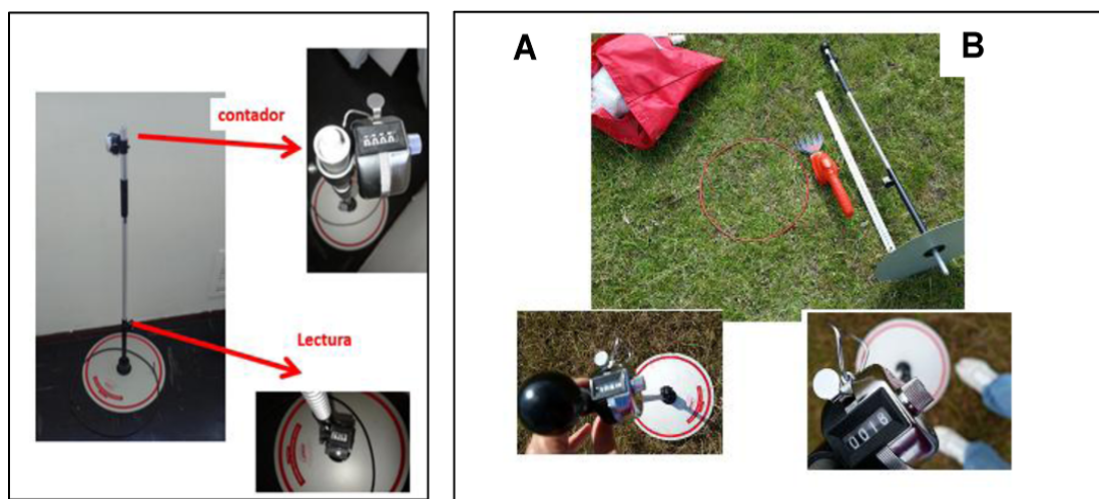


Figura 2.2. (A) disco medidor de forraje (DMF) flechas rojas indican contador y lector. (B) Equipamiento utilizado en el muestreo, aro, tijera, regla, disco medidor de forraje (DMF).

guardado en una bolsa de nylon y al finalizar el muestreo fue enviado al laboratorio.

Posteriormente, se realizó un muestreo no destructivo del forraje mediante la recorrida del potrero con el DMF. Se comenzó en una esquina del potrero trazando una línea diagonal imaginaria. En la esquina se tomó la lectura inicial y se colocó en 0 el contador de observaciones, a partir de este punto se comenzó a caminar en zigzag con respecto a la diagonal tomando medidas cada 10-20 pasos dependiendo del tamaño del potrero de muestreo. Este procedimiento se repitió hasta haber realizado 80 mediciones en cada potrero y por cada observador. Al finalizar la toma de medidas se registró la lectura final del disco.

Al finalizar el muestreo se verificó que se haya realizado la calibración del DMF de forma correcta. Para ello se calculó la lectura promedio de la medida no destructiva que se estimó de la siguiente manera (Lectura Final-Lectura Inicial)/(Número de apoyos o lectura) y el valor de la lectura promedio se debió encontrar entre los valores observados en los valores de los diez puntos.

2.3. MUESTREO DEL CRECIMIENTO

Se instalaron 2 jaulas de crecimiento por potrero y/o sitios de muestreo con un área de 1 m² y separadas entre sí para que el muestreo sea representativo del terreno.

Para realizar el muestreo se colocó un aro de 0,1 m² en el centro de la jaula y se procedió a tomar 5 medidas de altura del forraje. Luego, se realizó el corte de forraje al ras del suelo y la recolección del mismo en una bolsa correctamente identificada. Para finalizar se cortó el remanente de forraje presente en la jaula y se desechó para medir el crecimiento entre muestreos.

2.4. TRABAJO DE LABORATORIO

Al terminar el trabajo de campo se procedió a clasificar y pesar las muestras en fresco. Luego, del material fresco del muestreo de escala se tomó una submuestra de cada punto con lo cual se realizó una clasificación de la fracción verde y del material muerto o seco. La otra muestra sin clasificar se acondicionó en bolsas de papel para

ser secado en estufa de aire forzado a 60°C durante 48 horas o peso constante. Posterior al secado se volvieron a pesar las bolsas para así poder determinar el porcentaje de materia seca de la muestra.

Por otra parte, las fracciones verdes y material muerto de las muestras fueron secadas en estufa en las mismas condiciones antes mencionadas, pesadas, preparadas y enviadas al Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República (UDELAR) para determinar su contenido de proteína cruda (PC, AOAC) y fibra detergente ácido (FDA, AOAC).

Las muestras de las jaulas de crecimiento fueron pesadas en fresco y secadas a 60°C durante 48 horas o peso constante, se volvieron a pesar para determinar el porcentaje de materia seca de la muestra y posteriormente fueron enviadas al Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía de la UDELAR para determinar su contenido de proteína cruda (PC, AOAC 1990) y fibra detergente ácido (FDA, AOAC 1990).

Con la información de la concentración de FDA de las muestras se estimó la Energía Metabolizable mediante la ecuación EM (Mcal/kg MS)= 3,20-0,028 x %FDA propuesta por Jaurena y Wawrzkiwicz (2009).

2.5. CÁLCULO DE ESTIMACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE MATERIA SECA

El cálculo para este muestreo se basó en determinar el porcentaje de materia seca al igual que el muestreo aleatorio, luego con el dato de peso fresco, %MS y el área del aro se estimaron los kg de materia seca/ha de cada punto de la escala y con la información de la lectura del DMF de cada punto se estimó una regresión lineal. Con esta regresión y el valor de lectura promedio del potrero del muestreo no destructivo se estimaron kg MS/ha.

2.5.1. Procesamiento estadístico

Las regresiones fueron estimadas mediante el procedimiento PROC REG del paquete estadístico de SAS (versión 9.0).

Las diferencias entre operador, potrero y estación o mes de muestreo fueron analizadas usando PROC MIXED del SAS (versión 9.0) mediante un análisis de covarianza de los efectos mayores, con la búsqueda de diferencias en las pendientes e interceptos de los modelos para determinar diferencias. Este análisis combina conceptos de análisis de varianza y análisis de regresión. Si las pendientes no difieren significativamente la hipótesis de no diferencia entre intercepto es testeada. Si la diferencia entre la pendiente y los interceptos no es significativa, puede ser ajustado a un único modelo (Braga et al., 2009). tomando como valores de significancia valores menores a 0,05.

El análisis estadístico utilizado para comparar los métodos de estimación de masa de forraje disponible (aleatorio vs DMF) se realizó mediante el PROC TTEST del paquete estadístico de SAS (versión 9.0). Se utilizaron comparaciones pareadas sobre las diferencias entre las observaciones. La suposición subyacente de la prueba t es que las observaciones son muestras aleatorias extraídas de poblaciones normalmente distribuidas. Esta suposición fue comprobada mediante el

PROC UNIVARIATE del paquete estadístico de SAS (versión 9.0).

Para la proporción del material verde y restos seco, concentración de PC, FDA (% bs) y EME (Mcal/kg MS) y para las variables crecimiento de forraje (kg MS/ha), altura del crecimiento (cm), y su concentración de PC, FDA (% bs) y EME (Mcal/kg MS) fueron analizadas usando PROC MIXED del SAS (versión 9.0).

2.6. RESULTADOS

2.6.1. Basalto

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para la región agroecológica Basalto

Si bien la regresión en primavera presentó un R2 aceptable y teniendo en cuenta que en la presente estación del año ocurren cambios fenológicos importantes se realizaron regresiones para primavera temprana o vegetativa y para la segunda mitad de la primavera o primavera reproductiva. Las mismas se presentan a continuación (Figura 2.4).

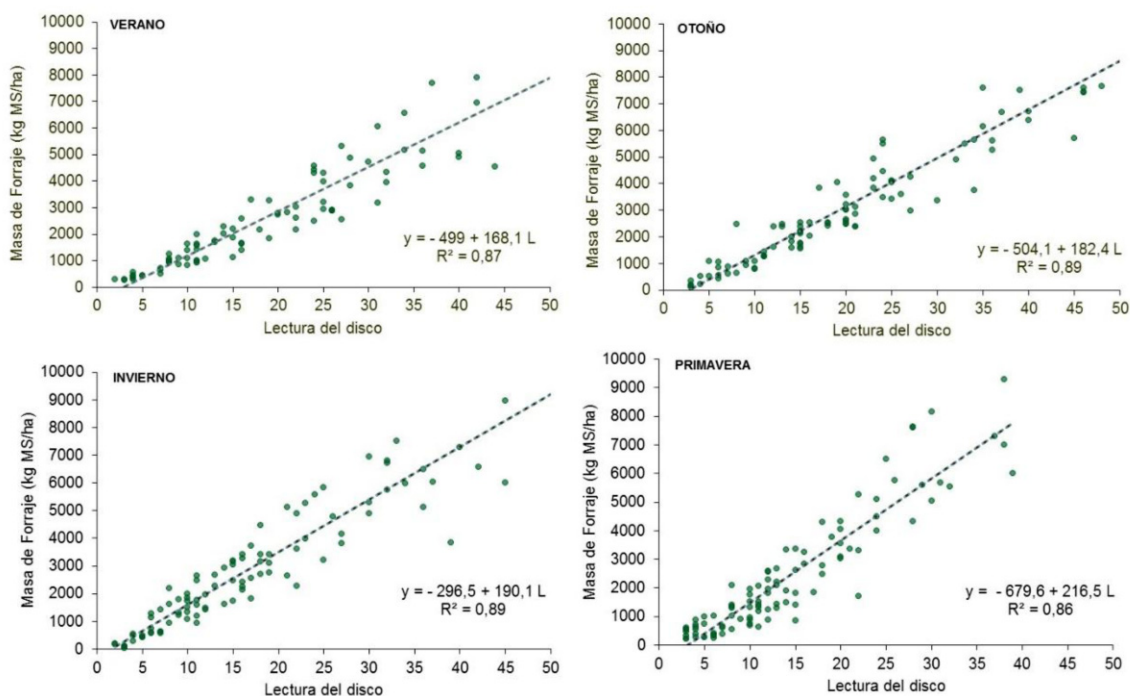


Figura 2.3. Regresiones lineales para verano, otoño, invierno y primavera. Cada punto representa la relación entre la biomasa obtenida por corte y la lectura del DMF.

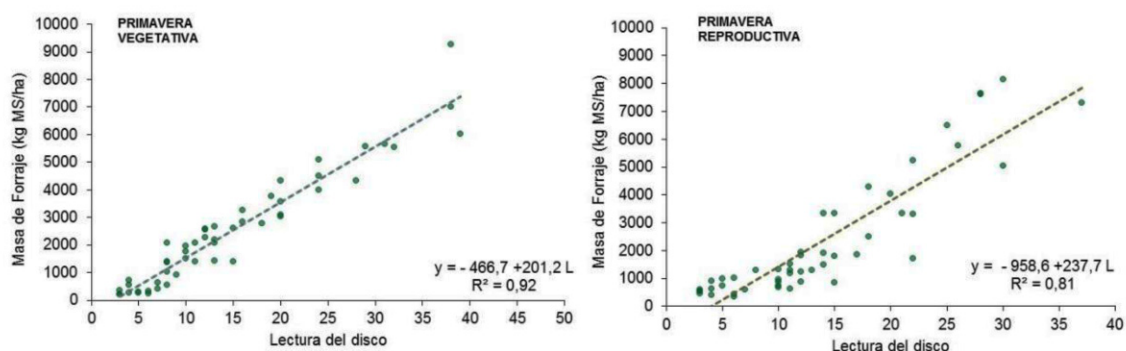


Figura 2.4. Regresión lineal para primavera crecimiento vegetativo y primavera floración. Cada punto representa la relación entre la biomasa obtenida por corte y la lectura del DMF.

A continuación, se presentan las regresiones para estimación del forraje tanto para el DMF como para la regla graduada. En el mismo se pueden observar al igual que en la Figuras 2.3 y 2.4 que las regresiones se ajustaron con R2 aceptables.

Como se pueden observar tanto en las Figuras como en el Cuadro las regresiones se ajustaron de forma muy aceptable tanto para el DMF como para la regla graduada.

Se presentan los resultados de la proporción (%) del material verde y del material seco y la disponibilidad de forraje (kg MS/ha) para Basalto

Cuadro 2.2. Regresiones estacionales para estimación de forraje disponible según herramientas de muestreo para Basalto.

Regresiones estacionales para Disco Medidor de forraje (DMF)				
Estación	Regresión	R ²	n	Rango de lectura (cm)
Verano	$y = -499,0 + 168,1 \times L$	0,87	90	3 a 66
Otoño	$y = -504,1 + 182,4 \times L$	0,89	100	3 a 66
Invierno	$y = -296,5 + 190,1 \times L$	0,89	100	3 a 66
Primavera Vegetativo	$y = -466,7 + 201,2 \times L$	0,92	50	2 a 66
Primavera Floración	$y = -958,6 + 237,7 \times L$	0,81	50	4 a 66
Primavera	$y = -679,6 + 216,5 \times L$	0,86	100	2 a 66
Regresiones estacionales para Altura Regla graduada				
Estación	Regresión	R ²	n	Rango de lectura (cm)
Verano	$y = -125,6 + 230,5 \times a$	0,80	90	2 a 44
Otoño	$y = -191,2 + 257,7 \times a$	0,87	100	2 a 42
Invierno	$y = -48,7 + 260,7 \times a$	0,92	100	1 a 48
Primavera Vegetativo	$y = -287,7 + 298,5 \times a$	0,88	50	2 a 28
Primavera Floración	$y = -668,0 + 326,5 \times a$	0,88	50	2 a 27
Primavera	$y = -475,7 + 312,2 \times a$	0,88	100	2 a 28

L: lectura promedio del disco, a: lectura promedio de la regla graduada.

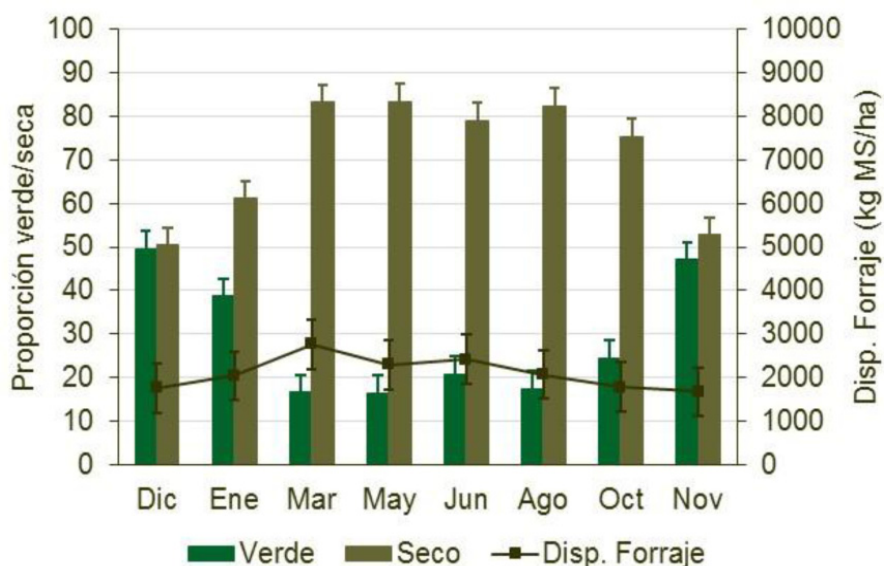


Figura 2.5. Relación del forraje verde con el forraje seco y evolución de la disponibilidad de forraje (Disp. Forraje) o fitomasa aérea en los muestreos sobre suelos de Basalto

Como se observa en la Figura 2.5 en los muestreos realizados se nota una mayor proporción de restos secos en la mayoría de los meses del año excepto en los meses de noviembre y diciembre donde se da el mayor crecimiento (Figura 2.6) Por otra parte si se compara la composición química del material verde y seco se

ve los mejores niveles de PC y de FDA pero no hay importantes diferencias en la Energía metabolizable.

A continuación, se presentan la información del crecimiento de la fitomasa y de la calidad de la misma en la Figura 2.6 y Cuadro 2.4.

Cuadro 2.3. Composición química promedio de las material verde y seco para Basalto.

Mes de muestreo	Material Verde			Material Seco		
	PC (% bs)	FDA (% bs)	Eme (Mcal/kg MS)	PC (% bs)	FDA (% bs)	EMe (Mcal/kg MS)
Diciembre	8,5±1,0	38,2±2,0	2,1±0,06	6,5±0,5	38,7±2,7	2,1±0,08
Enero	8,4±1,0	39,4±2,0	2,1±0,06	6,7±0,4	40,4±2,5	2,1±0,07
Marzo	7,8±1,0	38,2±2,0	2,1±0,06	5,3±0,4	37,2±2,5	2,2±0,07
Mayo	7,6±1,0	37,6±2,0	2,1±0,06	4,8±0,4	34,0±2,5	2,2±0,07
Julio	10,3±1,0	35,3±2,0	2,2±0,06	5,2±0,4	40,5±2,5	2,1±0,07
Agosto	9,7±1,0	33,5±2,0	2,3±0,06	6,7±0,4	39,5±2,5	2,1±0,07
Octubre	11,0±1,0	38,3±2,0	2,1±0,06	6,3±0,4	41,3±2,5	2,0±0,07
Noviembre	10,6±1,0	36,6±2,0	2,2±0,06	6,1±0,4	49,5±2,5	2,1±0,07

PC(% bs): proteína cruda en base seca, FDA (% bs): Fibra detergente ácido en base seca, EMe: Energía metabolizable estimada.

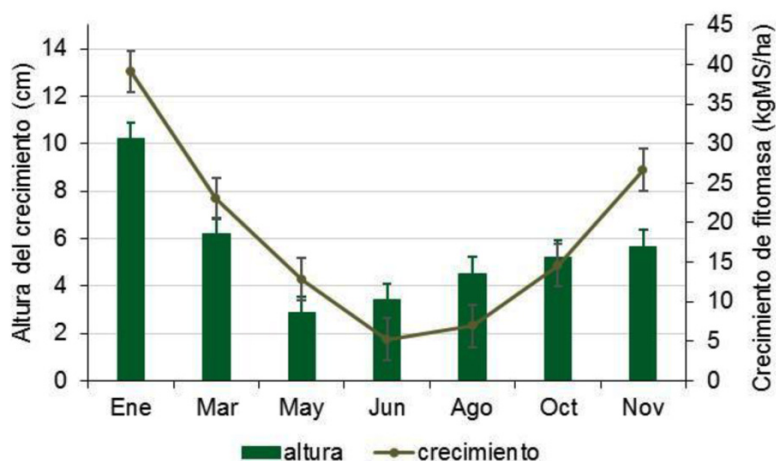


Figura 2.6. Crecimiento (kg MS/ha) y altura del crecimiento (cm) de la fitomasa aérea en suelos de Basalto.

Cuadro 2.4. Composición química del crecimiento de campo Natural en suelos de Basalto.

Mes de muestreo	PC (% bs)	FDA (% bs)	EMe (Mcal/kg MS)
Enero	8,4 ± 0,4	38,5 ± 0,9	2,1 ± 0,03
Marzo	8,5 ± 0,4	35,7 ± 0,9	2,2 ± 0,03
Mayo	8,1 ± 0,4	36,4 ± 0,9	2,2 ± 0,03
Agosto	12,2 ± 0,4	34,3 ± 0,9	2,2 ± 0,03
Octubre	11,6 ± 0,4	31,2 ± 0,9	2,3 ± 0,03
Noviembre	11,7 ± 0,4	37,2 ± 0,9	2,2 ± 0,03

PC(% bs): proteína cruda en base seca, FDA (% bs): Fibra detergente ácido en base seca, EMe: Energía metabolizable estimada.

2.6.2. Cristalino Central

En la Figura 2.7 se presentan los resultados obtenidos para la región agroecológica de Cristalino Central.

En esta región agroecológica la regresión realizada en primavera con todos los muestreos presentó un ajuste muy bajo ($R^2=0,59$). Dicho ajuste se mejora, si usamos regresiones diferentes

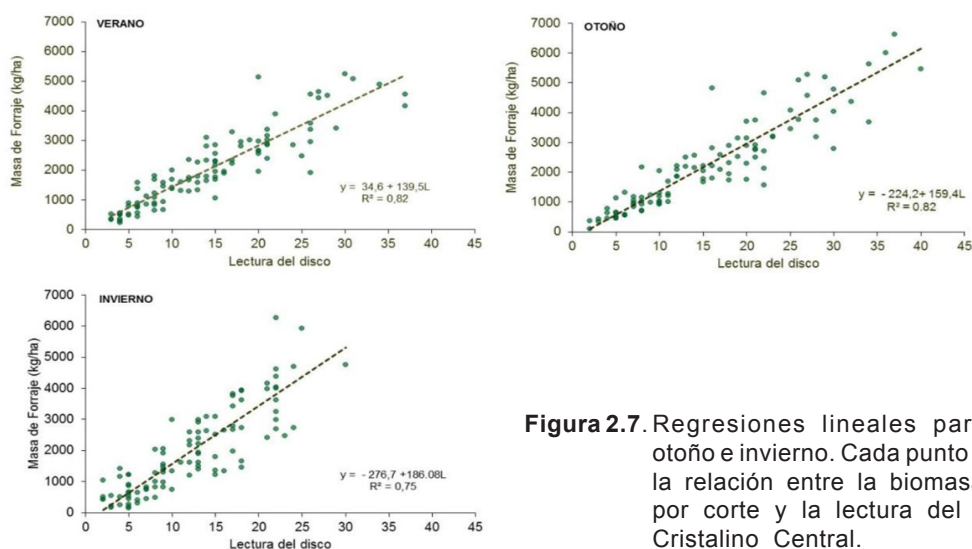


Figura 2.7. Regresiones lineales para verano, otoño e invierno. Cada punto representa la relación entre la biomasa obtenida por corte y la lectura del DMF para Cristalino Central.

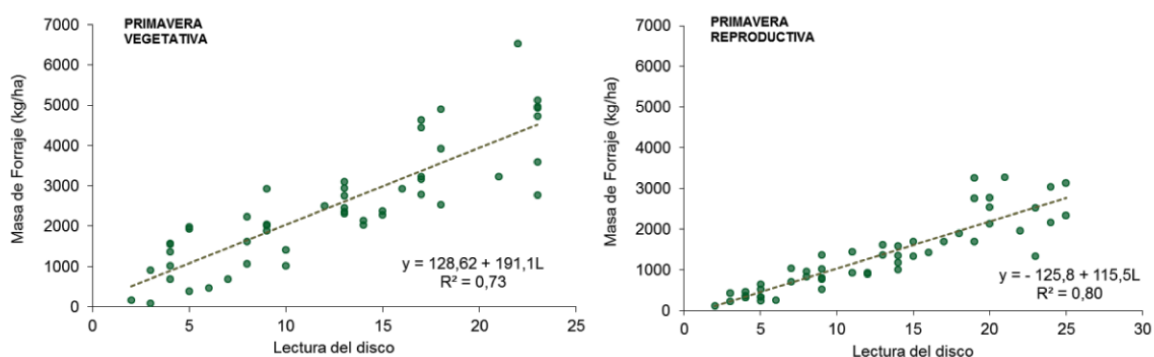


Figura 2.8. Regresión lineal para primavera crecimiento vegetativo y primavera floración. Cada punto representa la relación entre la biomasa obtenida por corte y la lectura del DMF para campo natural en suelos del Cristalino Central.

en primavera vegetativa y primavera reproductiva como se observa en la Figura 2.8.

En el Cuadro 2.5 se presentan las regresiones para estimación del forraje tanto para el DMF como para la regla graduada con sus CV y error experimental.

Al igual que en la región de sueltos sobre Basalto, en la región de Cristalino Central también se observó mayor proporción de restos secos en la mayoría de los meses del año excepto en los meses de noviembre y diciembre donde se da el mayor crecimiento y esta relación se equipara Figura 2.9.

Cuadro 2.5. Regresiones estacionales para estimación de forraje disponible según herramientas de muestreo para Cristalino Central.

Regresiones estacionales para Disco Medidor de forraje (DMF)				
Estación	Regresión	R ²	n	Rango de lectura (cm)
Verano	$y = 34,6 + 139,5 \times L$	0,82	100	1 a 44
Otoño	$y = -224,2 + 159,4 \times L$	0,82	100	1 a 40
Invierno	$y = -276,7 + 186,1 \times L$	0,75	100	1 a 40
Primavera vegetativo	$y = 128,6 + 191,1 \times L$	0,73	50	1 a 40
Primavera floración	$y = -125,8 + 115,5 \times L$	0,80	50	1 a 40
Regresiones estacionales para Altura Regla graduada				
Estación	Regresión	R ²	n	Rango de lectura (cm)
Verano	$y = 407,4 + 163,9 \times a$	0,67	100	2 a 33
Otoño	$y = 593,1 + 176,4 \times a$	0,60	100	1 a 32
Invierno	$y = 315,3 + 307,8 \times a$	0,66	100	0,5 a 18
Primavera vegetativo	$y = 451,4 + 403,9 \times a$	0,62	50	1 a 10
Primavera floración	$y = 418,7 + 107,0 \times a$	0,57	50	1 a 34

L: Lectura promedio del disco, a: lectura promedio de la regla graduada.

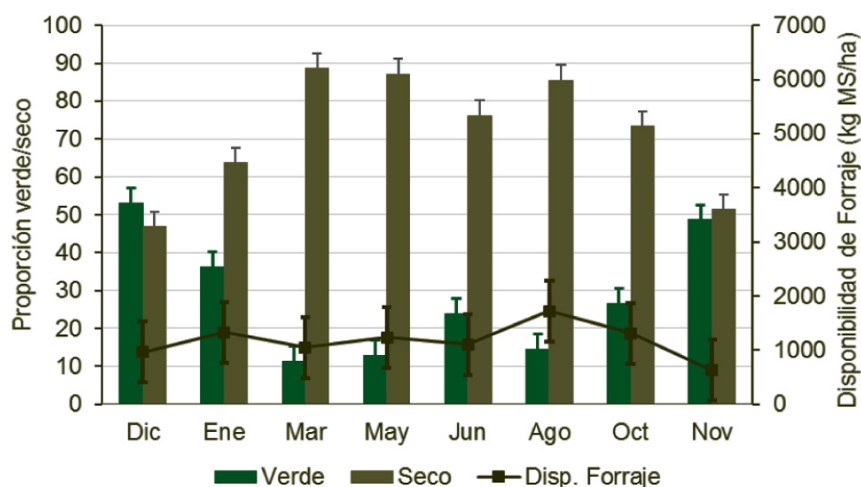


Figura 2.9. Relación del torraje verde con el torraje seco y evolución de la disponibilidad de forraje (Disp. Forraje) o fitomasa aérea en los muestreos sobre suelos de la región de Cristalino Central.

Cuadro 2.6. Composición química promedio de las fracciones verdes y secas del campo Natural sobre Cristalino Central.

Mes de muestreo	Material Verde			Material Seco		
	PC (% bs)	FDA (% bs)	Eme (Mcal/kg MS)	PC (% bs)	FDA (% bs)	Eme (Mcal/kg MS)
Diciembre	10,0±1,0	36,7±2,0	2,2±0,1	7,6±0,4	40,8±2,5	2,1±0,1
Enero	10,0±1,0	39,1±2,0	2,1±0,1	7,1±0,4	39,2±2,5	2,1±0,1
Marzo	8,2±1,0	35,8±2,0	2,2±0,1	5,9±0,4	40,8±2,5	2,1±0,1
Mayo	7,9 ±1,0	35,8±2,0	2,2±0,1	5,0±0,4	38,4±2,5	2,1±0,1
Julio	8,7±1,0	36,6±2,0	2,2±0,1	5,0±0,4	40,3±2,5	2,1±0,1
Agosto	10,3±1,0	38,1±2,0	2,1±0,1	5,1±0,4	37,9±2,5	2,1±0,1
Octubre	11,4±1,0	31,2±2,0	2,3±0,1	6,3±0,4	33,9±2,5	2,3±0,1
Noviembre	13,6±1,0	32,4±2,0	2,3±0,1	6,6±0,4	37,7±2,5	2,1±0,1

PC(% bs): proteína cruda en base seca, FDA (% bs): Fibra detergente ácido en base seca, EMe: Energía metabolizable estimada.

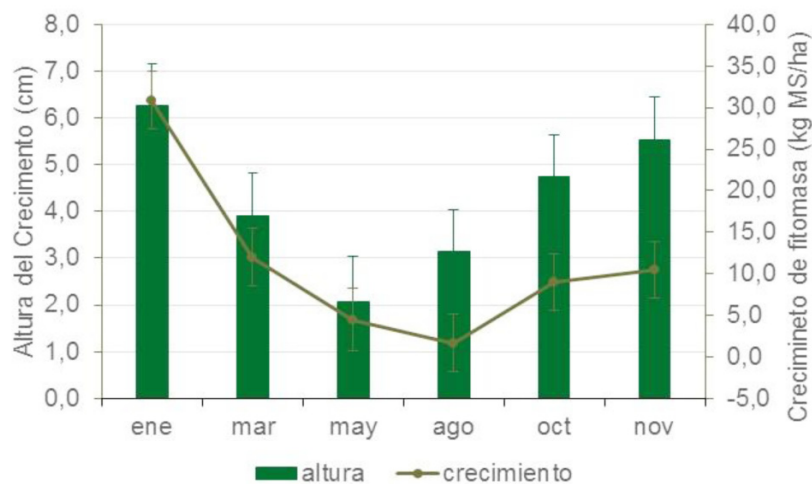


Figura 2.10. Crecimiento (kg MS/ha) y altura del crecimiento (cm) de la fitomasa aérea en suelos de Cristalino central.

Cuadro 2.7. Composición química del crecimiento de forraje del campo natural sobre Cristalino Central.

Mes de muestreo	PC (% bs)	FDA (% bs)	EMe (Mcal/kg MS)
Enero	9,7 ± 0,5	37,7 ± 1,2	2,1 ± 0,03
Marzo	8,8 ± 0,6	39,2 ± 1,3	2,1 ± 0,04
Mayo	10,5 ± 0,6	35,4 ± 1,3	2,2 ± 0,04
Agosto	11,9 ± 0,7	29,9 ± 1,2	2,1 ± 0,03
Octubre	13,5 ± 0,5	29,4 ± 1,2	2,1 ± 0,03
Noviembre	14,6 ± 0,5	33,0 ± 1,2	2,1 ± 0,03

PC(% bs): proteína cruda en base seca, FDA (% bs): Fibra detergente ácido en base seca, EMe: Energía metabolizable estimada.

2.6.3. Cristalino del Este

A continuación se presentan los resultados obtenidos para la región agroecológica de Cristalino del Este. En el presente sitio de muestreo y en los meses de invierno y primavera los muestreos fueron realizados por otro técnico de Transferencia de Tecnología del SUL.

Como se observa en la figura 2.11 los ajustes (R^2) para las ecuaciones en las diferentes estaciones del año fueron altos. Sin embargo, para mantener el criterio de las diferencias fenológicas importantes de la primavera también se realizaron dos regresiones de primavera vegetativa y primavera reproductiva las mismas se muestran en la Figura 2.12 y Cuadro 2.8.

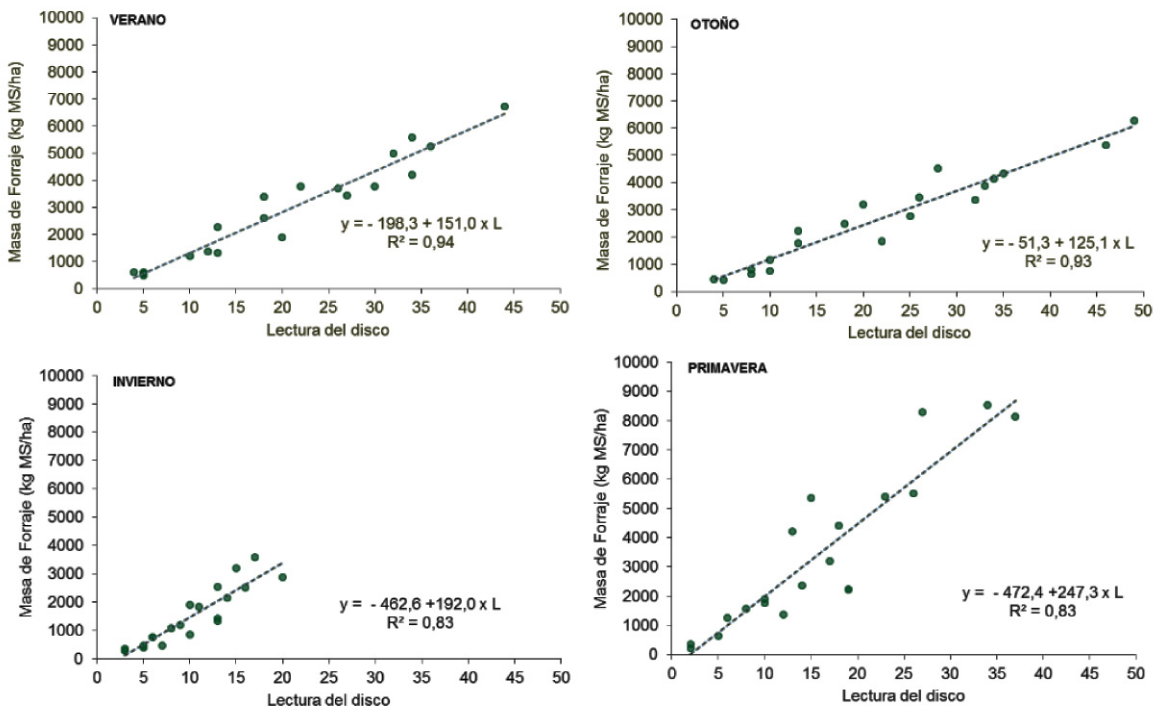


Figura 2.11. Regresiones lineales para verano, otoño, invierno y primavera. Cada punto representa la relación entre la biomasa obtenida por corte y la lectura del DMF para Cristalino del Este.

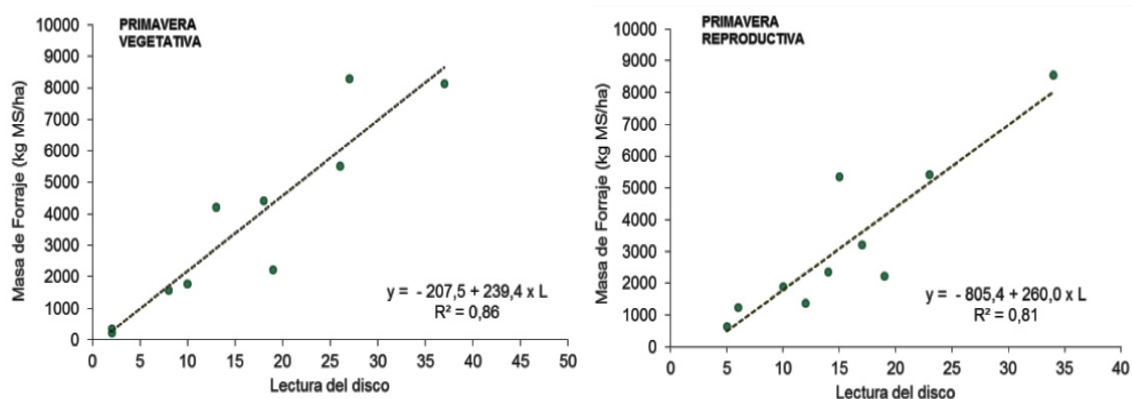


Figura 2.12. Regresión lineal para primavera crecimiento vegetativo y primavera floración. Cada punto representa la relación entre la biomasa obtenida por corte y la lectura del DMF para campo natural en suelos del Cristalino del Este.

Cuadro 2.8. Regresiones estacionales para estimación de forraje disponible según herramientas de muestreo para Cristalino del Este.

Regresiones estacionales para Disco Medidor de forraje (DMF)				
Estación	Regresión	R ²	n	Rango de lectura (cm)
Verano	$y = -198,3 + 151,0 \times L$	0,94	20	1 a 49
Otoño	$y = -51,3 + 125,1 \times L$	0,93	20	1 a 49
Invierno	$y = -462,6 + 192,0 \times L$	0,83	20	2 a 49
Primavera vegetativo	$y = -207,5 + 239,4 \times L$	0,86	10	1 a 49
Primavera floración	$y = -805,4 + 260,0 \times L$	0,81	10	3 a 49
Primavera	$y = -472,4 + 247,3 \times L$	0,83	20	1 a 49
Regresiones estacionales para Altura Regla graduada				
Estación	Regresión	R ²	n	Rango de lectura (cm)
Verano	$y = -383,8 + 232,5 \times a$	0,92	20	2 a 27
Otoño	$y = -2,7 + 204,7 \times a$	0,88	20	2 a 28
Invierno	$y = 638,0 + 338,5 \times a$	0,76	20	1,5 a 14
Primavera vegetativo	$y = -499,0 + 518 \times a$	0,90	10	1,5 a 18
Primavera floración	$y = -1493,0 + 387,7 \times a$	0,78	10	3 a 22
Primavera	$y = -357,8 + 376,5 \times a$	0,66	20	1,5 a 22

L: lectura promedio del disco, a: lectura promedio de la regla graduada.

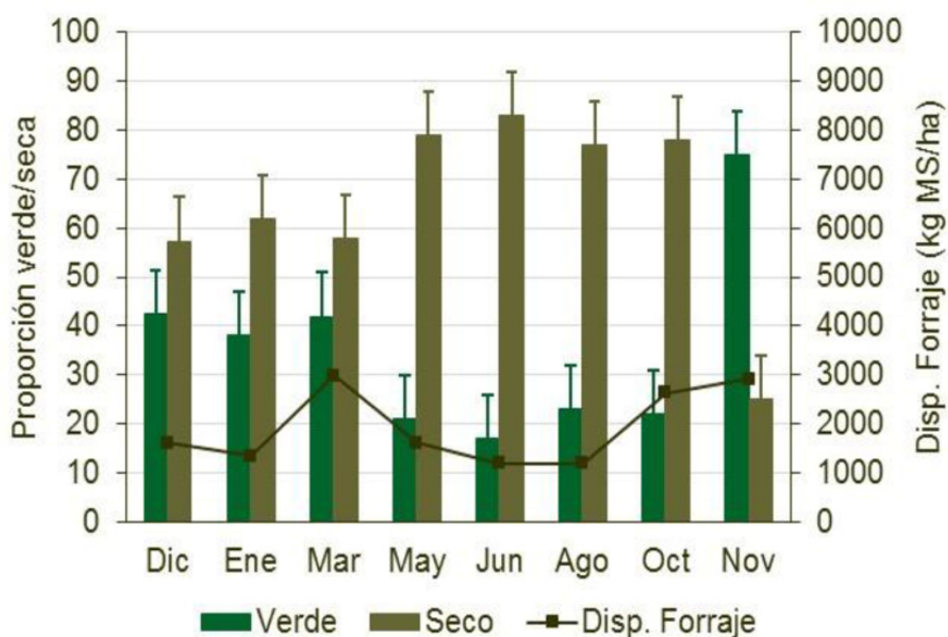


Figura 2.13. Relación del forraje verde con el forraje seco y evolución de la disponibilidad de forraje o fitomasa aérea en los muestreos sobre suelos de cristalino del Este.

Cuadro 2.9. Composición química promedio de las fracciones verdes y secas del campo Natural sobre Cristalino del Este.

Mes de muestreo	Material Verde			Material Seco		
	PC (% bs)	FDA (% bs)	EMe (Mcal/kg MS)	PC (% bs)	FDA (% bs)	EMe (Mcal/kg MS)
Diciembre	8,5±2,2	37,3±4,4	2,2±0,12	6,6±1,0	40,0±5,5	2,1±0,15
Enero	9,8±2,2	35,9±4,4	2,2±0,12	6,9±1,0	35,7±5,5	2,2±0,15
Marzo	9,6±2,2	38,5±4,4	2,1±0,12	6,2±1,0	39,9±5,5	2,1±0,15
Mayo	9,6±2,2	38,5±4,4	2,1±0,12	5,2±1,0	38,6±5,5	2,1±0,15
Julio	10,3±2,2	34,6±4,4	2,2±0,12	4,7±1,0	38,4±5,5	2,1±0,15
Agosto	17,2±2,2	31,6±4,4	2,3±0,12	7,9±1,0	38,3±5,5	2,1±0,15
Octubre	11,1±2,2	35,3±4,4	2,2±0,12	5,6±1,0	42,1±5,5	2,0±0,15
Noviembre	13,1±2,2	34,3±4,4	2,2±0,12	6,4±1,0	41,3±5,5	2,0±0,15

PC(% bs): proteína cruda en base seca, FDA (% bs): Fibra detergente ácido en base seca, EMe: Energía metabolizable estimada.

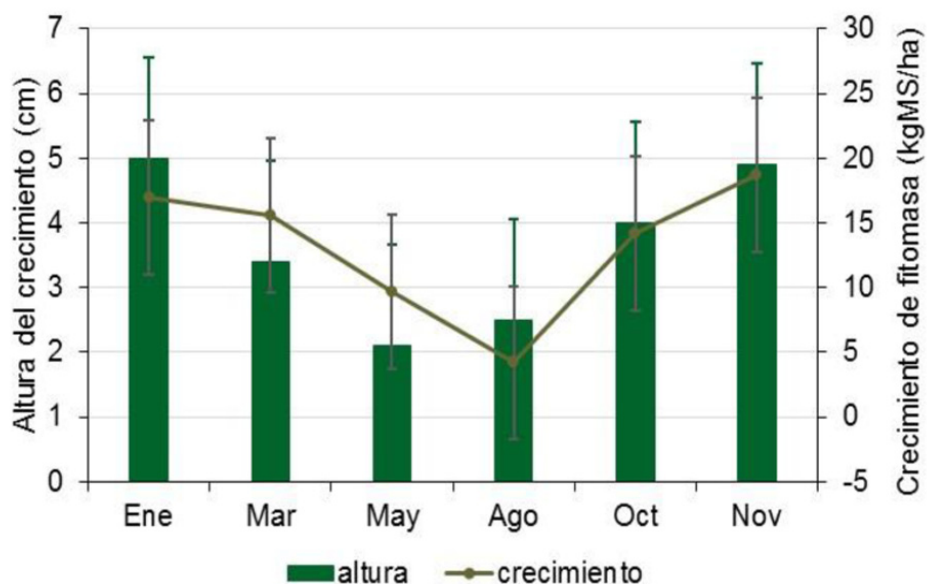


Figura 2.14. Crecimiento (kg MS/ha) y altura del crecimiento (cm) de la fitomasa aérea en suelos de Cristalino del Este.

Cuadro 2.10. Composición química del crecimiento de forraje del campo natural sobre Cristalino del Este.

Mes de muestreo	PC (% bs)	FDA (% bs)	EMe (Mcal/kg MS)
Enero	9,9 ± 0,9	34,5 ± 2,1	2,2 ± 0,06
Marzo	9,4 ± 0,9	33,2 ± 2,1	2,3 ± 0,06
Agosto	9,2 ± 0,9	34,8 ± 2,1	2,2 ± 0,06
Octubre	9,7 ± 0,9	35,2 ± 2,1	2,2 ± 0,06
Noviembre	11,8 ± 0,9	41,5 ± 2,1	2,0 ± 0,06

PC(% bs): proteína cruda en base seca, FDA (% bs): Fibra detergente ácido en base seca, EMe: Energía metabolizable estimada.

2.6.4. Lomadas del Este

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el sitio ubicado en suelos sobre Lomadas del este. Cabe destacar que para los sitios ubicados en Cristalino del Este, Lomadas del Este y cuenca sedimentaria del Noreste los muestreos fueron realizados por un único técnico.

Para este caso al separar las muestras de primavera se obtienen un peor ajuste de la regresión en primavera vegetativa respecto a lo que ocurría con los sitios anteriormente reportados (Figura 2.16).

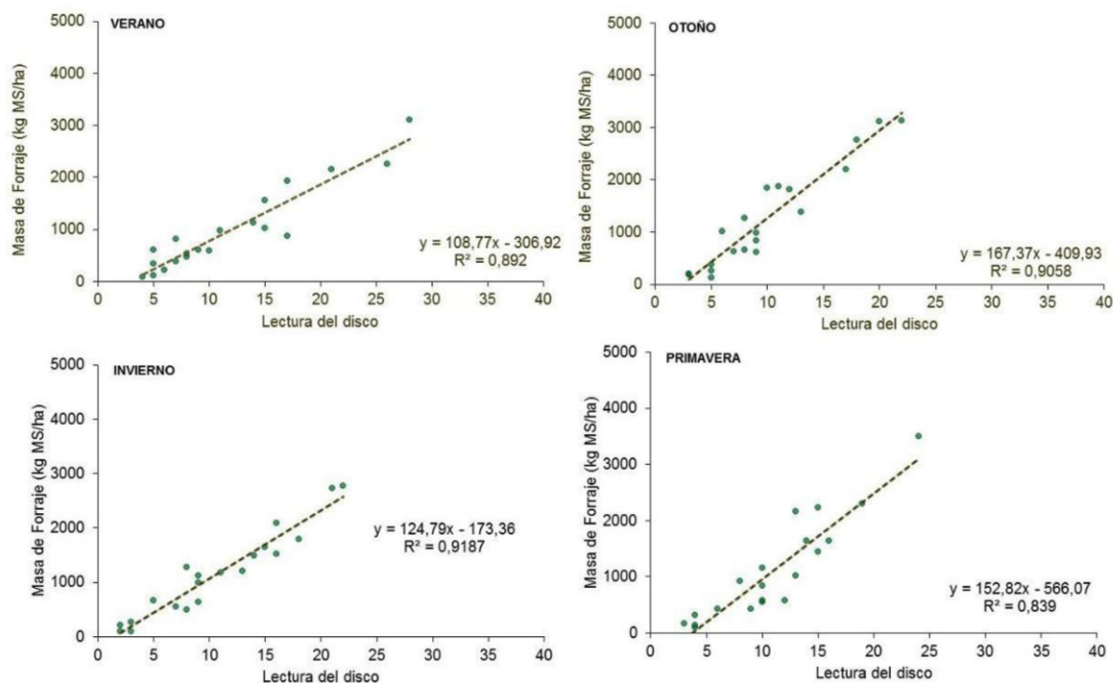


Figura 2.15. Regresiones lineales para verano, otoño, invierno y primavera. Cada punto representa la relación entre la biomasa obtenida por corte y la lectura del DMF para campo natural sobre suelos de Lomadas del Este.

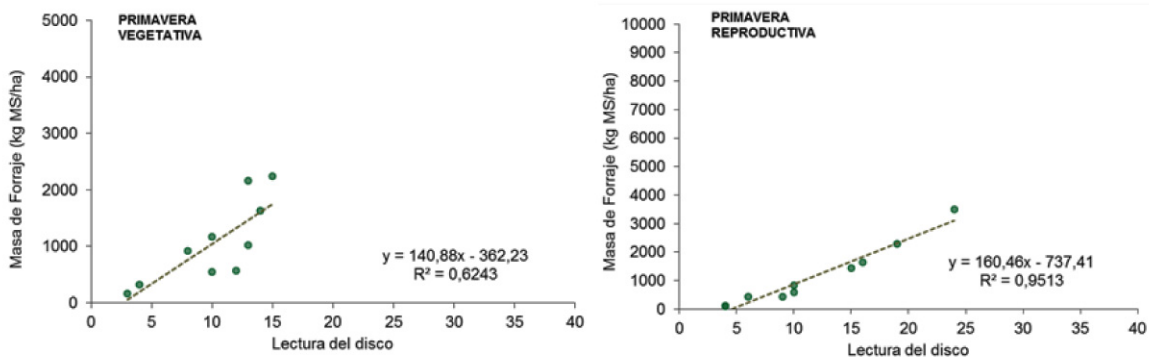


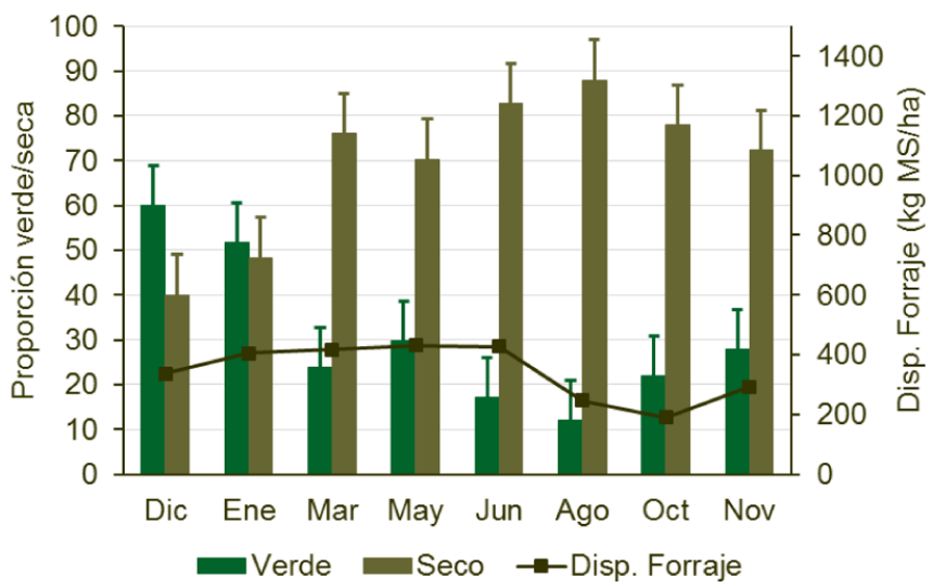
Figura 2.16. Regresión lineal para primavera crecimiento vegetativo y primavera floración. Cada punto representa la relación entre la biomasa obtenida por corte y la lectura del DMF para campo natural sobre Lomadas del Este.

Cuadro 2.11. Regresiones estacionales para estimación de forraje disponible según herramientas de muestreo para lomadas del Este.

Regresiones estacionales para Disco Medidor de forraje (DMF)				
Estación	Regresión	R ²	n	Rango de lectura (cm)
Verano	$Y=-306,9+108,8 \times L$	0,89	20	3 a 28
Otoño	$Y=-409,9+167,4 \times L$	0,90	20	2 a 28
Invierno	$Y=-173,4+124,8 \times L$	0,92	20	1 a 28
Primavera vegetativo	$Y=-362,2+140,9 \times L$	0,58	10	3 a 28
Primavera floración	$Y=-737,4+160,5 \times L$	0,95	10	5 a 28
Primavera	$Y=-566,1+152,8 \times L$	0,83	20	3 a 28

Regresiones estacionales para Altura Regla graduada				
Estación	Regresión	R ²	n	Rango de lectura (cm)
Verano	$Y=-126,4+198,9 \times a$	0,74	20	2 a 15
Otoño	$Y=-446,4 + 308,1 \times a$	0,84	20	1,5 a 11
Invierno	$Y=-235,8 + 215,8 \times a$	0,98	20	1,5 a 14
Primavera vegetativo	$Y=- 804,6 + 350,2 \times a$	0,94	10	2,3 a 8,3
Primavera floración	$Y=-781,9 + 263,3 \times a$	0,94	10	3 a 15
Primavera	$Y=-527,5 + 258,1 \times a$	0,86	20	2,3 a 15

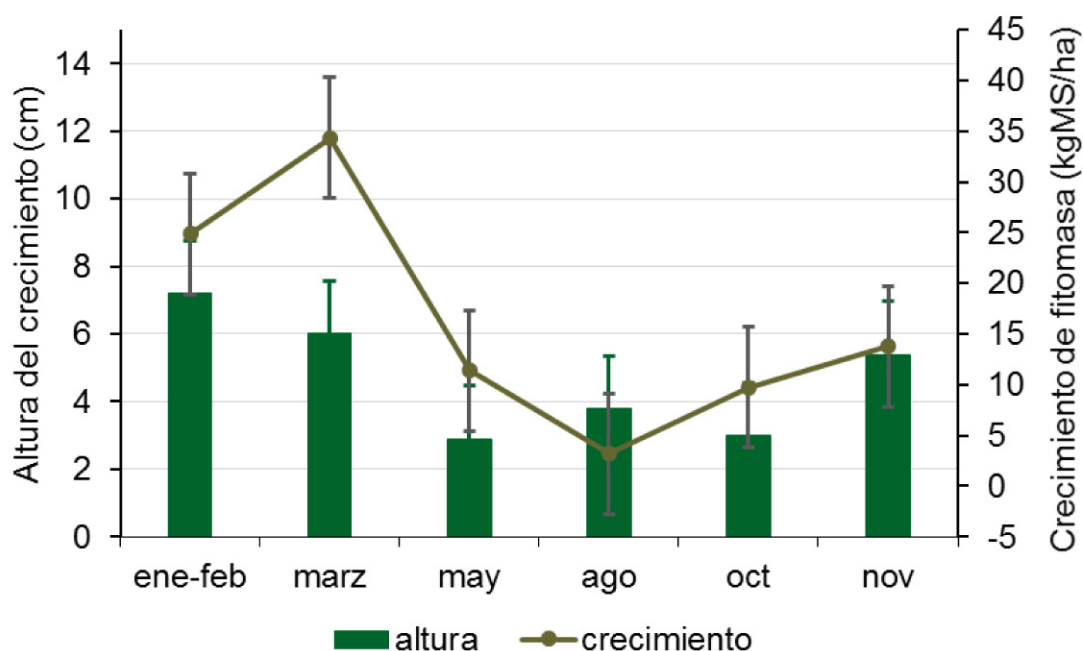
L: lectura promedio del disco, a: lectura promedio de la regla graduada.

**Figura 2.17.** Relación del forraje verde con el forraje seco y evolución de la disponibilidad de forraje o fitomasa aérea en los muestreos de campo natural sobre suelos de lomadas del Este.

Cuadro 2.12. Composición química promedio de las fracciones verdes y secas del campo natural sobre suelos de lomada del Este.

Mes de muestreo	Material Verde			Material Seco		
	PC (% bs)	FDA (% bs)	Eme (Mcal/kg MS)	PC (% bs)	FDA (% bs)	Eme (Mcal/kg MS)
Diciembre	10,7±2,2	38,1±4,4	2,1±0,12	8,4±1,0	39,9±5,5	2,1±0,2
Enero	11,0±2,2	40,2±4,4	2,1±0,12	10,0±1,0	39,8±5,5	2,1±0,2
Marzo	7,9±2,2	39,0±4,4	2,1±0,12	6,3±1,0	42,0±5,5	2,0±0,2
Mayo	7,9±2,2	40,0±4,4	2,1±0,12	4,3±1,0	42,0±5,5	2,0±0,2
Julio	10,5±2,2	36,4±4,4	2,2±0,12	5,2±1,0	39,4±5,5	2,1±0,2
Agosto	10,8±2,2	39,1±4,4	2,1±0,12	6,4±1,0	37,3±5,5	2,2±0,2
Octubre	13,0±2,2	37,0±4,4	2,2±0,12	6,0±1,0	46,2±5,5	1,9±0,2
Noviembre	11,4±2,2	34,3±4,4	2,2±0,12	6,0±1,0	41,9±5,5	2,0±0,2

PC(% bs): proteína cruda en base seca, FDA (% bs): Fibra detergente ácido en base seca, EMe: Energía metabolizable estimada.

**Figura 2.18.** Crecimiento (kg MS/ha) y altura del crecimiento (cm) de la fitomasa aérea de campo natural en suelos de Lomadas del Este.

Cuadro 2.13. Composición química del crecimiento de forraje del campo natural sobre suelos de lomada del Este.

Mes de muestreo	PC (% bs)	FDA (% bs)	EMe (Mcal/kg MS)
Enero	12,4 ± 0,9	39,1 ± 2,1	2,1 ± 0,06
Marzo	10,0 ± 0,9	34,4 ± 2,1	2,2 ± 0,06
Mayo	7,3 ± 0,9	33,9 ± 2,1	2,3 ± 0,06
Agosto	14,3 ± 0,9	31,2 ± 2,1	2,3 ± 0,06
Octubre	13,0 ± 0,9	25,7 ± 2,1	2,5 ± 0,06
Noviembre	15,2 ± 0,9	39,2 ± 2,1	2,1 ± 0,06

PC(% bs): proteína cruda en base seca, FDA (% bs): Fibra detergente ácido en base seca, EMe: Energía metabolizable estimada.

2.6.5. Cuenca Sedimentaria del Noreste

Por último, en las Figuras 2.19, 2.20, 2.21 y 2.22 y en los Cuadros 2.14, 2.15 y 2.16 se

presentan los resultados obtenidos en los muestreos realizados en campo natural ubicados sobre suelos de la cuenca sedimentaria del Noreste

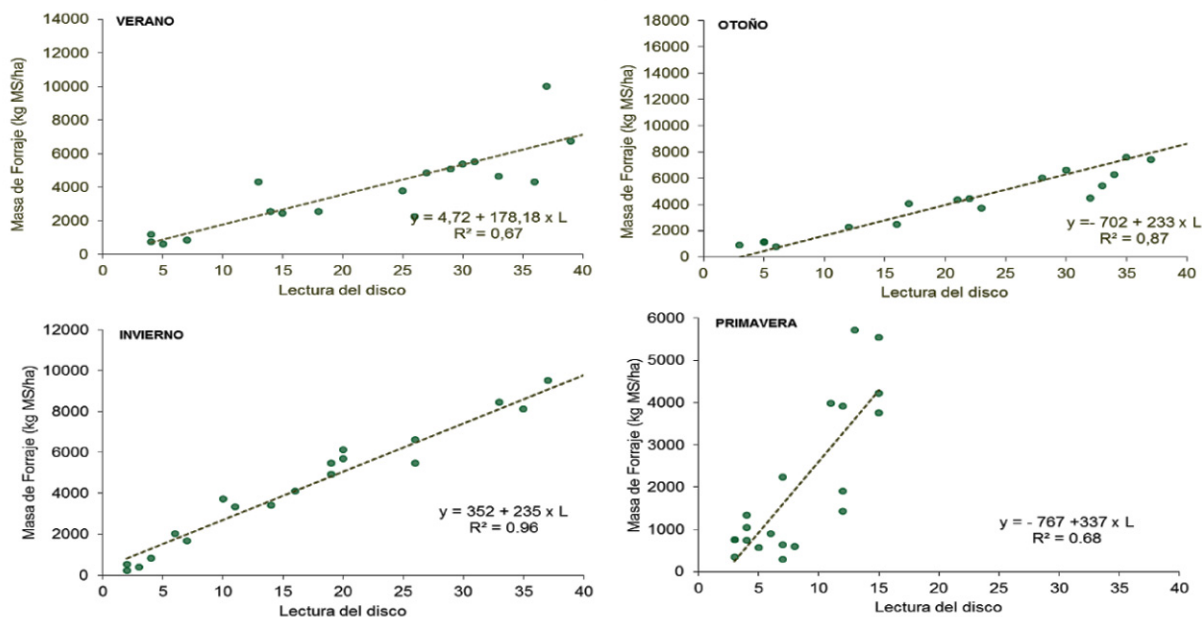


Figura 2.19. Regresiones lineales para verano, otoño, invierno y primavera. Cada punto representa la relación entre la biomasa obtenida por corte y la lectura del DMF para campo natural sobre suelos de la Cuenca sedimentaria del Noreste.

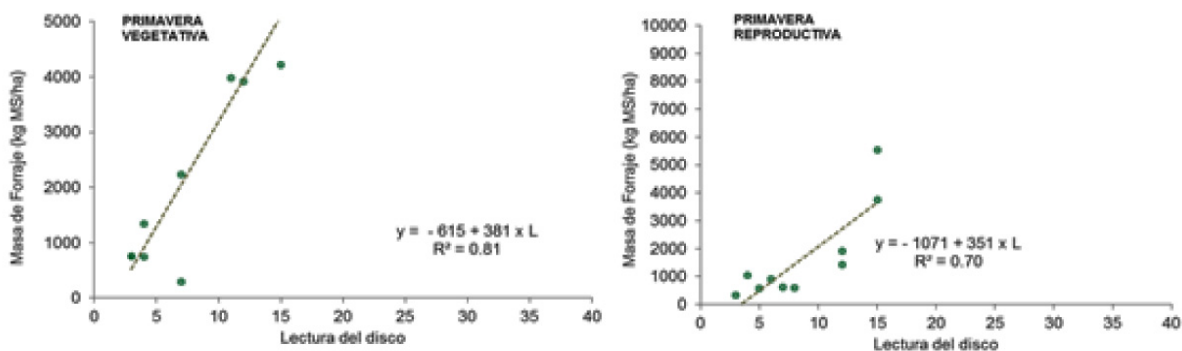


Figura 2.20. Regresión lineal para primavera crecimiento vegetativo y primavera floración. Cada punto representa la relación entre la biomasa obtenida por corte y la lectura del DMF para campo natural sobre la cuenca sedimentaria del Noreste.

Cuadro 2.14. Regresiones estacionales para estimación de forraje disponible según herramientas de muestreo para la cuenca sedimentaria del Noreste.

Regresiones estacionales para Disco Medidor de forraje (DMF)				
Estación	Regresión	R ²	n	Rango de lectura (cm)
Verano	y= -4,7 + 178,2 x L	0,67	20	1 a 54
Otoño	y= -702,4 + 617,3 x L	0,87	20	3 a 54
Invierno	y= 352,1 + 235,4 x L	0,96	20	1 a 54
Primavera vegetativo	y= -615,2 + 381,1 x L	0,81	10	2 a 54
Primavera floración	y= -1071,0 + 315,2 x L	0,70	10	3 a 54
Primavera	y= -767,4 + 337,4 x L	0,68	20	2 a 54
Regresiones estacionales para Altura Regla graduada				
Estación	Regresión	R ²	n	Rango de lectura (cm)
Verano	y= 155,5 + 230,7 x a	0,82	20	2 a 45
Otoño	y=-343,7 + 281,3 x a	0,94	20	2 a 50
Invierno	y= 560,6 + 268,7 x a	0,90	20	1,5 a 37
Primavera vegetativa	y=-694,7 + 452,2 x a	0,70	10	2 a 12
Primavera floración	y=-950,6 + 338,3 x a	0,72	10	3 a 15
Primavera	y= -645,2 + 367,3 x a	0,61	20	2 a 15

L: lectura promedio del disco, a: lectura promedio de la regla graduada.

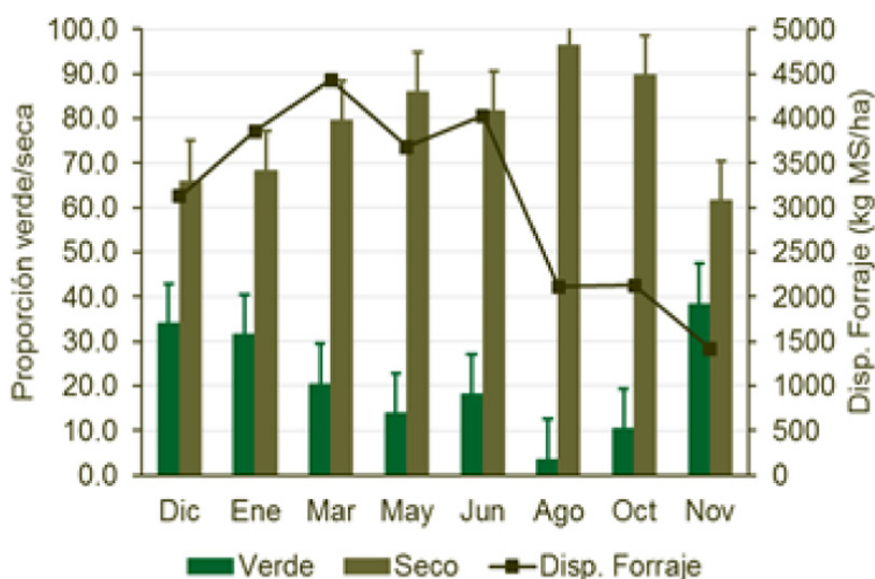


Figura 2.21. Relación del forraje verde con el forraje seco y evolución de la disponibilidad de forraje o fitomasa aérea en los muestreos de campo natural sobre suelos de la cuenca sedimentaria del Noreste.

Cuadro 2.15. Composición química promedio de las fracciones verdes y secas del campo natural sobre suelos de la cuenca sedimentaria del Noreste.

Mes de muestreo	Material Verde			Material Seco		
	PC (% bs)	FDA (% bs)	Eme (Mcal/kg MS)	PC (% bs)	FDA (% bs)	Eme (Mcal/kg MS)
Diciembre	9,2±2,2	38,0±4,4	2,1±0,12	8,5±1,0	40,97±5,5	2,1±0,2
Enero	8,2±2,2	41,6±4,4	2,0±0,12	6,2±1,0	40,4±5,5	2,1±0,2
Marzo	8,4±2,2	35,8±4,4	2,2±0,12	5,5±1,0	41,15,5	2,1±0,2
Mayo	8,4±2,2	35,8±4,4	2,2±0,12	4,6±1,0	39,8±5,5	2,1±0,2
Julio	9,2±2,2	34,6±4,4	2,2±0,12	5,1±1,0	31,3±5,5	2,3±0,2
Agosto	7,9±2,2	S/M	.	6,1±1,0	37,5±5,5	2,2±0,2
Octubre	13,1±2,2	32,9±4,4	2,3±0,12	6,6±1,0	34,9±5,5	2,2±0,2
Noviembre	13,1±2,2	36,2±4,4	2,3±0,12	8,1±1,4	37,7±5,5	2,1±0,2

S/M: sin muestra suficiente para analizar en el laboratorio. PC(% bs): proteína cruda en base seca, FDA (% bs): Fibra detergente ácido en base seca, EMe: Energía metabolizable estimada

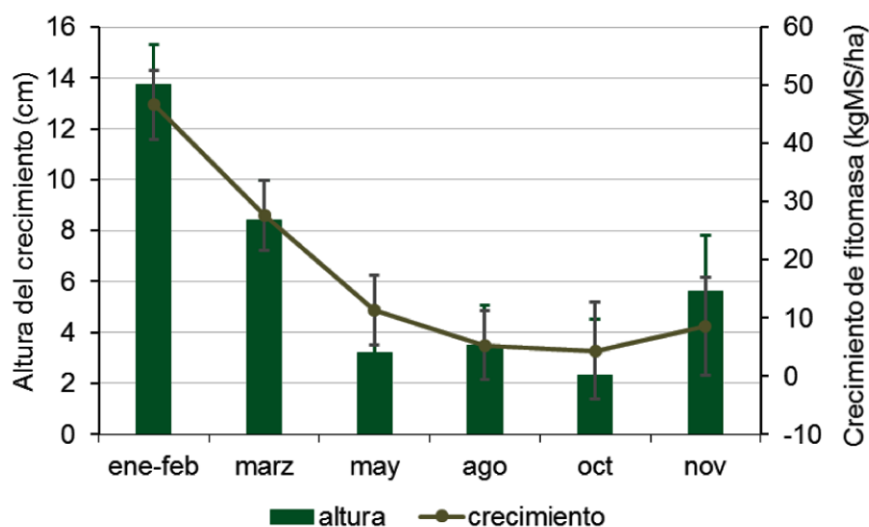


Figura 2.22. Crecimiento (kg MS/ha) y altura del crecimiento (cm) de la fitomasa aérea de campo natural en suelos de la cuenca sedimentaria del Noreste.

Cuadro 2.16. Composición química del crecimiento de forraje del campo natural sobre suelos de la cuenca sedimentaria del Noreste.

Mes de muestreo	PC (% bs)	FDA (% bs)	EMe (Mcal/kg MS)
Enero	9,2 ± 0,9	38,5 ± 2,1	2,1 ± 0,06
Marzo	11,2 ± 0,9	36,2 ± 2,1	2,2 ± 0,06
Mayo	9,8 ± 0,9	33,3 ± 2,1	2,3 ± 0,06
Agosto	12,7 ± 1,3	31,9 ± 2,9	2,3 ± 0,08
Octubre	13,8 ± 1,3	26,2 ± 2,9	2,5 ± 0,08
Noviembre	16,1 ± 0,9	41,2 ± 2,1	2,0 ± 0,06

PC (% bs): proteína cruda en base seca, FDA (% bs): Fibra detergente ácido en base seca, EMe: Energía metabolizable estimada.

2.7. CONSIDERACIONES FINALES

Las regresiones tuvieron un buen ajuste o ajustes aceptables si las comparamos con regresiones publicadas a nivel nacional (Pravia et al, 2013). Sin embargo, se deben tener en cuenta tres aspectos:

- El tipo de pasturas que se intentaron calibrar eran distintas a este trabajo a las de este trabajo y el disco también.
- En cada punto de muestreo se realizaron solamente dos cortes con lo cual se hace más sencillo ajustar una recta. La decisión en realizar solamente dos cortes por escala de muestreo fue evaluada mediante la relación costo/beneficio al incrementar el número de muestras tomadas.

- Estas regresiones se realizaron con el muestreo de solo un año por lo cual sería interesante poder repetir el trabajo en diferentes años y realizar ajustes en función de las condiciones climáticas para así generar predicciones más robustas.

También se obtuvieron datos de proteína cruda y fibra detergente ácido que varían entre fechas de muestreos. Sin embargo, si se compara entre los diferentes sitios de muestreos esa variación no es tan importante.

Por lo tanto, la utilización del disco o la altura permiten una mejor planificación de la alimentación de los animales como insumo para la toma de decisión respecto a qué tipo y qué niveles de alimentos se van a necesitar en los diferentes ciclos productivos de los establecimientos

2.8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAGA, G.J.; SILVEIRA, C.G.; RODRIGUES, V.; DE CERQUEIRA, P.H.; MARCHESIN, W.A.; BARROS, F. 2009. Quantificação da massa de forragem em pastos de capim marandu sob lotação rotativa como uso de métodos indiretos. *Scientia Agrícola* 66 (1): 127-131.
- MANNETJE, L. 2000. Measuring biomass of grassland vegetation. En: Mannelje, L. 't.; Jones, R. M. (eds.). *Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research*. Wallingford, UK: CABI Publishing, 151-177.
- MILLOT, J.G.; RISSO, D.; METHOL, R. 1987. Relevamiento de Pasturas Naturales y Mejoramientos Extensivos en Áreas Ganaderas del Uruguay. Informe Técnico Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Montevideo.
- MONTOSSI, F.; PRAVIA, M.I.; DIGHIRO, A.; PORCILE, V. GUTIÉRREZ, D.; DE BARBIERI, I. 2013. Estimación indirecta de la cantidad de forraje para una mejor gestión de nuestras pasturas. *Revista INIA*. N° 34. 25-29pp
- PRAVIA, M.I.; MONTOSSI, F.; GUTIÉRREZ, D.; AYALA, W.; ANDREGNETTE, B.; INVERNIZZI, G.; PORCILE, V. 2013. Estimación de la disponibilidad de pasturas y forrajes en predios de Giprocar II: ajuste del «Rising Plate Meter» para las condiciones de Uruguay Montossi F. (ed.). Serie Técnica 211, INIA, Montevideo, Uruguay, pp. 31-62.
- URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. 2016. Censo general agropecuario 2011. (en línea). Montevideo. Consultado 2 de julio de 2017. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2020-02/censo2011.pdf>

INIA Dirección Nacional
Avenida Italia 6201,
Ed. Los Guayabos,
Parque Tecnológico LATU.
Montevideo
Tel.: 2605 6021
inia@inia.org.uy

INIA La Estanzuela
Ruta 50, Km 11
Colonia
Tel.: 598 4574 8000
Fax: 598 4574 8012
iniale@le.inia.org.uy

INIA Las Brujas
Ruta 48, Km 10
Canelones
Tel.: 598 2367 7641
Fax: 598 2367 7609
inia_lb@lb.inia.org.uy

INIA Salto Grande
Camino al Terrible
Salto
Tel.: 598 4733 5156
Fax: 598 4732 9624
inia_sg@sg.inia.org.uy

INIA Tacuarembó
Ruta 5, Km 386
Tacuarembó
Tel.: 598 4632 2407
Fax: 598 4632 3969
iniatbo@tb.inia.org.uy

INIA Treinta y Tres
Ruta 8, Km 281
Treinta y Tres
Tel.: 598 4452 2023
Fax: 598 4452 5701
iniatt@tyt.inia.org.uy

www.inia.uy