

TRABAJO FINAL DE GRADUACION

TASA DE CONSUMO DE CORTO PLAZO COMO VARIABLE PREDICTIVA DE CALIDAD NUTRITIVA EN VERDEOS INVERNALES.

Autores:

- **García, María Victoria**
- **Romano, Franco David**

Director:

- **STRITZLER, Néstor**

Co-Director:

- **INGENTRON, Federico Matías**

2015

**Facultad de Agronomía
Universidad Nacional de La Pampa**

INDICE:

Resumen.....Pág. 3

Introducción.....Pág. 5

Hipótesis y Objetivos.....Pág. 11

Materiales y Métodos.....Pág. 12

Resultados y Discusión.....Pág. 19

Conclusión.....Pág. 27

Agradecimientos.....Pág. 28

Bibliografía.....Pág. 29

RESUMEN

Los verdes invernales son recursos forrajeros valiosos que, en general, poseen características favorables de adaptabilidad a la Región Pampeana Semiárida. Su costo de implantación elevado hace importante conocer con exactitud su potencial cualitativo para planificar su uso de manera eficiente. La técnica de Tasa de Consumo de Corto Plazo (TCCP) podría ser una posible herramienta para predecir de manera indirecta variables de calidad nutritiva en forrajes, de una manera sencilla. El objetivo de este trabajo fue determinar el grado de precisión de la técnica de TCCP en la predicción de variables tales como Consumo Voluntario de Materia Seca (CVMS), Digestibilidad de la Materia Seca (DMS), Consumo Voluntario de Materia Seca Digestible (CVMSD) y Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca (DIVMS) de verdes invernales en estado vegetativo. Para ello se utilizaron cuatro verdes invernales: Trigo (*Triticum aestivum* cv. Onix), Centeno (*Secale cereale* cv. Don Ewald INTA), Triticale (*xTriticosecale* cv. Don Santiago INTA) y Avena (*Avena sativa* cv. Violeta). La siembra de los verdes fue simultánea, a mediados del mes de marzo y las evaluaciones se realizaron entre mediados de junio y mediados de julio. Se utilizaron ovinos, machos enteros jóvenes, alojados en galpón, para la medición de todas las variables (n=6). Para determinar el CVMS, los animales fueron alimentados *ad libitum*, con un excedente aproximado del 20%. El forraje fue ofrecido dos veces al día, mitad a la mañana y mitad a la tarde, sin suplementación. El consumo de MS fue medido a través de diferencia de peso en MS entre el alimento ofrecido y rechazado. La DMS fue determinada a través del método de colección total de heces. En el laboratorio se realizó la determinación de DIVMS. Para determinar TCCP, los animales permanecieron bajo una dieta base de heno de alfalfa de alto valor nutritivo, a un nivel de alimentación equivalente al necesario para mantenimiento, durante un período de 7 días, posterior a un período de acostumbramiento. Para esto, la totalidad de la ración diaria se ofreció una sola vez por día. Luego de un período de ayuno de 4 horas, se procedió a la medición de la TCCP sobre cada uno de los verdes a evaluar, en forma independiente,

ofreciéndole una cantidad preestablecida del mismo. Un observador por animal midió 4 minutos de activo consumo mediante el uso de un cronómetro. La cantidad de MS consumida también fue calculada por diferencia entre la MS ofrecida y la rechazada. Los valores medios de CVMS, DMS, CVMSD, DIVMS y TCCP fueron relacionados mediante un análisis de regresión lineal. El coeficiente de correlación obtenido fue utilizado para determinar el grado de asociación entre ambas variables y su precisión en la predicción de las variables de calidad nutritiva. Avena presentó el mayor valor de CVMS (101,7 g MS/Kg PV^{0.75}/día), en tanto que Centeno fue el menor (73,9 g MS/Kg PV^{0.75}/día). Trigo resultó con el mayor valor promedio de DMS (577,2 g/Kg MS), y Triticale (454 g/Kg MS) el menor. En cuanto a DIVMS Triticale presentó el mayor valor (70,3%), resultando Avena (63,7%) el inferior. Ésta obtuvo el mayor valor promedio (23,3 g MS/50 Kg PV/min) de TCCP, seguido por Triticale (19,5 g MS/50 Kg PV/min), Trigo (15,9 g MS/50 Kg PV/min) y Centeno (12,7 g MS/50 Kg PV/min). La variable TCCP presentó una relación lineal muy fuerte con CVMS en función del PV, con un $R^2 = 0,95$ (p-valor=0.04) y en función del PV^{0.75}, con un $R^2 = 0,97$ (p-valor=0.03). No se encontró relación significativa entre los valores de TCCP y DMS, como tampoco entre TCCP y DIVMS. La DMS tuvo una fuerte influencia, lo que provocó una relación no significativa entre la TCCP y el CVMSD tanto en función del PV como del PV^{0.75}. Los resultados demuestran que en los forrajes evaluados, el CVMS puede ser predicho con una razonable precisión a través de la medición de la TCCP. La técnica de TCCP es relativamente sencilla, requiere limitado equipamiento y pequeñas cantidades del forraje a evaluar, esto la hace interesante para comparar y jerarquizar forrajes en programas de mejoramiento de especies forrajeras.

Palabras clave: consumo voluntario, calidad nutritiva, digestibilidad, correlación, tasa de consumo.

INTRODUCCIÓN

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA: MARCO GENERAL

El presente de la ganadería vacuna en Argentina es consecuencia de diversos procesos, que pueden ser entendidos como la evolución propia de una actividad económica. Uno de estos procesos de cambio ha sido la relocalización de la producción, no sólo a nivel predial, sino también a nivel regional. Esta situación tiene como origen principal el avance que la agricultura ha tenido en gran parte de las áreas productivas del país, desplazando así las actividades pecuarias hacia zonas ecológicamente más frágiles (Rearte, 2011).

Las regiones semiáridas son ambientes de transición, con promedios de precipitaciones intermedios entre las regiones áridas y sub-húmedas, pero sin embargo, dichos promedios suelen ser una pobre expresión de la realidad, compuesta, de manera no previsible, por años húmedos y años secos. Durante los períodos lluviosos, los productores tienden a aumentar la carga animal, mientras que en los períodos secos la misma no se reduce con igual velocidad y magnitud. Este proceso conduce, inexorablemente, a una sobrecarga de los potreros, generando así un evidente sobrepastoreo (Stritzler *et al.*, 2007).

La siembra e implantación de cultivos invernales, mayoritariamente avena, centeno, triticale y trigo doble propósito, destinados al pastoreo, continúan siendo una herramienta de suma importancia en los sistemas ganaderos, a los efectos de cubrir el déficit forrajero producido en el invierno. Debido a su alta producción estacional, aparecen como recursos aptos para complementarse dentro de las cadenas forrajeras con las pasturas permanentes, dándole estabilidad a la producción de forraje durante todo el año (Kloster y Amigone, 2005; Amigone *et al.*, 2008). Los planteos de tambo y de invernada requieren de la inclusión de estas especies dentro de la oferta forrajera para mantener altos niveles de producción, aun en la época invernal.

El centeno se caracteriza por su rusticidad, que le brinda una excelente adaptación a condiciones de sequía, bajas temperaturas y suelos livianos. Estas características hacen que sea una especie de gran valor en las condiciones de producción mencionadas. Como desventaja podemos mencionar que cuando el cultivo alcanza el estado reproductivo disminuye notoriamente la digestibilidad del forraje (Moreyra *et al.*, 2014).

El triticale (*x Triticosecale Wittmack*) es un genotipo sintético, producto del cruzamiento de trigo con centeno. Adquiere mayor importancia en las zonas sub-húmedas y semiáridas debido a su rusticidad, semejante al centeno, pero con una mejor calidad de forraje (Amigone *et al.*, 2008).

La avena es uno de los cultivos forrajeros invernales de mayor difusión en la región y en el país. Resulta muy plástica en su utilización dado que produce biomasa aérea desde mayo hasta noviembre, cuando se encuentra panojada y granada, sin disminuir la calidad del forraje; en este estado las avenas granadas poseen una alta calidad, debido a un adecuado balance de nutrientes que se traduce en altas ganancias diarias de peso (Moreyra *et al.*, 2014).

El cultivo de trigo como productor de pasto durante el invierno, y posteriormente, de granos, se conoce como doble propósito. Su incorporación en la cadena forrajera permite reemplazar a la avena y el centeno que suelen mostrar pérdidas importantes en calidad y/o cantidad de forraje a causa de enfermedades y heladas en diferentes etapas del ciclo de cultivo. Algunas de las características ventajosas que presenta el trigo doble propósito son: facilidad de implantación, gran plasticidad en la época de siembra y excelente reacción luego del pastoreo directo (Bainotti *et al.*, 2002)

Estos cultivos presentan condiciones favorables para su adaptación a la Región Pampeana Semiárida, además de su alto valor nutritivo, pero su costo de implantación es elevado. Esto provoca que sean económicamente viables, sólo cuando son utilizados con categorías

animales de altos requerimientos, y de una forma adecuada. De esta manera, sería importante conocer con exactitud el valor nutritivo de estos forrajes, y fundamentalmente, el consumo voluntario de materia seca (CVMS) que los animales pueden alcanzar sobre estos recursos alimentarios, para poder lograr una planificación adecuada de la superficie anual a sembrar y pastorear.

DIFICULTADES PARA EVALUAR EL POTENCIAL DE UN RECURSO FORRAJERO

La respuesta productiva de un animal está influenciada por la interacción entre diversos factores tales como: potencial genético, estado fisiológico y sanitario del animal, valor nutritivo y nivel de consumo del alimento suministrado, y restricciones medio-ambientales (incluida la acción antrópica). De los factores mencionados, los aspectos relativos a la nutrición son probablemente los que presentan mayor variabilidad y dificultades en su control, y por lo tanto mayor influencia en la respuesta productiva.

En general, la calidad del forraje ha sido evaluada únicamente en función de su valor nutritivo, asumiendo que el mismo se encuentra libremente disponible, sin considerar que el CVMS es el factor más importante que afecta la respuesta productiva del animal. Del total de la variación en el consumo de materia seca digestible (CMSD) en rumiantes alimentados con forraje, el 60 al 90% está explicada por diferencias en el CVMS, mientras que sólo el 10 al 40% puede considerarse como relacionado a diferencias en la digestibilidad del mismo (Fahey *et al.*, 1994). De esta manera, el CVMS puede generar el doble de variabilidad en el CMSD que la digestibilidad de la materia seca (DMS). Por lo tanto, el CVMS puede ser considerado como el factor más importante en la determinación de la respuesta productiva animal (Fahey *et al.*, 1994). Es debido a estas consideraciones que, para la caracterización de un forraje, se

ha optado por un término global que incluya, no sólo el valor nutritivo, sino también el nivel de consumo que puede alcanzarse con el mismo, refiriéndose así a la “calidad nutritiva”.

Sin embargo, una de las mayores dificultades en la predicción de la calidad nutritiva de un forraje es justamente la medición de su consumo potencial (también llamado consumo voluntario). El consumo potencial dietario es una función de las características del animal, de las propiedades intrínsecas del alimento y de atributos relacionados a la situación de alimentación. Así, el número y complejidad de factores interactuando pueden hacer que la medición del consumo voluntario de un forraje sea dificultosa tanto de lograr como de interpretar (Fahey *et al.*, 1994).

Debido a que la medición directa del CVMS y de la DMS de un forraje involucra ensayos que requieren de períodos prolongados de observaciones, son costosos y necesitan gran cantidad de material dietario para poder realizarlos (Ferri *et al.*, 1998), métodos alternativos han sido y siguen siendo considerados. Estos métodos deberían ser capaces de predecir ambas variables (CVMS y DMS) simultáneamente (Decruyenaere *et al.*, 2009). Durante varias décadas, se han desarrollado y probado métodos indirectos para la estimación de estas variables (Burns, 2008), evaluándose modelos predictivos para tal fin (Hackmann y Spain, 2010). De acuerdo a lo propuesto por Faverdin *et al.* (1995), los métodos indirectos para predecir CVMS, DMS, y por lo tanto el CMSD, deben estar basados en técnicas simples. En este contexto, la utilización de la técnica denominada Tasa de Consumo de Corto Plazo (TCCP) parece cumplir con tales condiciones. Harrison *et al.* (1998), definieron la TCCP como la cantidad de MS consumida por los animales durante un intervalo de tiempo de 4 minutos, luego de un período de ayuno de 4 horas. Harrison *et al.*, (1998) y Romney y Gill (1998) encontraron una estrecha relación entre la TCCP y parámetros de calidad nutritiva medidos *in vivo*.

Como principales ventajas de esta técnica se pueden mencionar el limitado equipamiento y las pequeñas cantidades de forraje requeridas. En un estudio preliminar, Ferri *et al.* (2000) midieron la TCCP a diferentes niveles de oferta de *Panicum virgatum* y estimaron la precisión de la técnica a medida que se incrementó el número de días de observación. Estos autores demostraron que las mediciones de la TCCP con la metodología utilizada, deben ser realizadas con niveles de asignación de forraje equivalentes, al menos, a 1,5 veces el requerimiento diario de energía metabolizable para mantenimiento, como mínimo durante 4 días utilizando 4 animales experimentales. Ellos también encontraron que, incluso cuando a los animales se les ofrece dietas de baja calidad, un período de 4 horas de ayuno es suficiente para realizar la medición de la TCCP sin tener disturbios ocasionados por el llenado ruminal. Estos autores concluyeron que la técnica de TCCP parece ser una herramienta valiosa para predecir CVMS, DMS y el CVMSD de forraje de gramíneas megatérmicas, y que es necesario profundizar en la investigación para confirmar que el uso de esta técnica permitiría predecir el valor nutricional de otros alimentos utilizados en ganadería.

En otro estudio, Stritzler *et al.* (datos sin publicar), midieron la TCCP de cuatro gramíneas estivales perennes (*Panicum coloratum*, *Panicum virgatum*, *Digitaria eriantha* y *Eragrostis superba*) aplicando la misma metodología utilizada por Ferri *et al.* (2000) y la relacionaron con los valores obtenidos de CVMS, DMS y CVMSD. Dichos autores concluyeron que bajo las condiciones en que fueron desarrollados los ensayos, la TCCP resultaría en una predicción de buena precisión para DMS, CVMS y CVMSD del forraje de gramíneas estivales perennes, sugiriendo que la técnica puede ser útil como método preliminar para evaluar especies y cultivares.

En los trabajos mencionados, la medición de la TCCP fue realizada a continuación de la determinación de CVMS y DMS del recurso a evaluar, en el mismo ensayo de alimentación,

por lo que la dieta base a la que era sometido el animal para la medición era del mismo recurso forrajero a evaluar. Tal arreglo experimental puede generar inconvenientes prácticos, ya que si fuese necesaria la evaluación de varios forrajes simultáneamente, esta técnica consumiría demasiado tiempo o serían necesarios muchos animales.

En el presente estudio se propuso evaluar el comportamiento de la TCCP como variable predictora de la calidad nutricional de forrajes, utilizando un protocolo de medición con modificaciones metodológicas. Se utilizó una única dieta base para la medición de la TCCP, independientemente del recurso a evaluar. Es decir que la evaluación de todos los forrajes elegidos se realizó sometiendo a los animales a una misma dieta base, heno de alfalfa de alto valor nutritivo. Esta metodología permitió la evaluación de varios recursos en forma sucesiva, sin que deban realizarse ensayos diferentes para cada uno. Otra ventaja que ofrece esta modificación es la utilización de una cantidad significativamente menor de material de cada forraje, para poder realizar la evaluación.

En el presente trabajo se evaluó la aptitud de la TCCP para predecir variables de calidad nutricional de verdes de invierno. Siendo considerados estos últimos recursos alimentarios de valor nutritivo elevado, se pudo obtener información valiosa que se complementa con la de trabajos previos (Ferri *et al.*, 2000; Stritzler *et al.*, sin publicar) realizados sobre forrajes de relativamente baja calidad.

HIPÓTESIS

- La metodología planteada para la medición de la Tasa de Consumo de Corto Plazo, resulta adecuada para predecir variables de calidad nutritiva de distintos recursos forrajeros en forma simultánea.
- A través de la medición de la Tasa de Consumo de Corto Plazo, es posible predecir variables de calidad nutritiva en verdeos de invierno, con una buena precisión.

OBJETIVOS

- Medir CVMS, DMS, CVMSD y TCCP de cuatro verdeos invernales en estado vegetativo.
- Determinar la DIVMS de los mismos forrajes.
- Evaluar el grado de precisión con que la TCCP predice variables de calidad nutritiva en los forrajes evaluados.

MATERIALES Y MÉTODOS

SITIO EXPERIMENTAL

El trabajo experimental se llevó a cabo en el Campo de Enseñanza de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa (FA-UNLPam.), Santa Rosa, La Pampa, Argentina (Lat. 36°46'S; Long. 64°16'W; 210 m SNM; pp. promedio anual 610 mm).

La medición de la TCCP se realizó utilizando una única dieta base para todos los recursos forrajeros a evaluar, siendo la elegida heno de alfalfa de alto valor nutritivo. La elección de los forrajes a evaluar tomó en cuenta los recursos disponibles en la región donde se llevó a cabo el trabajo experimental, siendo éstos los siguientes verdeos invernales: Trigo (*Triticum aestivum* cv. Onix), Centeno (*Secale cereale* cv. Don Ewald INTA), Triticale (*xTriticosecale* cv. Don Santiago INTA) y Avena (*Avena sativa* cv. Violeta). La siembra de los verdeos fue simultánea, a mediados del mes de marzo, en el Campo de Enseñanza de la FA-UNLPam. Las evaluaciones de los mismos se realizaron entre mediados del mes de junio y mediados del mes de julio.

FORRAJES

Los forrajes utilizados durante el transcurso del experimento, fueron cortados mecánicamente a una altura aproximada de unos 12 cm por encima del nivel del suelo, proceso que se realizó previo a cada tiempo de alimentación. Este corte mecánico provocó una reducción del tamaño de partícula a una longitud media de aproximadamente 2 cm, del forraje entregado al animal. Con el objetivo de obtener una rápida estimación del contenido de MS del forraje a ofrecer a los animales, dos muestras del forraje cortado fueron secadas en un horno a microondas, a máxima potencia, hasta peso constante, antes de cada tiempo de alimentación. Otra muestra

fue recolectada y secada en estufa a 55°C hasta peso constante para calcular el contenido de MS del forraje y los consumos de MS en forma precisa.

ANIMALES

El experimento fue realizado con ovinos machos enteros de raza Pampinta, de aproximadamente 10 meses de edad al inicio del estudio, y con un peso medio aproximado de 55 kg. Las mediciones de DMS y CVMS fueron realizadas utilizando 6 animales, empleándose otros 6 para las determinaciones de TCCP. Dichos animales fueron desparasitados antes de comenzar el período experimental y fueron pesados antes de comenzar el ensayo, y cada 7 días mientras transcurrió el mismo. Durante el período correspondiente al ensayo, los animales permanecieron alojados en galpón, sujetos en forma individual dentro de un área de comida, y con libre acceso al agua.

ENSAYOS DE ALIMENTACION

Consumo y digestibilidad *in vivo*

Los recursos forrajeros utilizados, en este trabajo, se evaluaron en ensayos de alimentación para determinar CVMS y DMS. El nivel de alimentación *ad libitum*, que se aplicó a los animales involucró, en todos los casos, una oferta de forraje que dio lugar a un excedente aproximado del 20%. El mismo fue determinado y ajustado durante el período de acostumbramiento a la dieta, y corregido diariamente durante todo el ensayo, determinando, por diferencia de pesada entre el alimento ofrecido y rechazado, el total de MS consumida en el día, al cual se le sumó el 20% del mismo para determinar la cantidad de MS a ofrecer el día siguiente.

Cada período experimental estuvo compuesto por 7 días de acostumbramiento a la dieta, y 7 días de colección de información. El forraje fue ofrecido dos veces al día, a las 10:00 y a las 16:00 h, entregando en cada horario de alimentación la mitad de la ración diaria. Los rechazos fueron removidos del comedero y pesados en la mañana, antes del suministro de comida correspondiente. Una muestra del alimento rechazado fue recolectada y secada en estufa a 55°C hasta peso constante para calcular los valores de CVMS en forma precisa.

Durante el ensayo, los animales fueron equipados con bolsas de colección de heces, sujetadas por arneses. El CVMS fue determinado a través de la diferencia de peso en MS entre el alimento ofrecido y rechazado. La DMS *in vivo* fue determinada a través del método de colección total de heces, descrito por Schneider y Flatt (1975).

TASA DE CONSUMO A CORTO PLAZO

Para la determinación de la TCCP (g MS / min / 50 kg PV; Hogan *et al.*, 1985), los animales permanecieron bajo una única dieta base, utilizada para todos los recursos a evaluar. Como se ha mencionado anteriormente, la dieta base elegida para evaluar TCCP fue heno de alfalfa de alto valor nutritivo. La TCCP, fue determinada con el uso de 6 animales experimentales, y durante un período de 7 días. Previo al comienzo del ensayo, los animales recibieron la dieta base a utilizar (heno de alfalfa) por un período de acostumbramiento de 7 días.

Para el desarrollo de la TCCP, los animales fueron sometidos a un nivel de alimentación igual al necesario para mantenimiento, el cual fue estimado de acuerdo a los requerimientos energéticos de los animales experimentales (AFRC, 1993) y la DIVMS de la dieta base. La totalidad de la ración diaria correspondiente a la dieta base fue ofrecida en una sola comida, siendo el horario de alimentación establecido las 09:00 h. A las 11:30 fue removido el forraje remanente de la dieta, aún presente en los comederos.

Dentro de la metodología para determinar TCCP, en trabajos previos se ha empleado un período de ayuno de 4 h de duración, considerado suficiente para que el llenado ruminal no interfiera en la medición de la misma. Este mismo periodo es el que se aplicó, en este trabajo, para la evaluación de la TCCP de todas las especies forrajeras. Moseley y Antuna Manendez (1989), Romney y Gill (1998), Harrison *et al.* (1998) y Ferri *et al.* (2000) coincidieron en utilizar tal periodo de ayuno, considerándolo adecuado para que las diferencias encontradas en el comportamiento de consumo, durante la medición de la TCCP, se correspondan con variaciones en la tasa de bocado y/o en el peso de bocado del alimento, sin que el llenado ruminal interfiera en el grado de interés del animal por el alimento que se le ofrece durante la medición.

Por lo tanto, a las 15:30 h (4 h luego de haber retirado el alimento de los comederos), el forraje del recurso a evaluar fue suministrado a cada animal experimental.

La cantidad de forraje a suministrar para la medición estuvo restringida al 10 % del nivel promedio de CVMS alcanzado por todos los animales, en el período de acostumbramiento del ensayo de consumo y digestibilidad *in vivo* del mismo recurso forrajero .

Durante la medición, seis observadores independientes (uno por cada animal) contabilizaron, en forma precisa, 4 minutos de consumo efectivo de forraje. Al finalizar dicho período, el remanente de forraje presente en los comederos fue removido en forma inmediata, y el consumo de MS de cada animal fue calculado sustrayendo de la MS ofrecida, el remanente de MS en cada comedero.

CRONOGRAMA DE TRABAJO

El ensayo general se organizó en 4 ensayos independientes, uno por cada recurso, cada uno realizado con 12 animales experimentales (6 para la medición de CVMS y DMS y 6 para la

medición de TCCP). Los ensayos mencionados, para cada recurso en particular, fueron realizados simultáneamente, para asegurar que el forraje suministrado a cada grupo de animales sea uniforme en valor nutritivo (ver Figura 1).

DETERMINACIONES DE LABORATORIO

Durante los ensayos de alimentación para determinar CVMS y DMS, se colectaron muestras del forraje ofrecido diariamente durante la etapa correspondiente a las mediciones. El forraje total, procedente de los 7 días de colección, fue secado en estufa a 55 °C y molido a través de una malla de 1 mm en un molino tipo Wiley. Estas muestras fueron almacenadas, para ser posteriormente sometidas a determinaciones de laboratorio. Estas incluyeron las siguientes: (1) **% MS** a través de secado en estufa a 105 °C durante 24 hs; (2) **DIVMS** por el método de Tilley y Terry (1963), modificado por Alexander y McGowan (1966).

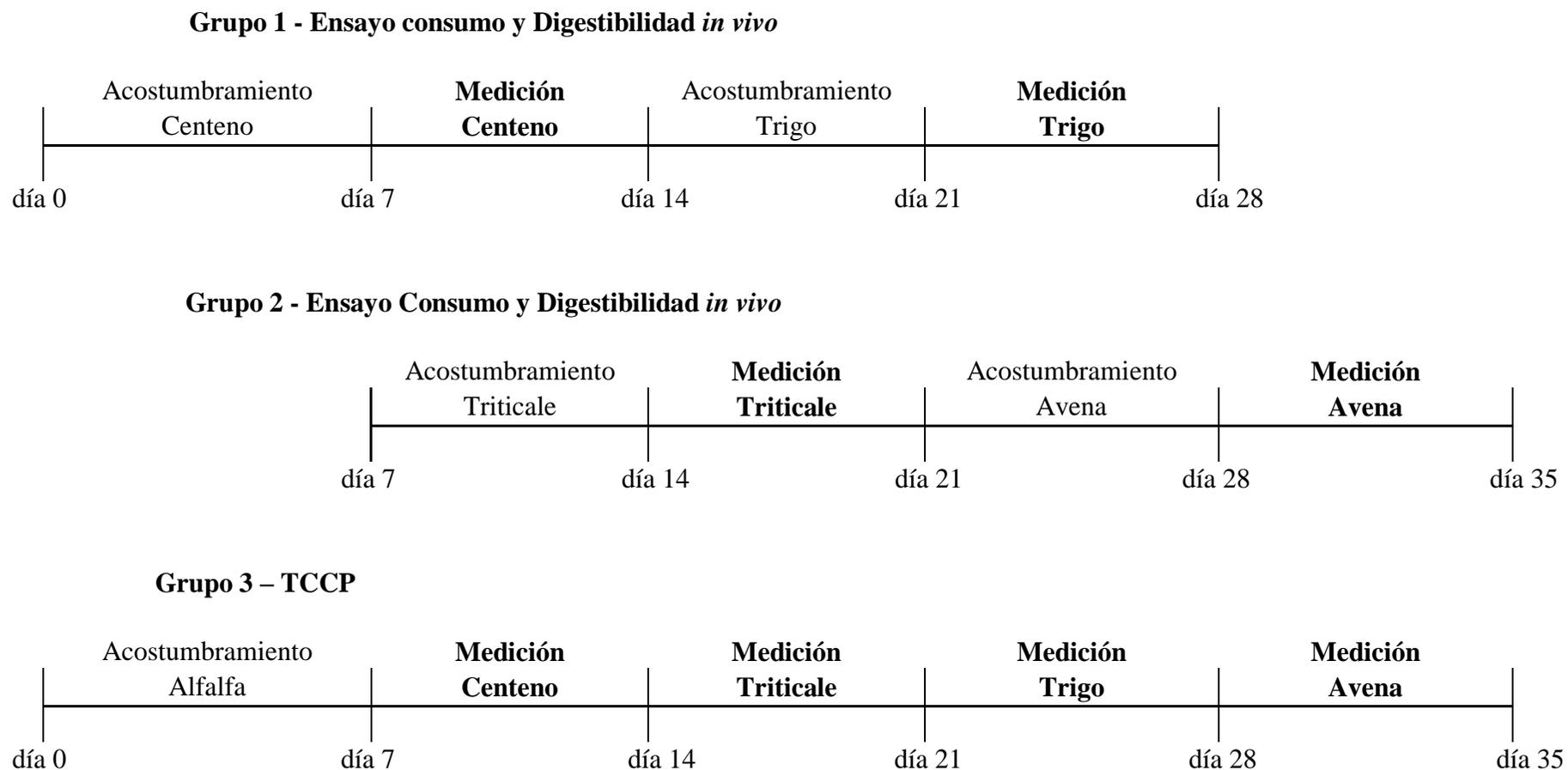


Figura 1: Cronograma de trabajo de los ensayos de Consumo, Digestibilidad *in vivo* y tasa de consumo de corto plazo

ANALISIS ESTADISTICO

En función del objetivo del trabajo, los valores medios de TCCP fueron sometidos a análisis de regresión y correlación, para evaluar su relación con variables de calidad nutritiva obtenidas en cada ensayo (CVMS, DMS, CVMSD, DIVMS). Los coeficientes de determinación (R^2) de cada relación fueron utilizados para evaluar la precisión de la predicción de estas variables a través de la TCCP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en los ensayos de alimentación para los cuatro verdeos analizados, se detallan en la Tabla 1. Los valores obtenidos de las variables: CVMS, DMS, CVMSD y TCCP, medidas *in vivo* son el promedio de cada animal en los 7 días de medición, y luego el promedio de los 6 animales utilizados. En la misma tabla, se incluyen los resultados obtenidos en la determinación de DIVMS realizada en laboratorio.

En la Tabla 2 se muestran los resultados del análisis de correlación de las variables de calidad nutritiva medidas y los valores de significancia (p-valor) correspondientes a cada correlación. Además se presentan los gráficos correspondientes al análisis de regresión realizado entre las variables de calidad nutritiva bajo estudio respecto a la TCCP (Gráficos 1 a 6).

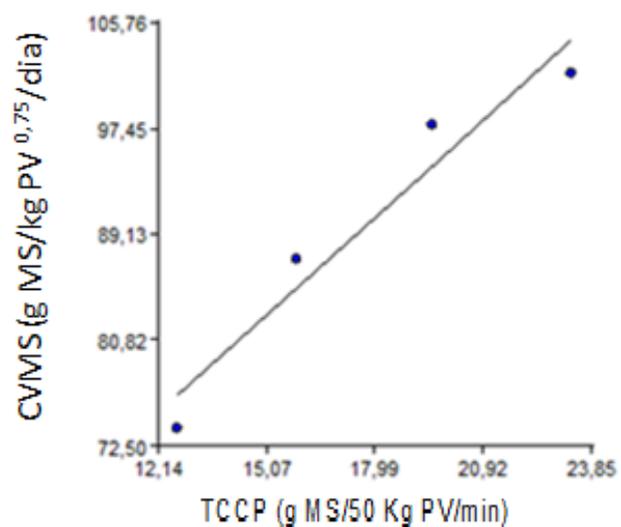


Gráfico 1: Analisis de regresion de la variable CVMS con respecto a la TCCP.
Coefficiente de Pearson: 0,97
p Valor: 0,03

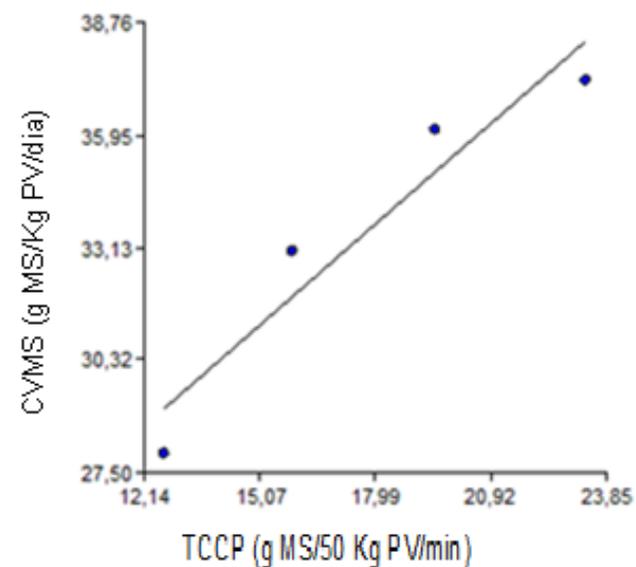


Gráfico 2: Analisis de regresion de la variable CVMS con respecto a la TCCP.
Coefficiente de Pearson: 0,95
p Valor: 0,045

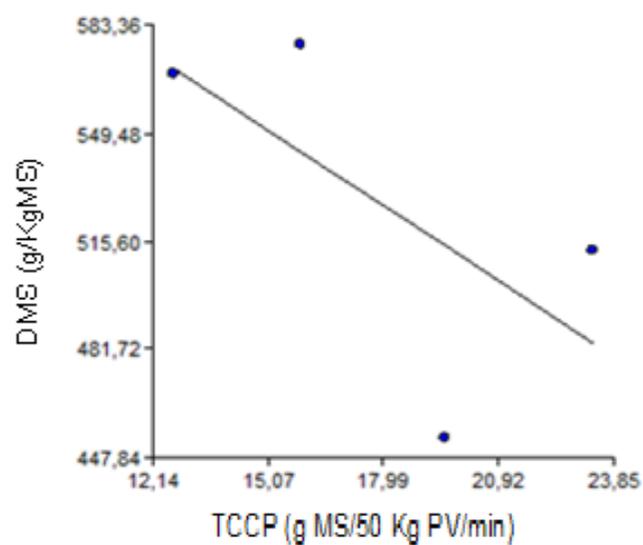


Gráfico 3: Analisis de regresion de la variable DMS con respecto a la variable TCCP.

Coefficiente de Pearson: -0,65

p Valor: 0,3496

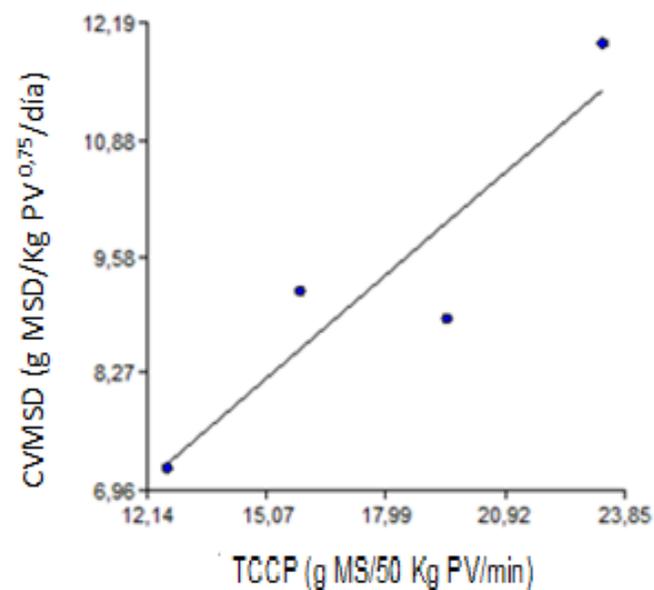


Gráfico 4: Analisis de regresion de la variable CVMSD con respecto a la TCCP.

Coefficiente de Pearson: 0,92

p Valor: 0,08

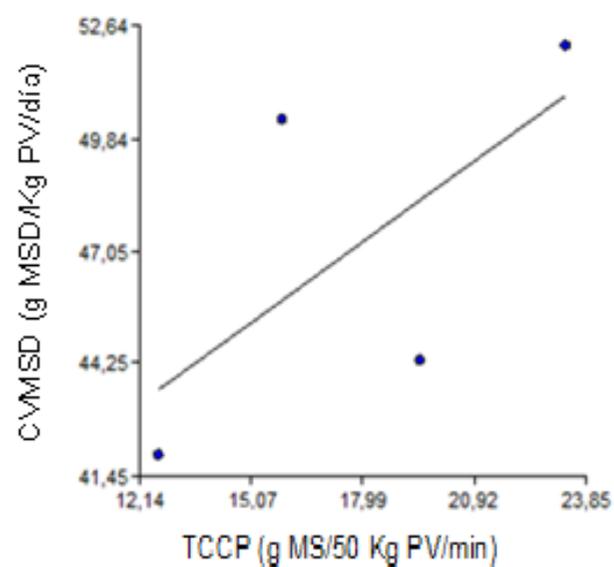


Gráfico 5: Analisis de regresion de la variable CVMSD con respecto a la TCCP.

Coefficiente de Pearson: 0,65

p Valor: 0,34

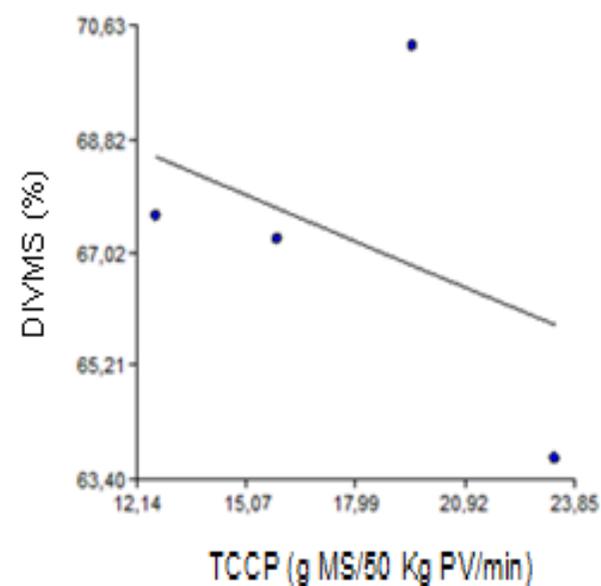


Gráfico 6: Analisis de regresion de la variable DIVMS con respecto a la TCCP.

Coefficiente de Pearson: -0,43

p Valor: 0,57

DETERMINACION DE CVMS

Como podemos observar en la Tabla 1, el mayor valor de CVMS corresponde a Avena (101,7 g MS/Kg $PV^{0.75}$ /día), seguida por el Triticale (97,6 g MS/Kg $PV^{0.75}$ /día), Trigo (87,1 g MS/Kg $PV^{0.75}$ /día) y por último Centeno (73,9 g MS/Kg $PV^{0.75}$ /día). Comparando estos resultados con las observaciones realizadas a campo, el CVMS entre los verdeos resultó más vinculado al estado fenológico de cada uno, ya que el centeno, al momento de la medición, se encontraba en un estado reproductivo avanzado, y el trigo había sido fuertemente afectado por heladas, a diferencia de avena y triticale, que aún permanecían en estado vegetativo y sin síntomas de estrés por heladas.

DETERMINACION DE DMS

Respecto a los valores de DMS determinados en los ensayos de alimentación, el Trigo resultó el verdeo con mayor valor promedio (577,2 g/Kg MS), seguido por Centeno (567,9 g/Kg MS), Avena (512,7 g/Kg MS) y por último Triticale (454 g/Kg MS) (Tabla 1).

Resulta difícil describir la falta de concordancia entre los valores de CVMS y DMS obtenidos en los ensayos de alimentación, ya que *a priori* se esperaría una elevada relación entre ambas variables, relación que no se observó. Esto puede evidenciarse en el análisis de correlación realizado, el cual determinó una correlación no significativa, con un p-valor de 0,308 y 0,2791 para la expresión de consumo en función de PV y $PV^{0.75}$ respectivamente (Tabla 2).

Vale para este caso la misma consideración que la realizada para el caso de la determinación de CVMS.

MEDICIÓN DE DIVMS

Observando en la Tabla 1 los resultados obtenidos en laboratorio, Triticale presentó el mayor valor (70,3%), seguido por Centeno (67,6%), Trigo (67,2%) y por último Avena (63,7%).

Otro resultado no esperado fue la escasa relación existente entre la DMS medida en los ensayos de alimentación y la DIVMS determinada en laboratorio, lo que puede verse en el análisis de correlación presentado en la Tabla 2, que muestra una relación no significativa entre ambas variables (p-valor de 0,65), no presentando una correlación significativa (p-valor de 0,7669 y 0,7772) para $CVMS \text{ gMS/KgPV}^{0,75}/\text{día}$ y $CVMS \text{ gMS/kgPV}/\text{día}$, respectivamente.

DETERMINACIÓN DE TCCP

Observando la Tabla 1, Avena obtuvo el mayor valor promedio (23,3 g MS/50 Kg PV/min), seguido por Triticale (19,5 g MS/50 Kg PV/min), Trigo (15,9 g MS/50 Kg PV/min) y por último Centeno (12,7 g MS/50 Kg PV/min).

El ranking de las especies dentro de las determinaciones de TCCP y CVMS es el mismo, lo que parecería indicar una buena relación entre ambas variables. Esta suposición se confirma con el análisis de regresión lineal realizado, que presenta una relación lineal muy fuerte y significativa entre ellas, con un R^2 de 0,97 (p-valor = 0,03) para TCCP y CVMS en función del peso metabólico (Gráfico 1) y un R^2 de 0,95 (p-valor = 0,04) para TCCP y CVMS en función del peso vivo (Gráfico 2).

La relación entre los valores de TCCP y DMS / DIVMS se observa en los gráficos 3 y 6 respectivamente. Aquí, no se encontró una relación significativa entre los valores de TCCP y

DMS (p-valor = 0,34), como así tampoco entre los valores de TCCP y DIVMS (p-valor = 0,57).

Observando los valores de CVMSD y su relación con la TCCP (Gráficos 4 y 5), podemos deducir que hubo una fuerte influencia de la DMS, lo que provoca una relación no significativa entre ambas variables.

CONCLUSIONES

- La utilización de una única dieta base resultó ser efectiva, logrando que las mediciones de TCCP sean simples y menos laboriosas, respecto a la metodología utilizada en trabajos previos.
- La TCCP, medida en los forrajes evaluados en este experimento, resultó ser una técnica de elevada precisión en la predicción del CVMS.
- El comportamiento observado para CVMS, no se repitió para la predicción de las demás variables de calidad nutritiva evaluadas (DMS, CVMSD, DIVMS).
- Dado que las condiciones climáticas del año en que se llevó a cabo el experimento pudieron haber tenido influencia sobre las bajas correlaciones entre la TCCP y el resto de las variables de calidad nutritiva, es recomendable la repetición del mismo en condiciones de humedad controlada.
- La técnica de TCCP puede prestar una utilidad interesante para comparar y jerarquizar distintos genotipos de forrajes, constituyéndose en una herramienta de valoración de potencial aplicación en programas de mejoramiento de especies forrajeras.

AGRADECIMIENTOS

A Néstor Balzer y Celeste Lentz por la labor desempeñada durante el trabajo experimental.

BIBLIOGRAFÍA

[AFRC] Agricultural and Food Research Council. 1993. Energy and protein requirements of ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on responses to nutrients, CAB International, Wallingford, 159 p.

Alexander, R. H. y M. McGowan. 1966. The routine determination of *in vitro* digestibility of organic matter in forages. An investigation of the problems associated with continuous large scale operation. *Journal of the British Grassland Society* 21: 140-147.

Amigone, M.A.; Kloster, A.M.; Navarro, C. y Bainotti, C. 2008. Forrajeras anuales de invierno. Producción de forraje en el sudeste de Córdoba. Información para Extensión N° 120. INTA Marcos Juárez, 10p.

Bainotti C. T.; Ghida Daza C.; Amigone M.; Salines J.; Masiero B. y Frascina J. 2002. Evaluación de cultivares de trigo doble propósito campaña 2001/02. INTA-EEA Marcos Juárez, Marcos Juárez, Córdoba.

Burns, J. C. 2008. Utilization of pasture and forages by ruminants: A historical perspective. *Journal of Animal Science* 86: 3647-3663.

Decruyenaere, V.; Buldgen, A. y Stilmant, D. 2009. Factors affecting intake by grazing ruminants and related quantification methods: a review. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* 13: 559-573.

Fahey G. C.; Collins, M. y Mertens, D. R. 1994. Forage quality, evaluation and utilization. America Society of Agronomy. 998 p.

Faverdin, P.; Baumont, R. e Ingvartsen, K.L. 1995. Control and prediction of feed intake in ruminants. *In*: M. Journet, E. Grenet, M. H. Farce, M. Theriez and C. Demarquilly [EDS.] Recent developments in the nutrition of herbivores Paris, France: INRA. p. 95-120.

Ferri, C. M.; Jouve; V. V.; Stritzler, N. P. y Petruzzi, H.J. 1998. Estimation of intake and apparent digestibility of Kleingrass from in situ parameters measured in sheep. *Animal Science* 67: 535-540.

Ferri, C. M.; Stritzler, N. P.; Petruzzi, H. J. y Cerqueira, E. D. 2000. Effect of amount of *Panicum virgatum* hay offered on intake apparent digestibility and short-term intake rate of rams. *Animal Science* 71: 341-347.

Hackmann, T. J.; y Spain, J.N. 2010. A mechanistic model for predicting intake of forage diets by ruminants. *Journal of Animal Science* 88: 1108-1124.

Harrison, S.; Romney, D. L.; Phipps, R. H. y Owen, E. 1998. Short term intake rate (STIR) as a method of ranking the intake potential of forage mixtures by dairy cows. *Proceedings of the British Society of Animal Science* p. 193 (abstract).

Hogan, J. P.; Keeney, P. A. y Weston, R. H. 1985. Factors affecting the intake of feed by grazing animals. *In*: J. L. Wheeler, C. J. Pearsons and G. E. Robards [EDS.]. Temperate

pastures. Their production, use and management. Melbourne, Australia: Australian Wool Association & CSIRO. p. 317-327.

Kloster, A. M y Amigone, M. A. 2005. Utilización de verdes de invierno bajo pastoreo en invernada. En: Verdeos de invierno para Optimizar las cadenas forrajeras. Informe para Extensión N° 96, EEA Marcos Juárez, INTA pp 15-24.

Moreyra, F.; Conti V.; Gonzalez, G.; Vallati, A. y Giménez, F. 2014 Mejoramiento de verdes de invierno. Pp: 4-12. En: Verdeos de Invierno: utilización de verdes de invierno en planteos ganaderos del sudoeste bonaerense, por Moreyra F.; Giménez, F.; López, J. R.; Tranier, E.; Ortellado, M. R.; Krüger, H.; Mayo, A.; Labarthe, F. Colección de divulgación, Ediciones INTA, 52 p.

Moseley, G. y Antuna Manendez, A. 1989. Factors affecting the eating rate of forage feeds. *In: Proceedings of the XVI International Grassland Congress, 4-11 October 1989. Nice, France: International Grassland Society. pp. 789-790.*

Rearte, D. H. 2011. El rol de las pasturas cultivadas y pastizales en el Nuevo Escenario de la ganadería en Argentina. pp: 13-28. In: Producción animal en pastoreo, 2° ed. por Cangiano, C. A., Brizuela, M. A. Ediciones INTA, 514 p.

Romney, D. L. y Gill, M. 1998. Measurement of short term intake rate (STIR) to predict *in vivo* parameters in sheep. *Proceedings of the British Society of Animal Science* p. 98 (abstract).

Schneider, B. H. y Flatt, W. P. 1975. The evaluation of feeds through digestibility experiments. Athens, GA, USA: The University of Georgia Press. 423 p.

Stritzler, N. P.; Ferri, C. M.; Rabotnikof, C. M.; Pagella, J. H. y Petruzzi, H. J. Short-Term Intake Rate as Predictor of Intake and Digestibility of Warm-Season Grasses. (inédito).

Stritzler, N. P.; Petruzzi, H. J.; Frasinelli, C. A.; Veneciano, J. H.; Ferri, C. M. y Viglizzo, E. F. 2007. Variabilidad climática en la Región Semiárida Central Argentina. Adaptación tecnológica en sistemas extensivos de producción animal. Revista Argentina de Producción Animal 27: 111-123.

Tilley, J. M. A. y Terry, R. A. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* 18: 104-111.