

Determinación de la producción de forraje y la calidad nutricional de
diferentes secuencias de cultivos anuales invernales

*Trabajo final presentado para optar al título de Especialista en Producción Lechera en
Sistemas Argentinos*

Juan Ignacio Gargiulo

Ing. Agrónomo- Universidad Nacional de Luján - 2011

Lugar de trabajo: Campo Experimental UNLU



Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano
Facultad de Agronomía - Universidad de Buenos Aires

TUTOR

Eduardo Vernengo

Ingeniero Agrónomo (Universidad de Buenos Aires)

JURADO DE TRABAJO FINAL

Alejandra Ayala Torales

Ingeniero Agrónomo (Universidad Nacional del Sur)

Magister en Producción Vegetal (Universidad de Buenos Aires)

Graciela Acosta

Ingeniero Agrónomo (Universidad de Buenos Aires)

Fecha de defensa del Trabajo Final: 18 de Diciembre de 2015

TABLA DE CONTENIDOS

Tabla de contenidos	iii
Resumen	vi
Summary	viii
Listado de cuadros	x
Listado de figuras	xi
Listado de anexos	xiii
Listado de abreviaturas	xv
Capítulo 1 Introducción	1
1.1. La lechería en la Argentina.....	1
1.2. Rotaciones forrajeras.....	5
1.2.1 Colza forrajera	8
1.2.2 Trébol persa	11
1.2.3 Raigrás anual	12
1.2.4 Avena	14
1.3 Hipótesis	15
1.4 Objetivos.....	15
Capítulo 2 Materiales y métodos	16
2.1 Sitio experimental, clima, diseño y tratamientos.....	16
2.2 Establecimiento y manejo de los cultivos	18

2.2.1 Colza forrajera	20
2.2.2 Avena	20
2.2.3 Raigrás anual	21
2.2.4 Trébol persa	22
2.3 Cosecha de forraje y mediciones	22
2.4 Análisis estadístico.....	24
Capítulo 3: Resultados y discusión	25
3.1 Oferta forrajera.....	25
3.1.1 Oferta forrajera de los tres primeros cortes con destino a pastoreo.....	25
3.1.2 Oferta forrajera acumulada de los tres primeros cortes.....	27
3.1.3 Oferta forrajera del cuarto corte	29
3.1.4 Oferta forrajera total de los cultivos invernales.....	31
3.2 Calidad forrajera	33
3.2.1 Calidad forrajera de los tres primeros cortes con destino a pastoreo	33
3.2.1.2 Concentraciones de FDN de los tres primeros cortes con destino a pastoreo.....	35
3.2.1.3 Concentraciones de FDA de los tres primeros	

cortes con destino a pastoreo.....	39
3.2.1.4 DMS de los tres primeros cortes	
con destino a pastoreo	41
3.2.2 Calidad forrajera del cuarto corte	43
Capítulo 4 Conclusiones.....	46
Agradecimientos	48
Bibliografía	49
Anexos.....	66

RESUMEN

El contexto actual que enfrentan los productores lecheros, caracterizado por un incremento de los costos de producción y una fuerte presión de la agricultura sobre la actividad tambo, hace que deban incrementar la productividad para poder mantener la rentabilidad de sus explotaciones. Aumentos en la productividad pueden lograrse mediante el incremento de la cantidad de forraje producido y utilizado por hectárea, por ejemplo implementando rotaciones forrajeras complementarias (CFR). Los objetivos del siguiente trabajo fueron comparar la oferta forrajera y la calidad nutricional de los cultivos anuales invernales que componen las CFR, frente a otros de mayor tradición en la pampa húmeda. Se evaluó la cantidad de materia seca producida por hectárea (tn MS ha^{-1}) de tres tratamientos: colza forrajera (*Brassica rapa*) - trébol persa (*Trifolium repens*), avena (*Avena sativa*) y raigrás anual (*Lolium multiflorum*). Se tomaron muestras de cada cultivo para la determinación de la calidad nutricional: proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y se estimó la digestibilidad de la materia seca (DMS). El diseño experimental utilizado fue de bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. Los cultivos se sembraron a fines de marzo, se realizaron tres cortes con destino a pastoreo y un cuarto con destino a silaje para la avena y el raigrás anual. En el caso de la colza forrajera, sólo fue factible realizar dos cosechas debido a un pobre segundo rebrote posiblemente atribuido a la falta de precipitaciones durante ese período. Asimismo, el trébol persa intersembrado luego de la segunda cosecha de la colza, no logró germinar debido a las mismas condiciones expuestas anteriormente. Los tratamientos se analizaron estadísticamente mediante un análisis de varianza (ANOVA) y cuando correspondió, se

realizó una prueba de comparaciones múltiples (Tukey $p \leq 0,05$) para determinar las diferencias entre las medias. Los resultados obtenidos en el presente trabajo demostraron que la oferta forrajera total del tratamiento colza forrajera fue significativamente menor a los tratamientos avena y raigrás anual ($p \leq 0,05$) debido principalmente al déficit hídrico que generó la pérdida de la tercer cosecha de colza forrajera y la falla en la siembra del trébol persa. En cuanto a la calidad forrajera, se observaron menores valores de FDN, FDA y consecuentemente mayor DMS para el tratamiento colza forrajera, sin embargo para PC no se hallaron resultados consistentes como para los casos anteriores. Los resultados han sido promisorios considerando que la oferta forrajera y calidad nutricional de los dos primeros cortes del tratamiento colza forrajera igualaron a la avena y raigrás. Serán necesarias nuevas experiencias en seco y también bajo riego con el fin de generar más información sobre estas especies.

Palabras clave: avena (*Avena sativa*), raigrás anual (*Lolium multiflorum*), colza forrajera (*Brassica rapa*), trébol persa (*Trifolium repens*), rotaciones forrajeras, CFR, rendimiento, calidad nutricional.

SUMMARY

The current situation faced by dairy farmers is characterized by an increase in production costs and a strong pressure of agriculture on the activity. To overcome these pressures farmers must continue to increase total factor productivity in order to maintain the profitability of their farms. Increases in productivity can be achieved by increasing the amount of forage produced and utilized on-farm, for instance by using complementary forage rotations (CFR). The objectives of this study were to compare the dry matter production and forage quality of winter annual crops composing the CFR sequence, with other traditional forages crops of the Argentinean pampas. The amount of dry matter produced per hectare (t DM ha⁻¹) of three treatments was evaluated: forage rape (*Brassica rapa*) - persian clover (*Trifolium repens*), oat (*Avena sativa*), annual ryegrass (*Lolium multiflorum*). Samples were taken to determine the nutritional value of each crop: crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and dry matter digestibility (DMD) was estimated. The experiment was a complete randomized block design with three replicates. Crops were sown in late March, three cuts for grazing and the fourth one for silage. Forage rape was harvested only twice due to a poor regrowth attributed to the lack of rainfall during this period. Also, Persian clover sown immediately after the second harvest of forage rape did not establish uniformly due to the conditions stated above. Treatments were statistically analyzed by analysis of variance (ANOVA). When applicable, test for multiple comparisons (Tukey $p \leq 0.05$) was performed to determine differences between means. Results in this study showed that total forage production of forage rape treatment was significantly lower than annual ryegrass and oat

treatments ($p \leq 0.05$). This has occurred mainly because of the drought that affected the second harvest of the forage rape and the non-establishment of the persian clover. Lower values of NDF, ADF and consequently higher DMD for forage rape treatment were reported, however for CP results were not conclusive. Results have been promising considering that forage rape production and nutritional quality of the first and second harvest has been the same as oat and annual ryegrass. More experiences in rainfed and irrigated systems will be necessary in order to generate more information about these species.

Keywords: oat (*Avena sativa*), annual ryegrass (*Lolium multiflorum*), forage rape (*Brassica rapa*), persian clover (*Trifolium repensinatum*), crop rotation, CFR, yield, nutritional value.

LISTADO DE CUADROS

- Cuadro 2-1 Precipitaciones, temperaturas diarias máximas, mínimas y medias durante el período del ensayo (mar 2013- nov 2013). Datos obtenidos de la estación meteorológica de la UNLU **pág. 17**
- Cuadro 3-1 Concentraciones de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y digestibilidad de la materia seca (DMS) del cuarto corte con destino a silaje. **pág. 43**

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1-1	Cuencas lecheras argentinas	pág. 1
Figura 1-2	Producción de leche anual de la Argentina en millones de litros (1983-2014)	pág. 3
Figura 1-3	Destino de la leche cruda de la Argentina en el año 2012 (Lechería Argentina, 2013)	pág. 4
Figura 2-1	Ubicación del campo experimental de la UNLU y la precipitación media anual de la región	pág. 16
Figura 2-2	Ubicación espacial de los tratamientos evaluados	pág. 17
Figura 2-3	Tratamientos con los cultivos emergidos	pág. 18
Figura 2-4	Protección contra plagas con red y malla perimetral	pág. 19
Figura 2-5	Cosecha mecánica de los diferentes tratamientos	pág. 23
Figura 3-1	Oferta forrajera de los tres cortes con destino a pastoreo de la colza forrajera, avena y raigrás anual	pág. 25
Figura 3-2	Oferta forrajera acumulada de los tres cortes con destino a pastoreo de la colza forrajera, avena y raigrás anual	pág. 27

Figura 3-3	Oferta forrajera del cuarto corte con destino a silaje de la avena y el raigrás anual	pág. 29
Figura 3-4	Oferta forrajera total incluyendo todos los cortes de la colza forrajera, avena y raigrás anual	pág. 32
Figura 3-5	Concentración de proteína cruda (%) de los cortes con destino a pastoreo de la colza forrajera, avena y raigrás anual	pág. 34
Figura 3-6	Concentración de fibra detergente neutro (FDN) de los cortes con destino a pastoreo de la colza forrajera, avena y raigrás anual.	pág. 36
Figura 3-7	Concentración de fibra detergente ácido (FDA) de los cortes con destino a pastoreo de la colza forrajera, avena y raigrás anual.	pág. 40
Figura 3-8	Digestibilidad de la materia seca estimada (DMS) de los cortes con destino a pastoreo de la colza forrajera, avena y raigrás anual.	pág. 42

LISTADO DE ANEXOS

- Anexo 1 Precipitaciones diarias de la Estación Agrometeorológica de la UNLU
(Feb 2013- Nov 2013).
- Anexo 2 Humedad relativa diaria de la Estación Agrometeorológica de la UNLU
(Feb 2013- Nov 2013).
- Anexo 3 Temperatura máxima y mínima diaria de la Estación Agrometeorológica
de la UNLU (Feb 2013- Nov 2013).
- Anexo 4 Descripción del perfil de suelo de la Serie UNLU (Sfeir *et al.*, 1989)
- Anexo 5-1 Análisis de varianza primer corte con destino a pastoreo
- Anexo 5-2 Análisis de varianza segundo corte con destino a pastoreo
- Anexo 5-3 Análisis de varianza tercer corte con destino a pastoreo
- Anexo 5-4 Análisis de varianza cuarto corte con destino a silaje
- Anexo 5-4 Análisis de varianza suma tres cortes con destino a pastoreo
- Anexo 5-6 Análisis de varianza total de forraje producido
- Anexo 5-7 Análisis de varianza PB primer corte
- Anexo 5-8 Análisis de varianza PB segundo corte
- Anexo 5-9 Análisis de varianza PB tercer corte

Anexo 5-10	Análisis de varianza PB cuarto corte
Anexo 5-11	Análisis de varianza FDA primer corte
Anexo 5-12	Análisis de varianza FDA segundo corte
Anexo 5-13	Análisis de varianza FDA tercer corte
Anexo 5-14	Análisis de varianza FDA cuarto corte
Anexo 5-15	Análisis de varianza FDN primer corte
Anexo 5-16	Análisis de varianza FDN segundo corte
Anexo 5-17	Análisis de varianza FDN tercer corte
Anexo 5-18	Análisis de varianza FDN cuarto corte
Anexo 5-20	Análisis de varianza DMS primer corte
Anexo 5-21	Análisis de varianza DMS segundo corte
Anexo 5-22	Análisis de varianza DMS tercer corte
Anexo 5-23	Análisis de varianza DMS cuarto corte

LISTADO DE ABREVIATURAS

°C	Grados Celcius	ha	Hectárea
ANOVA	Análisis de varianza	kg	Kilogramo
CFR	Complementary forage rotation	m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
CHS	Carbohidratos solubles	m²	Metro cuadrado
cm	Centímetro	Mcal	Mega calorías
CNES	Carbohidratos no estructurales	mm	Milímetro
cv.	Cultivar	MS	Materia seca
DIVMS	Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca	N	Nitrógeno
DMS	Digestibilidad de la materia seca	OIP	Otoño invierno primaveral
EM	Energía metabolizable	P	Fósforo
FDA	Fibra detergente acido	PC	Proteína cruda
FDN	Fibra detergente neutro	pH	Potencial hidrógeno
		pl	Planta
		PS	Post siembra

S	Azufre
tn	Tonelada
TP	Trébol persa
UNLU	Universidad Nacional de Luján

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 La lechería en la Argentina

La cadena láctea argentina conforma una de las actividades económicas más importantes del país, principalmente debido a su distribución territorial y al desarrollo de economías regionales que promueve. Aporta el 1,8% del valor agregado bruto nacional y es la tercera cadena agroalimentaria en términos de generación el empleo (7% del total de

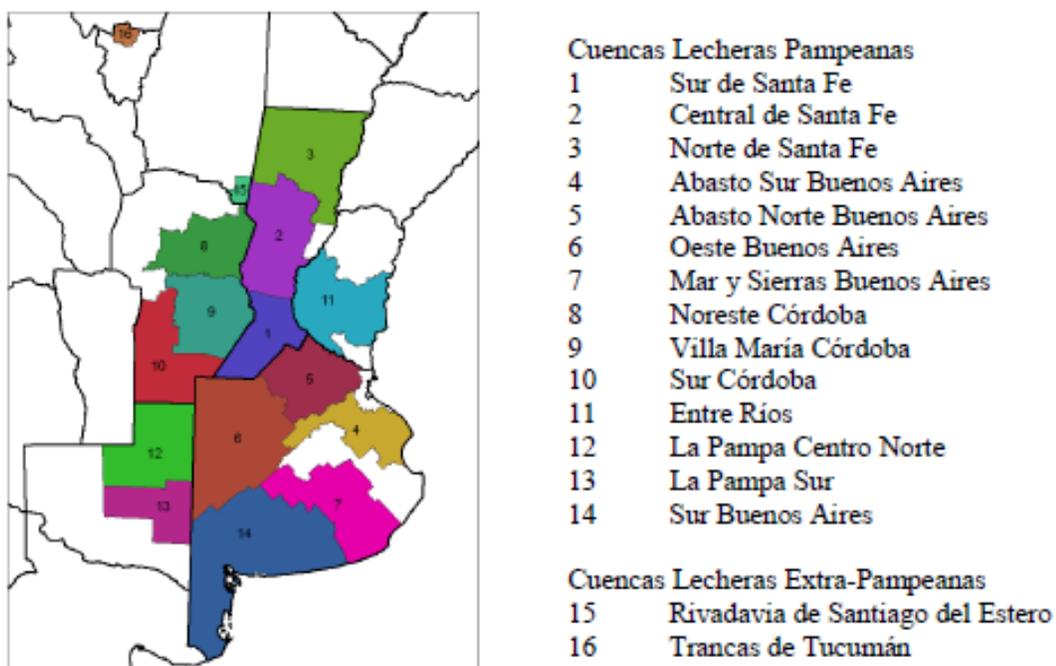


Figura 1-1 Cuencas lecheras argentinas (Marino *et al.*, 2011)

mano de obra ocupada) (Lechería Argentina, 2013). La producción primaria se encuentra

localizada principalmente en la región pampeana y dividida en cuencas lecheras como se muestra en la Figura 1-1. Ellas se encuentran ubicadas en la provincia de Buenos Aires (Mar y Sierras, Oeste, Sur, Abasto Sur, Abasto Norte), Santa Fe (Norte, Sur, Central), Córdoba (Sur, Villa María, Noreste), La Pampa (Centro- Norte, Sur) y Entre Ríos. Existen además, otras zonas productoras localizadas en la cercanía de importantes centros urbanos denominadas cuencas lecheras extra pampeanas: la Cuenca de Trancas (Tucumán) y Rivadavia (Santiago del Estero). Analizándose en términos de importancia, las provincias de mayor relevancia son Santa Fe, Córdoba y Buenos Aires, concentrando el 90% de los tambos, 93% de las vacas y 94% de la producción de leche (Marino *et al.*, 2011; Lechería Argentina, 2013). El régimen de precipitaciones de la región donde se produce la mayor cantidad de leche se encuentra entre los 600-1000 mm anuales de lluvias, aunque se concentra en su mayoría entre los 800 y 1000 mm. Los suelos en el área donde se agrupan los tambos poseen índices de productividad elevados, lo cual genera que la competencia de esta actividad frente a la agricultura sea muy importante. La lechería en Argentina ha estado sujeta a continuas crisis del mercado interno lo cual ha derivado en un comportamiento cíclico de alta y baja oferta de leche cruda a lo largo de la historia. Si bien en los diferentes períodos se observan diversas tasas de crecimiento y decrecimiento, se puede decir que desde 1985 al 2011 el país ha crecido en producción de leche en un 104% (Figura 1-2). Sin embargo este proceso de grandes variaciones ha conducido al cierre de tambos y a la concentración y aumento de las escalas de producción (Castellano *et al.*, 2009). En la actualidad el rodeo nacional está comprendido por 1.690.581 vacas distribuidas en 11.282 tambos que producen 11.600 millones de litros anuales (Sanchez *et al.*, 2012).

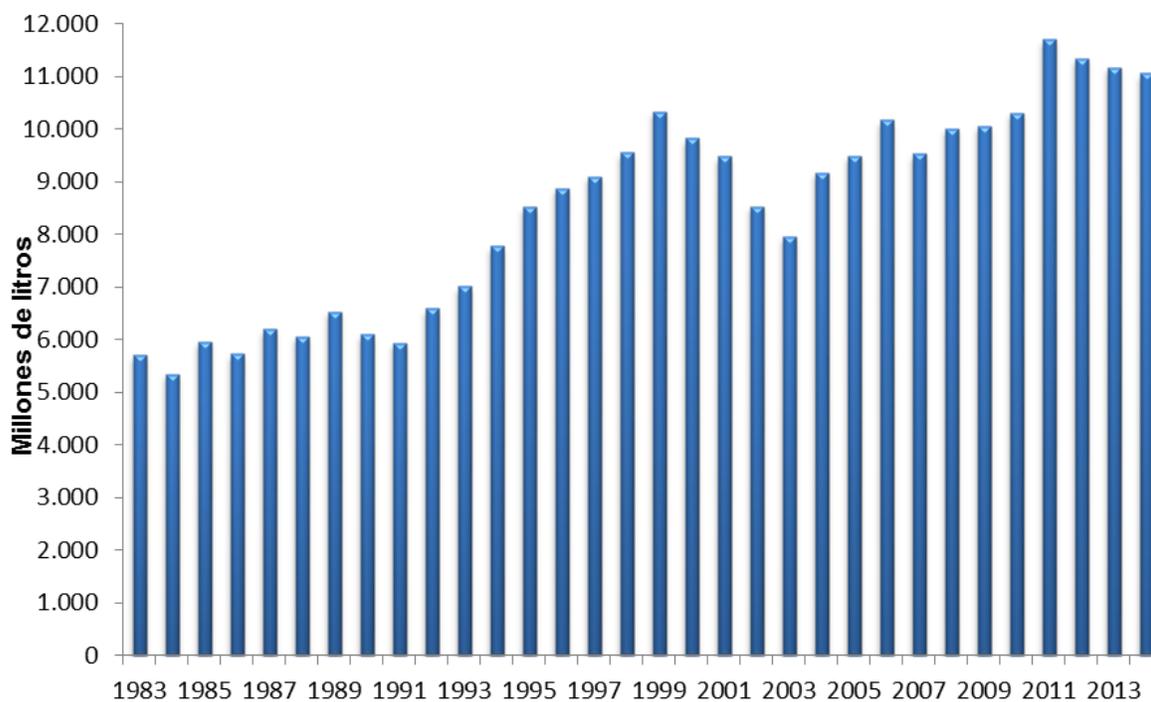


Figura 1-2 Producción de leche anual de la Argentina en millones de litros (1983-2014)

Elaboración propia en base a datos del Minagri (2013).

En el país la producción de leche es continua, no existiendo la marcada estacionalidad que ocurre en otros lugares del mundo. La industria incentiva económicamente a los productores para que la remisión del leche a lo largo del año resulte lo más estable posible, evitando así la saturación de la capacidad instalada en determinados períodos y ociosa en otros. Sin embargo, debido a factores como la variabilidad del crecimiento de las pasturas, el manejo reproductivo requerido y los períodos de estrés calórico, la remisión en la mayoría de los años logra un pico en el mes octubre y un piso en abril (Minagri, 2013; Lechería Argentina, 2013).

Los destinos de la producción se orientan básicamente hacia la elaboración de quesos, leche en polvo y leches fluidas. Del total producido en el 2012, se destinó a la exportación un 24% y el restante 76% al mercado interno, siendo el consumo en la Argentina de 209,5 litros equivalentes por habitante y por año (Figura 1-3).

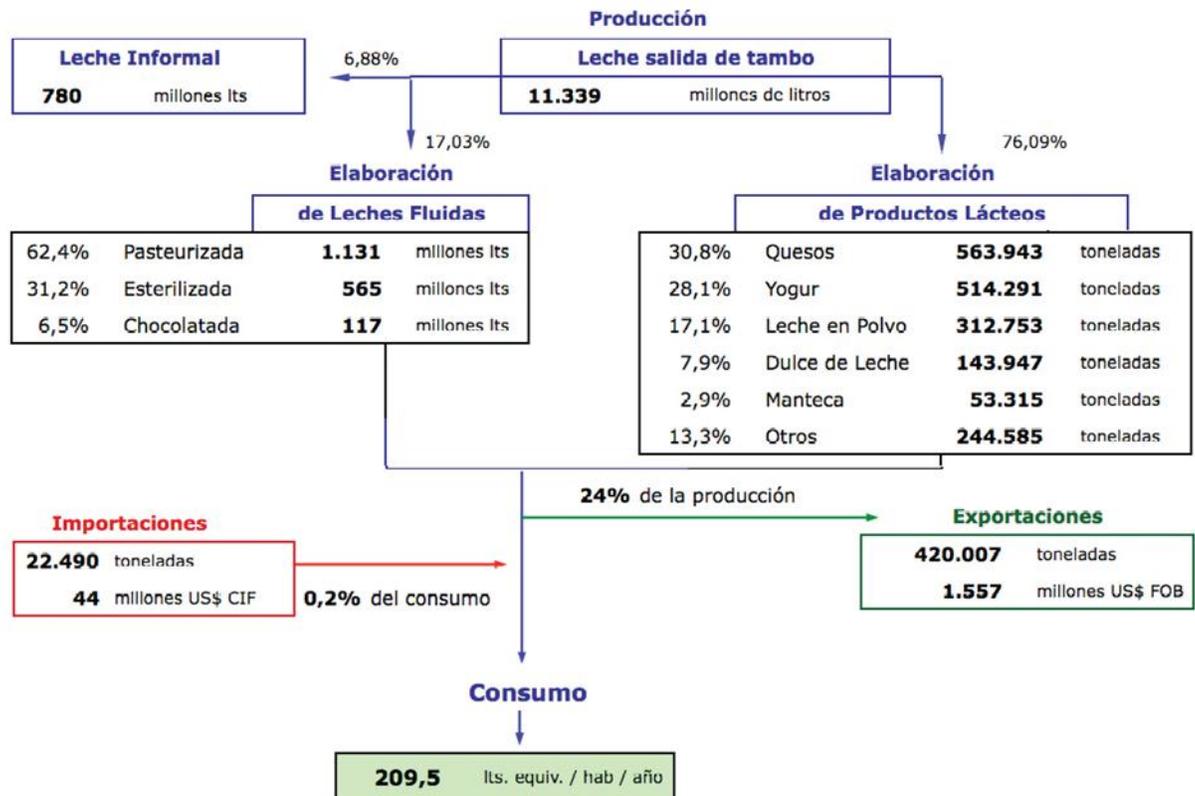


Figura 1-3 Destino de la leche cruda de la Argentina en el año 2012 (Lechería Argentina, 2013).

1.2. Rotaciones forrajeras

En respuesta al aumento de los costos de producción, al deterioro en las condiciones comerciales y a la gran presión agrícola por las tierras, los productores lecheros se ven obligados a aumentar la productividad para mantener la rentabilidad y competitividad de sus explotaciones (Clark *et al.*, 2001; García y Fulkerson, 2005). La productividad está definida por los litros por hectárea o kilogramos de sólidos por hectárea, que dependen directamente de la carga animal y la producción individual. El incremento de estas dos variables se puede lograr mediante el aumento de la cantidad de alimento comprado fuera del tambo (concentrados y subproductos) y/o el incremento en la producción de forrajes procedentes del mismo establecimiento, sean pasturas o cultivos forrajeros anuales (Alford *et al.*, 2009).

En los sistemas de base pastoril, muy presentes a lo largo de las diferentes cuencas del país, la cantidad de forraje producido por hectárea define el techo para la producción de leche basado en alimento del propio campo. Pese a valores potenciales de productividad de hasta 25 toneladas de materia seca (MS) de forraje ($\text{tn MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) para pasturas plurianuales sin limitaciones para el crecimiento (Neal *et al.*, 2005), bajo condiciones normales en la Argentina, los rendimientos podrían rondar las $15 \text{ tn MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ con ofertas variables en distribución a lo largo del año. Esto genera que su utilización presente una fuerte limitante, además de incrementar los costos de producción, debido al uso de suplementos en los períodos deficitarios en pasto (García *et al.*, 2000; Amigone y Tommaso, 2006; García *et al.*, 2008.; Kloster y Latimori, 2010).

El uso de pasturas plurianuales combinado con secuencias de cultivos forrajeros anuales, presenta numerosas ventajas comparativas (García *et al.*, 2007). En primer lugar, se pueden lograr incrementos en la oferta de forraje para reducir el impacto de los déficits estacionales, lo que permite alcanzar las altas cargas animales necesarias para maximizar la utilización del forraje y mantener su calidad (Clark *et al.*, 2007); a su vez, permite un mayor control de la calidad del alimento y un mejor equilibrio nutricional en la dieta de los animales. Por último, aumenta la eficiencia de utilización del agua y del nitrógeno, reduciendo la necesidad de compra de suplementos e impactando finalmente sobre los costos de producción. Estos sistemas más intensificados, requieren infraestructura adicional para la siembra, cosecha, almacenamiento y suministro del forraje, lo que podría repercutir negativamente en los costos. Por lo tanto, para tener éxito como una alternativa sostenible, estos factores deben ser beneficiosos en todos los niveles del sistema (García *et al.*, 2008).

En nuestro país, las rotaciones forrajeras de dobles cultivos son muy utilizadas principalmente con el propósito de incrementar la producción por superficie y asegurar una oferta más o menos constante a lo largo del año (Vernengo y Spara, 2006, Vernengo *et al.*, 2012). Sin embargo, están limitadas en su empleo por su duración, el tipo de suelo y falta de complementariedad a nivel suelo-planta. Por ejemplo, una de las rotaciones típicas y más utilizada en la provincia de Buenos Aires es raigrás anual - maíz para silaje, no sería considerada complementaria teniendo en cuenta que ambas especies son gramíneas, con lo cual utilizarían recursos muy similares (García *et al.*, 2007). Si bien estas rotaciones pueden producir más de 30 tn MS ha⁻¹ año⁻¹ (Pritchard, 1987) también pueden presentar inconvenientes debido a elevados requerimientos de nitrógeno (el raigrás anual es el

antecesor de maíz que deja las menores concentraciones de nitratos en suelo) (Vyn *et al.*, 1999).

Las CFR (Complementary forage rotations) son un tipo especial de rotaciones forrajeras, en las cuales los cultivos que las componen se complementan en varios niveles (García *et al.*, 2007). En estos sistemas, se utiliza maíz como cultivo de cosecha gruesa, colza forrajera que actúa como biofumigante (Matthiessen y Kirkegaard, 2006) y mejora la aireación del suelo mediante la penetración de raíces (Williams y Weil, 2004) y una leguminosa como fijador de nitrógeno atmosférico como podría ser el trébol persa o la arveja (Fillery, 2001; Ledgard *et al.*, 2001).

Este tipo de rotaciones, a su vez complementadas en el sistema con pasturas plurianuales, permiten incrementar la calidad total de la dieta aumentando la cantidad de proteína cruda, disminuyendo la fibra, incrementando el consumo de MS y reduciendo el riesgo de enfermedades metabólicas.

Finalmente, quizá el aspecto más relevante sea que tienen el potencial de incrementar la productividad y rentabilidad de la explotación mediante el aumento de la producción de forraje total y de su utilización, lo cual permitiría aumentar la carga animal y la producción de leche por hectárea (García *et al.*, 2007).

Lo que se propone en el siguiente trabajo es determinar la oferta forrajera y la calidad nutricional de diferentes cultivos utilizados como parte de distintas rotaciones agrícolas. Se compararán los cultivos otoño-invernales de las rotaciones complementarias frente a los cultivos otoño-invernales que componen algunas de las rotaciones típicas de la región

pampeana. Esta es la primera etapa de un proyecto que se completará con la evaluación de las especies estivales de las diferentes secuencias.

A continuación se describirán las características agronómicas de los cultivos de invierno de las rotaciones tradicionales y de las CFR.

1.2.1 Colza forrajera

La colza forrajera (*Brassica rapa*) es una especie perteneciente a familia de las crucíferas con gran aptitud forrajera. Entre sus características más sobresalientes para la producción lechera se destaca su rápido crecimiento otoñal; sembrada en fechas tempranas puede alcanzar tasas de crecimiento del orden de los 100 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ y un rendimiento total que puede variar entre 5 y 11 tn MS ha⁻¹ año⁻¹ dependiendo de las condiciones. En cuanto a su calidad forrajera, podría ser comparable con la de los concentrados proteicos; con una adecuada fertilización y manejo, esta especie puede lograr valores de proteína bruta (PB) de 29 a 33%, energía metabolizable (EM) 2.72 Mcal kg MS⁻¹ y menos fibra digestible neutro (FDN 17-26%) que otras pasturas típicas. Además, su calidad puede mantenerse incluso con una frecuencia de pastoreo bajas, lo cual evidencia una ventaja comparativa frente a otras especies forrajeras. En términos de aceptación por parte de las vacas lecheras, la colza resulta muy palatable y según estudios realizados en varias especies, se encuentra segunda por detrás de raigrás anual en cuanto a nivel de preferencia. Además de lo anteriormente mencionado, su relativo bajo costo de implantación debido a su baja densidad de siembra y excepcional eficiencia en el uso de agua y nitrógeno, la convierten

en una alternativa más que interesante a ser considerada (García *et al.*, 2008; Horadagoda, 2009; Kaur *et al.*, 2010, 2011; Islam y García, 2011; Islam *et al.*, 2012).

La colza tiene la capacidad de mejorar las características del suelo y reducir la carga de patógenos presentes (Matthiessen y Kirkegaard, 2006), lo cual podría beneficiar al cultivo subsiguiente en la rotación forrajera complementaria (García *et al.*, 2007). Esta especie, se insertaría muy bien en la rotación después del maíz (García *et al.*, 2008) debido a que este último, requiere altos niveles de fertilización ($\sim 300 \text{ kg N ha}^{-1}$) para maximizar su rendimiento como silaje (Islam y García, 2012). Al presentar los cultivos del género Brassica un rápido crecimiento y sistemas de raíces muy activos (Shepherd y Davies, 1993), el N disponible se capturaría más eficientemente que en otras especies otoño-invernales como el caso del raigrás anual (Malagoli *et al.*, 2005). Esto generaría un potencial para reducir la necesidad fertilización nitrogenada debido al efecto residual que podría generar el cultivo antecesor.

La colza es una especie C_3 que requiere de climas frescos para su crecimiento (5-27°C) y es muy tolerante a las heladas. El momento de siembra óptimo se encuentra hacia fines de febrero principios de marzo; con siembras más tardías se perdería la ventaja de poder utilizarlo como forraje otoñal. Esta especie crece en un amplio rango de suelos, siempre y cuando éstos posean buena aireación, pH entre 4.2 y 8.2 y un régimen de precipitaciones del orden de 300 mm durante el período de crecimiento (Duke, 1983). Debe ser sembrada a una profundidad de siembra menor a 2 cm, un espaciamiento entre hileras de 30-70 cm (50-70 plantas m^{-2}) y a una densidad de siembra de 3 kg ha^{-1} . Si bien se recomendaba sembrar a razón de $4\text{--}5 \text{ kg ha}^{-1}$, estudios recientes demostraron que es

demasiado elevado para lograr una óptima eficiencia de pastoreo (Najda, 1991; Kimber y Mc Gregor, 1995).

Según trabajos realizados, una colza que rinde 8 tn MS ha⁻¹ extrae del suelo 307 kg N, 22 kg P y 144 kg K, por lo cual la fertilización en esta especie es de suma importancia. En algunos ensayos, se observó que este cultivo tiene una gran respuesta a la aplicación de nitrógeno sobre todo si se lo conduce bajo riego (Islam y García, 2011).

Fariña (2010) demostró que esta especie puede ser pastoreada por las vacas entre dos y tres veces durante la temporada de crecimiento, lo cual permitiría reducir los costos de suplementación notablemente. Esta amplia ventana de pastoreo se debe a que la colza tiene una buena capacidad de rebrote luego de cada cosecha (Jung *et al.*, 1988; García y Fulkerson, 2005; Fariña y García, 2009). El manejo del pastoreo puede realizarse de varias maneras, el más adecuado es aquel tendiente a optimizar el rebrote consumiendo solamente hojas y pecíolos dejando intacto el ápice. Lo más conveniente es pastorear con una altura de 50 cm, aproximadamente 6-8 semanas después de la siembra con una asignación de 5-6 kg MS vaca⁻¹. Si se lo pastorea antes o en mayor cantidad, su palatabilidad disminuye y el riesgo por intoxicación o muerte de animales aumenta debido a su alto contenido de nitratos (Nichol *et al.*, 2003; Stefanski *et al.*, 2010). Normalmente se utilizan altas cargas instantáneas (8-10 m² vaca⁻¹ o 800-1000 vacas ha⁻¹) y se pastorean superficies pequeñas lo cual alarga la frecuencia de pastoreo. A pesar de la pérdida de calidad forrajera muy característica en todos los forrajes, la colza contiene un alto valor nutritivo y puede mantenerse elevado incluso hasta la semana 13 post siembra lo cual es importante teniendo en cuenta su manejo típico (Fulkerson, 2008; Kaur *et al.*, 2011).

La colza es afectada por enfermedades y plagas como pulguilla de la colza (*Psyllodes sp.*), esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*), pié negro (*Leptosphaeria maculans*), mancha foliar leve (*Pyrenopeziza brassicae*) y mildew (*Peronospora parasítica*) (Ayes y Clements, 2002).

1.2.2 Trébol persa

La otra especie otoño-invernal utilizada en las rotaciones forrajeras complementarias es el trébol persa (*Trifolium resupinatum*). Este cultivo pertenece a la familia de las leguminosas, por lo tanto tiene la capacidad de fijar N atmosférico mediante una relación simbiótica con una bacteria del género *Rhizobium*. En una rotación CFR contribuye con un 10% del total de la materia seca, estando considerada más como un mejorador del suelo debido al aporte de nitrógeno para los cultivos siguientes (García y Fulkerson, 2006).

El trébol persa es una especie de crecimiento otoño-inverno-primaveral (OIP) que se adapta a un amplio rango de tipo de suelos (pH 6-8), desde francos a arcillosos e incluso bajos en fertilidad. A su vez, es resistente al calor y desarrolla un profundo sistema radical que lo hace tolerante a la sequía y al anegamiento. Para lograr altos volúmenes de materia, seca este cultivo requiere precipitaciones de entre 450-650 mm. En cuanto al establecimiento, el stand de plantas óptimo es del orden de las 100.000 pl ha⁻² (4-5 kg ha⁻¹), aunque intersembrado al voleo luego del corte de la colza se recomiendan entre 15-20 kg ha⁻¹ (Verhallen *et al.*, 2001; Lacy, 2003; García *et al.*, 2008).

Para la fertilización de esta especie, lo que se recomienda es asegurar una disponibilidad de entre 11-23 kg P ha⁻¹, lo más conveniente es ajustar la dosis aplicar según análisis de suelo. Se estima que la contribución de N del trébol al suelo puede variar entre 10 kg N ha⁻¹ año⁻¹ (suelos pobres) y 380 kg N ha⁻¹ año⁻¹ (suelos fértiles) (Fulkerson y Lowe, 2002; Lacy, 2003).

El trébol persa, dentro de una rotación CFR puede producir alrededor de 4 tn MS ha⁻¹ año⁻¹ con dos o tres cortes anuales, pastoreándose normalmente cuando las hojas basales comienzan a senescer (García *et al.*, 2006). En cuanto a la calidad forrajera, tiene un elevado valor nutritivo y palatabilidad; algunos trabajos informan porcentajes de proteína cruda (PC) del orden de 26.5%, fibra detergente neutro (FDN) 28.6%, fibra detergente ácido (FDA) 21.9% y EM 2,63 Mcal kgMS⁻¹ lo cual la convierte en una importante opción a ser considerada (García *et al.*, 2008).

1.2.3 Raigrás anual

El raigrás anual (*Lolium multiflorum* Lam.) es una gramínea de producción OIP originaria de Europa del Sur. Esta especie se encuentra ampliamente distribuida a lo largo del mundo, especialmente América del Norte y del Sur, Europa, Australia y Nueva Zelanda. Se adapta bien a climas fríos, húmedos y suelos bien drenados con las máximas tasas de crecimiento entre 20-25°C de temperatura media del aire, aunque es muy tolerante a un amplio rango de climas y suelos. Entre sus características principales se pueden destacar su elevado potencial productivo, alta digestibilidad y palatabilidad que la convierten en una especie muy valorada en los sistemas de producción lechera. Por otra

parte, su excelente plasticidad de manejo permite rebrotes vigorosos y sin pérdida de plantas, aún con gran intensidad y frecuencia de defoliación. A su vez, presenta una elevada longitud del ciclo productivo, altas tasas de acumulación de MS durante el invierno y se adapta a sitios con escaso drenaje y pH entre 5 y 7.8. El raigrás comúnmente se utiliza como verdeo de invierno, aunque en algunas ocasiones se lo destina a silaje debido a su alto rendimiento y excelente calidad forrajera (Vernengo y Zurschmitten, 1988; Vernengo *et al.*, 1995; Hannaway *et al.*, 1999; Ball *et al.*, 2002; Abraha, 2011).

En cuanto a la fertilización, algunos trabajos realizados en la cuenca lechera de abasto demuestran que existen grandes respuestas del raigrás anual al nitrógeno durante los meses más fríos del año (junio y julio), siempre que haya humedad superficial en el momento de la fertilización (Vernengo y Spara, 2006). El óptimo es variable entre años y sitios, dependiendo de las condiciones climáticas, fertilidad del suelo, etc. Además de impactar directamente en los kg MS ha⁻¹, la calidad forrajera también se encuentra fuertemente influenciada por la fertilización nitrogenada (Abraha, 2011).

Los rendimientos promedio de esta especie en la región pampeana rondan las 15 tn MS ha⁻¹ año⁻¹, considerando un cuarto corte con destino a silaje. Posee una excelente calidad nutricional, alta palatabilidad, digestibilidad de la materia seca (DMS), energía metabolizable, proteína y minerales. En estado vegetativo se han reportado valores de FDN 38,2-40,9%; PC 23-29%; EM 2.46- 2,67 Mcal kg MS⁻¹; DMS 75-83% (Hannaway *et al.*, 1999; McCormick *et al.*, 2001; Granzin, 2004; Fulkerson *et al.*, 2005; Meeske *et al.*, 2006; Abraha, 2011; Vernengo *et al.*, 2012)

1.2.4 Avena

La avena (*Avena Sativa*) es un cereal de producción otoño-inverno primaveral ampliamente distribuido a lo largo del mundo. Se adapta a una gran amplitud de temperaturas, variando desde 5°C a 25°C, precipitaciones por encima de 500mm y suelos preferentemente francos, pudiendo tolerar cierta acidez y baja fertilidad (Assefa, 2006). En varios países de la región del Himalaya, América del sur y África del norte, la avena es la principal especie cultivada fundamentalmente debido a su relativa facilidad de crecimiento y cosecha. Particularmente en la subregión húmeda de la pradera pampeana, es el cultivo de invierno más tradicional y utilizado con destino a pastoreo directo (Suttie y Reynolds, 2004; Kloster y Amigone, 2005).

Como característica importante se puede mencionar que la avena posee un crecimiento inicial muy vigoroso, pudiendo ofrecer a los 50 días de la emergencia una cantidad importante de forraje de muy alta calidad nutricional y palatabilidad. Las tasas de crecimiento medias diarias para las siembras de otoño pueden ser de 50 a 60 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ durante el invierno y de más de 100 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ en la primavera (Miller, 1984; De Ruiter *et al.*, 2002)

Los rendimientos pueden ser muy variables dependiendo del cultivar, condiciones climáticas y de sitio; diferentes ensayos han reportado rindes de entre 4 y 18 tn MS ha⁻¹ año⁻¹ (Hechmi, 1999; Assefa, 2006; Bakhsh *et al.*, 2007). Manejada y sembrada correctamente, en la región pampeana pueden lograrse entre tres y cuatro cortes o pastoreos, incluyendo un último aprovechamiento con destino para silaje con rendimientos de entre 5 y 10 tn MS ha⁻¹ año⁻¹ (Ferrari y Speroni, 2006; Kloster y Amigone, 2005).

En cuanto a la calidad nutricional presenta también variabilidad; diferentes estudios indican que en pastoreo se lograron porcentajes de PC de entre 4.6 y 23.6%, FDN 50.7-70.2% FDA 24.7-43.5% y EM 1.98 Mcal kg MS⁻¹ (Weston, 1989; Hart y Leibholz, 1990; Sekine *et al.*, 2000)

1.3 Hipótesis

Las especies invernales que conforman las CFR (colza forrajera/trébol persa), podrían lograr una mayor oferta forrajera (tn MS ha⁻¹) y calidad nutricional que las especies invernales de las secuencias forrajeras tradicionales de la región pampeana (avena y raigrás anual). Si esto se lograra, las CFR podrían utilizarse en el sistema de rotaciones complementando a las pasturas plurianuales con el fin de incrementar la cantidad total de forraje producido y la producción de leche por hectárea.

1.4 Objetivos

- Determinar la oferta de forraje (tn MS ha⁻¹) de diferentes cultivos invernales que conforman rotaciones forrajeras complementarias y tradicionales de la región pampeana.
- Determinar la calidad nutricional (PB, FDA, FDN, DMS) de la oferta de forraje de estas especies.

CAPÍTULO 2

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Sitio experimental, clima, diseño y tratamientos

El ensayo se condujo entre los meses de marzo y noviembre del 2013 en el campo experimental de la Universidad Nacional de Luján, Luján, provincia de Buenos Aires, Argentina ($34^{\circ}36'S$, $59^{\circ}04'O$, 32 m.s.n.m.). Las condiciones climáticas del sitio durante el período del ensayo se muestran en la Cuadro 2-1.

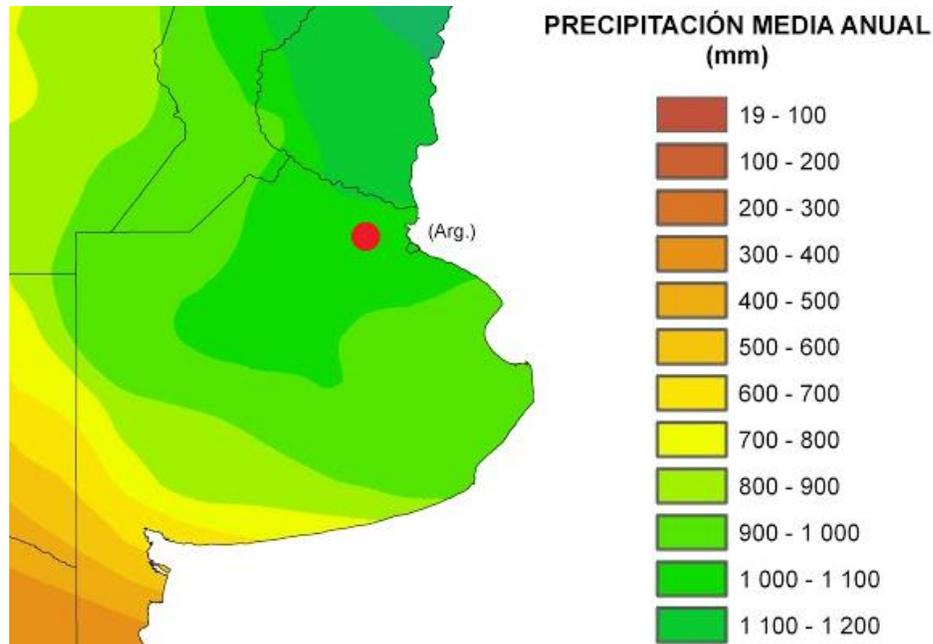


Figura 2-1 Ubicación del campo experimental de la UNLU y la precipitación media anual de la región (1.000-1.100 mm) (adaptado de Rubí Bianchi y Cravero, 2010)

Las parcelas experimentales (4,2 x 3,0 m) fueron ubicadas aleatoriamente en bloques completos con tres repeticiones sobre un suelo Argiudol típico imperfectamente drenado, con aptitud de uso II w, ubicado en un plano alto, ligeramente convexo y con escasa pendiente (Anexo 4). Se estableció una zona de bordura de 0,25 m para todo el ensayo. Los tratamientos fueron diferentes cultivos otoño-invernales (avena, raigrás anual y colza forrajera intersembrada con trébol persa) (Figura 2-2).

Bloque I	Raigrás anual	Colza forrajera-trébol persa	Avena
Bloque II	Colza forrajera-trébol persa	Avena	Raigrás anual
Bloque III	Avena	Raigrás anual	Colza forrajera-trébol persa

Figura 2-2 Ubicación espacial de los tratamientos evaluados.

Cuadro 2-1 Precipitaciones, temperaturas diarias máximas, mínimas y medias durante el período del ensayo (mar 2013- nov 2013).
 Datos obtenidos de la estación meteorológica de la UNLU.

Mes	Temperatura (°C)			pp (mm)	pp (1988-2012) (mm)
	Max	Min	Media		
Marzo	24,2	17,4	20,8	72,5	142,6
Abril	23,7	15,9	19,8	66,5	110,1
Mayo	18,3	11	14,7	89,5	68,4
Junio	16,5	4,4	10,5	10,5	48
Julio	15,8	5,4	10,6	36	45,1
Agosto	17,2	3,9	10,6	7	51,4
Septiembre	18,7	8,4	13,6	159	50,2
Octubre	22,9	11,7	17,3	18,5	106,7

Noviembre	26	13,7	19,9	165	107,1
Total	20,37	10,2	15,3	624,5	729,6

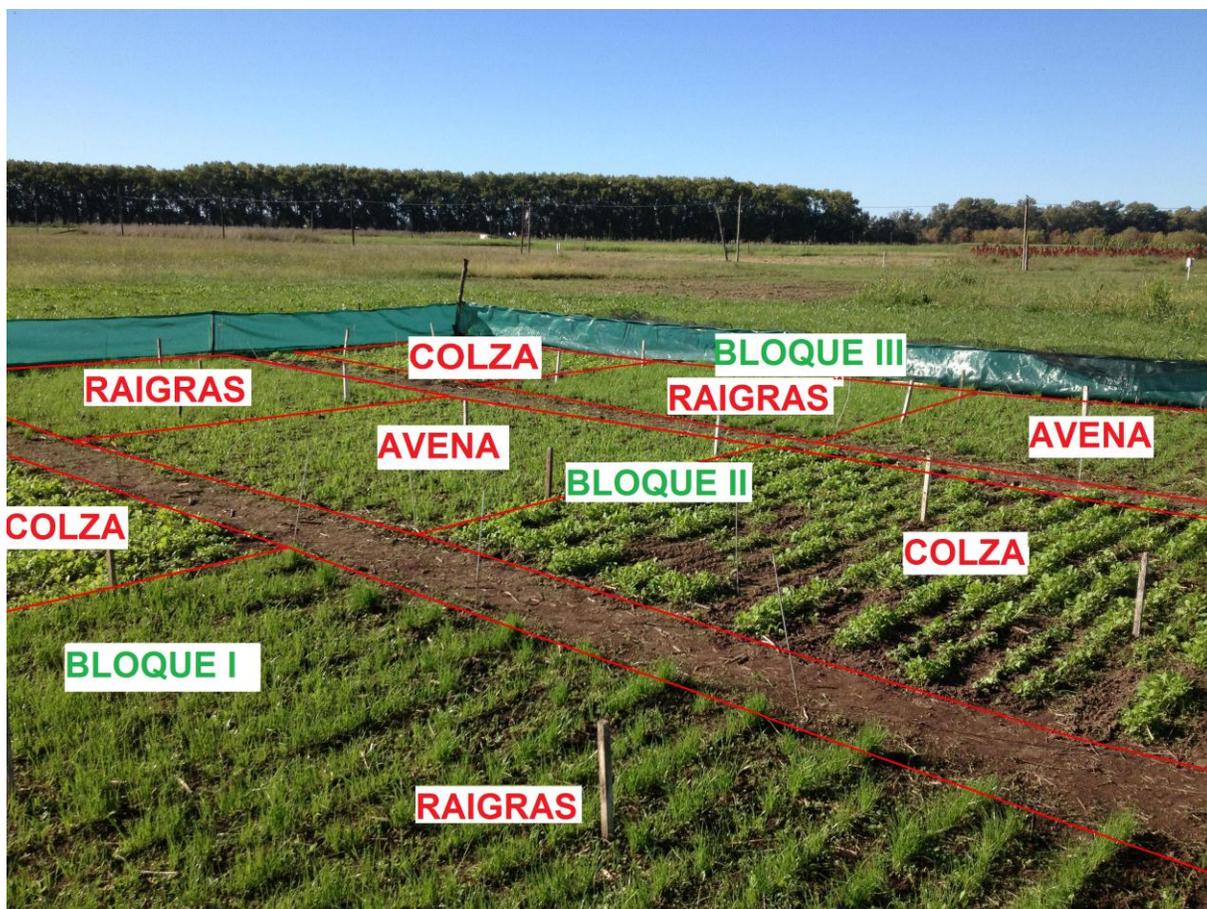


Figura 2-3 *Tratamientos con los cultivos emergidos.*

2.2 Establecimiento y manejo de los cultivos

Para la implantación de colza forrajera, avena y raigrás se realizó el laboreo del suelo y la preparación la cama de siembra con un rotovator. Los cultivos se sembraron el 22 de marzo del 2013 a una distancia entre líneas de 0,2 m, utilizando una sembradora manual de placas intercambiables que permite el ajuste de la densidad de siembra según el caso. El trébol persa se sembró al voleo luego del segundo corte realizado en la colza forrajera. Se



Figura 2-4 Protección contra plagas con red y malla perimetral

realizó un control de malezas manual, un control de plagas químico y físico con red y malla perimetral (Figura 2-4). Los tratamientos se cosecharon al mismo tiempo con una motoguadaña de corte alternativo frontal. La fecha se estableció en el momento en que los cultivos se encontraban con su máxima disponibilidad forrajera, determinada según criterios de manejo prácticos propios de cada especie.

2.2.1 Colza forrajera

La colza forrajera (*Brassica rapa*) (cv. 'Appin') se sembró con una densidad de 3 kg ha⁻¹ equivalentes a 40 plantas establecidas por m². Se fertilizó a la siembra con superfosfato triple (300 kg ha⁻¹; 0 % N, 20 % P, 0 % K). Se realizaron tres aplicaciones con urea granulada de 130 kg ha⁻¹ (60 kg N ha⁻¹), la primera durante el crecimiento inicial (5 de abril) y las otras luego del primer y segundo corte.

Para la colza, lo esperado hubiese sido lograr tres cortes aunque sólo pudieron realizarse dos. Esto se debió fundamentalmente a que luego de la segunda cosecha, el cultivo no rebrotó correctamente acumulando muy poca materia seca. El primer corte se realizó el día 24 de mayo 2013 (63 días post-siembra -PS) y el segundo el 29 de julio (129 días PS). El momento de corte se estableció cuando el canopeo se cerró completamente (aproximadamente a una altura de 60 cm). La cosecha de cada parcela se realizó dejando un remanente de 25 cm, simulando la intensidad de pastoreo típica para esta especie con vacas lecheras.

2.2.2 Avena

La Avena (*Avena sativa*) (cv. 'Soberana') se sembró con una densidad de 100 kg ha⁻¹ equivalentes a 300 plantas establecidas por m². Se fertilizó a la siembra con superfosfato triple (300 kg ha⁻¹; 0 % N, 20 % P, 0 % K). Se realizaron cuatro aplicaciones con urea granulada de 130 kg ha⁻¹ (60 kg N ha⁻¹): la primera al macollaje (5 de abril) y las otras luego del primero, segundo y tercer corte. Para el control del pulgón se aplicó clorpirifos el

día 5 de abril con una dosis de 0.35 l ha^{-1} . El primer corte se realizó el día 24 de mayo 2013 (63 días PS), el segundo el 29 de julio (129 días PS), el tercero el 20 de septiembre (182 días PS) y el cuarto el 18 de noviembre (241 días PS). El momento de corte se estableció cuando el canopeo cerró completamente (aproximadamente 2 a 3 hojas por macollo), en el caso del último corte con destino a silaje el estado fenológico fue grano pastoso. Se realizó la cosecha de los cortes con destino a pastoreo dejando un remanente de 5 cm, lo cual simuló la intensidad máxima con la cual se puede asegurar un buen rebrote en esta especie. El cuarto corte se cosechó dejando un remanente de 2 cm.

2.2.3 Raigrás anual

El raigrás anual (*Lolium multiflorum*) (cv. 'Abundant') se sembró a una densidad de 30 kg ha^{-1} equivalentes a 800 plantas establecidas por m^2 . Se fertilizó a la siembra con superfosfato triple (300 kg ha^{-1} ; 0 % N, 20 % P, 0 % K). Se realizaron cuatro aplicaciones con urea granulada de 130 kg ha^{-1} (60 kg N ha^{-1}): la primera al macollaje (5 de abril) y las otras luego del primero, segundo y tercer corte. El control del pulgón se realizó el día 5 de abril del mismo modo que la avena. Los cortes se realizaron en las mismas fechas que en el caso de la avena. El momento de corte se estableció cuando el canopeo cerró completamente (aproximadamente 2 a 3 hojas por macollo), en el caso del último corte con destino a silaje el estado fenológico fue estado de bota. Se realizó la cosecha de cada parcela dejando un remanente de 2 cm, lo cual simula la intensidad de pastoreo con la cual se puede manejar correctamente a esta especie.

2.2.4 Trébol Persa

El trébol persa (*Trifolium repensinatum L.*) (cv. Gentos® ‘Laser’) se sembró al voleo una vez realizado el segundo corte de la colza forrajera (29 de julio) con una densidad de 15 kg ha⁻¹. Debido a las características propias de esta especie y a las condiciones de sequía imperantes durante esos meses, la semilla no logró germinar uniformemente no pudiéndose realizar ninguna cosecha de este cultivo. Esto condicionó la comparación propuesta inicialmente ya que lo esperado era que buena parte de la MS del tratamiento provenga de este cultivo.

2.3 Cosecha de forraje y mediciones

Como se mencionó anteriormente, la cosecha de cada parcela se realizó con una motoguadaña de corte alternativo frontal. La totalidad del material cosechado se pesó inmediatamente con una balanza electrónica para obtener la materia verde (MV). Se tomaron muestras compuestas de cada tratamiento procedentes de las tres repeticiones (-500g), las cuales se secaron en estufa a 60°C hasta peso constante para obtener el porcentaje de materia seca (% MS). A su vez, se guardaron de cada tratamiento dos submuestras para la determinación de parámetros de calidad de forraje.

Se realizaron análisis de concentración de fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN) y nitrógeno total (N). La proteína cruda (PC) se estimó a partir de



Figura 2-5 Cosecha mecánica de los diferentes tratamientos

cálculo de N utilizando la formula $PC = 6.25 \times N$ (Ulyatt *et al.*, 1980; Waghorn, 2007). A su vez, se estimó el porcentaje de digestibilidad de la materia seca (DMS) a partir de la formula $DMS = 88,9 - (0,779 \times FDA) / 100$ (Rohweder *et al.*, 1978).

2.4 Análisis estadístico

Para evaluar la oferta de los cortes y el total de cada cultivo se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y cuando correspondió, una prueba de comparaciones múltiples (Tukey $p \leq 0,05$) para determinar la significancia de las diferencias entre los valores medios. El mismo procedimiento fue utilizado para los parámetros de calidad nutricional (FDN, FDA, PC, DMS). El software utilizado para el análisis estadístico fue el Mstat-C ®. (Anexos 5-1 a 5-22)

CAPÍTULO 3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Oferta forrajera

3.1.1 Oferta forrajera de los tres primeros cortes con destino a pastoreo

No se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para ninguno de los tres cortes con destino a pastoreo ($p \leq 0,05$) (Figura 3-1).

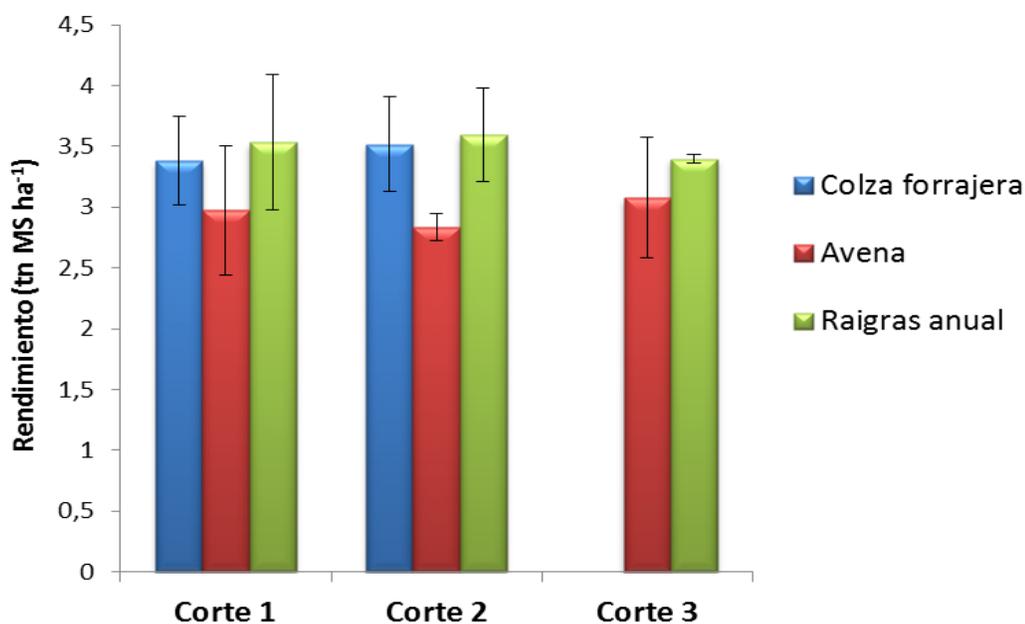


Figura 3-1 Oferta forrajera de los tres cortes con destino a pastoreo de la colza forrajera, avena y raigrás anual. Barras indican desvíos estándar de los valores medios

Para el caso del primer corte (24 de mayo) de la avena y el raigrás, los resultados no concuerdan con algunos reportados en la bibliografía. Según lo citado por diversos autores,

en general se observa para la primera cosecha diferencias a favor de la avena debido a su mayor velocidad inicial de crecimiento (Vernengo y Spara, 2006; Kloster et al.; 2008). Cayetti (2011), en condiciones similares a las de este ensayo, halló diferencias significativas a favor del raigrás anual, lo cual tampoco concuerda con el resultado obtenido. En el caso de la colza forrajera, Islam et al. (2012) reportó valores superiores a las 4 tn MS ha⁻¹ para la primera cosecha, aunque con fertilizaciones de 260 kg N ha⁻¹ y riego complementario. Si se tiene en cuenta que en este ensayo se fertilizó con 180 kg N ha⁻¹ y fue realizado bajo secano, el rendimiento de la colza se encontraría dentro de valores más que aceptables.

En el segundo corte (29 de julio), los valores de la colza forrajera y el raigrás anual fueron muy similares, no hallándose diferencias estadísticas entre los tratamientos. Los rendimientos obtenidos para la avena y el raigrás anual fueron superiores a lo reportado en ensayos conducidos bajo condiciones similares (Dicatarina, 2008; Lago, 2010; Cayetti, 2011). En el caso de la colza, Islam et al. (2012) obtuvo rendimientos superiores a las 5 tn MS ha⁻¹ para este corte, pero bajo las condiciones de fertilización y riego anteriormente detalladas.

En la última evaluación con destino a pastoreo (20 de septiembre), los rendimientos del raigrás y la avena fueron nuevamente similares no hallándose diferencias entre ellos. Cayetti (2011) reportó valores algo superiores para el raigrás, pero notablemente inferiores para la avena. Este comportamiento pudo haberse debido a las menores temperaturas promedio registradas durante ese ensayo previo al corte (10,29 °C) lo cual generó que la avena exprese una menor tasa de crecimiento en comparación con la presente evaluación (12,49 °C). Esta situación fue descrita por Mazzanti *et al.* (1997), quien reportó una mayor

eficiencia de raigrás anual por unidad de tiempo térmico cuando comparó tasas de crecimiento de ambas especies durante la estación fría en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. Por otra parte, como se observa en la Figura 3-1, no fue posible obtener una tercera cosecha de colza debido a que luego del segundo corte, el cultivo no rebrotó como se esperaba. Probablemente, sea necesario realizar nuevas evaluaciones para obtener más información sobre el manejo de esta especie y el comportamiento bajo las condiciones de la región.

3.1.2 Oferta forrajera acumulada de los tres primeros cortes

Como se muestra en el figura 3-2, se hallaron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos colza forrajera y raigrás anual para un período de 182 días entre siembra y tercer corte. La avena en cambio, presentó un

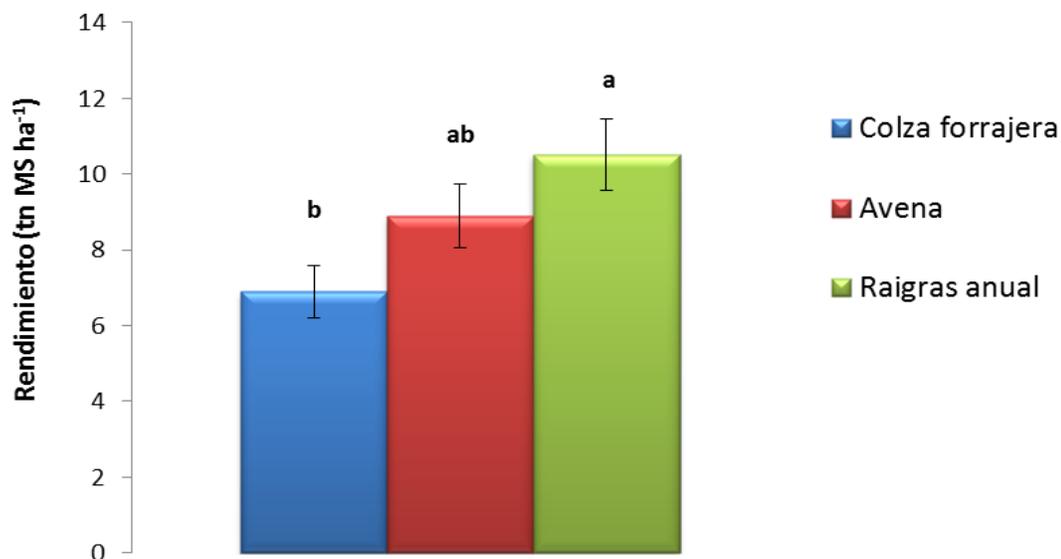


Figura 3-2 Oferta forrajera acumulada de los tres cortes con destino a pastoreo de la colza forrajera, avena y raigrás anual. Barras indican desvíos estándar de los valores medios

comportamiento intermedio no difiriendo de ninguno de los otros tratamientos. Los resultados obtenidos para la colza forrajera difieren notablemente de lo citado por la bibliografía. García *et al.* (2008) obtuvieron rendimientos acumulados de entre 10,7 y 12 tn MS ha⁻¹, mientras que Islam y García (2011) cosecharon entre 10,4 y 12,8 tn MS ha⁻¹ sembrando con densidades de 5 kg ha⁻¹. Es importante destacar que en estas experiencias se lograron tres cosechas de colza, los niveles de fertilización fueron superiores y se aplicó riego. Estos tres factores serían determinantes para explicar el diferencial de rendimiento logrado en este ensayo en comparación con lo hallado en la bibliografía. Probablemente, si hubiese sido posible obtener una tercera cosecha, el rendimiento se hubiese acercado a lo reportado por los autores antes citados.

Para el caso del raigrás anual, Ramajo Vértiz (2007) y Lago (2010) en trabajos realizados en la UNLU, obtuvieron algo más de 10 tn MS ha⁻¹ de forraje en un lapso de 196 y 200 días entre la siembra y el tercer corte respectivamente. A su vez, Vernengo *et al.* (1995) midieron producciones de forraje de 9,25 tn MS ha⁻¹ con un período de evaluación de 155 días. Cabe aclarar que estos trabajos fueron conducidos bajo las mismas condiciones de manejo, fertilidad y los resultados son concordantes con los obtenidos en el presente ensayo.

En cuanto a la avena, ensayos realizados bajo las mismas condiciones lograron valores algo inferiores a los obtenidos en este trabajo. Vernengo y Piroddi (1998) obtuvieron producciones de biomasa de 7,6 tn MS ha⁻¹ para el cultivar “INIA Soberana” en un período de 176 días. En otra evaluación conducida por los mismos autores, se lograron 5,7 tn MS ha⁻¹ en un lapso de 194 días (Vernengo y Piroddi, 2000).

Comparando avena frente a raigrás anual, Cayetti (2011) con 168 días entre la siembra y el tercer corte, encontró diferencias significativas a favor del segundo. Lo mismo ocurrió con Lago (2010), quien comparando avena (cv. Cristal INTA) y raigrás anual (cv. Raigrás) reportó producciones de 7,8 y 10,0 tn MS ha⁻¹ respectivamente en un lapso de 200 días. Si bien en el presente ensayo no se hallaron diferencias estadísticas entre el raigrás y la avena (figura 3-2), la oferta forrajera de ambas especies en términos de t MS ha⁻¹ fue similar a la obtenida por los autores citados anteriormente.

3.1.3 Oferta forrajera del cuarto corte (gramíneas destino a silaje)

Esta cosecha fue realizada el 18 de noviembre, 59 días posteriores al tercer corte del forraje con destino a pastoreo. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas (p

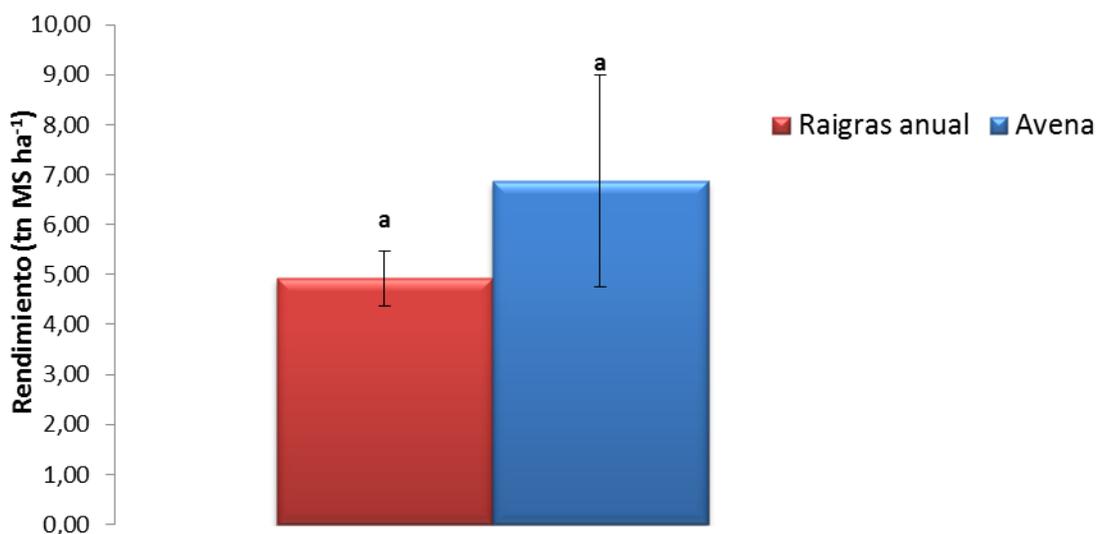


Figura 3-3 Oferta forrajera del cuarto corte con destino a silaje de la avena y el raigrás anual. Barras indican desvíos estándar de los valores medios

$\leq 0,05$) entre los tratamientos (figura 3-3).

Como se observa en la figura 3-3, el tratamiento colza forrajera no presentó resultados debido a que el trébol sembrado el 29 de julio no logró establecerse correctamente. Esto puede ser explicado en principio por las escasas precipitaciones registradas tanto previamente a la siembra como después de ella lo cual pudo haber generado una germinación lenta y desuniforme con posterior muerte de plántulas. Al analizar las precipitaciones del año 2013 (anexo 1) se puede observar que posterior a la siembra del TP solamente llovieron 7 mm en 38 días; si se compara la media de julio y agosto de la serie 1988-2012 (cuadro 2-1) llovieron 53,5 mm menos durante este ensayo. En concordancia con lo obtenido en un trabajo conducido por García *et al.* (2006), el trébol persa no logró establecerse correctamente en el primer año. Sin embargo, en el segundo año se resembró y lograron realizar una cosecha obteniendo un rendimiento promedio de 4,02 t MS ha⁻¹. En otro ensayo conducido por Fraser *et al.* (2004) evaluaron al trébol persa en diferentes locaciones y reportaron valores de entre 3 y 4 tn MS ha⁻¹. Al igual que lo expresado anteriormente para el caso de la colza, sería recomendable realizar nuevas evaluaciones con el fin de comprender mejor el comportamiento del cultivo y ajustar su manejo teniendo en cuenta la escasa información que existe en la Argentina. Si se analizan los resultados publicados en la bibliografía para trébol persa (García *et al.*, 2006; Fraser *et al.*, 2004), sería posible lograr rendimientos comparables a los obtenidos en el presente ensayo para el cuarto corte de las gramíneas.

Los tratamientos de avena y raigrás anual lograron rendimientos de 6,87 y 4,93 tn MS ha⁻¹ respectivamente, no difiriendo estadísticamente entre sí. En un ensayo reciente sobre variedades de avena en estado de bota, los autores reportaron valores de entre 4,94 y 7,33 tn

MS ha⁻¹ (Kaiser *et al.*, 2007), mientras que otros más antiguos citaron rendimientos de entre 3,5 y 4,7 tn MS ha⁻¹ (Andrews *et al.*, 1991; Muldoon, 1986; Dann *et al.*, 1977). Para el caso del raigrás, diferentes autores reportaron valores de entre 3,2 a 5,2 tn MS ha⁻¹ en el estado de madurez antes mencionado (Andrews *et al.*, 1991; Muldoon, 1986; Dann *et al.*, 1977).

Cayetti (2011) en un ensayo de similares características al presente, encontró diferencias significativas entre estos cultivos para el corte con destino a silaje, reportando valores promedios para el raigrás de 4,78 tn MS ha⁻¹ y de 7,03 tn MS ha⁻¹ para la avena. Las mismas diferencias fueron reportadas por Maekawa y Fantino (2009) en el oeste de la provincia de Buenos Aires, donde obtuvieron producciones de 1,25 tn MS ha⁻¹ y 3,26 tn MS ha⁻¹ para raigrás y avena respectivamente. Estos autores concluyeron que las potencialidades productivas del raigrás no pudieron expresarse debido al déficit hídrico imperante durante el año de estudio.

3.1.4 Oferta forrajera total de los cultivos invernales

Como se observa en la figura 3-4, se hallaron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) a favor de los tratamientos avena y raigrás anual frente al tratamiento colza forrajera. El período total de evaluación fue de 241 días entre siembra y último corte.

El tratamiento colza forrajera logró una oferta forrajera de 6,9 tn MS ha⁻¹, valor muy por debajo de lo reportado por diferentes autores en diversos trabajos. García *et al.* (2008) obtuvo en promedio 15,5 tn MS ha⁻¹ en dos años consecutivos de ensayo sumando las cosechas de colza y trébol persa. Asimismo, Islam y García (2011) obtuvieron con diferentes niveles de fertilización entre 13,4 y 16,4 tn MS ha⁻¹ pero en esta oportunidad utilizando arveja como leguminosa. En términos generales, las menores producciones reportadas en el presente ensayo se debieron fundamentalmente al no rebrote de la colza luego del segundo corte y a la pérdida del trébol persa debido a la falta de precipitaciones registradas en el período peri siembra como se describiera anteriormente (figura 2-1, anexo 1). Cayetti (2011) en un ensayo de similares características, obtuvo 15 tn MS ha⁻¹ para los cuatro cortes del raigrás y 13,6 tn MS ha⁻¹ para la avena, sin hallar diferencias significativas entre los tratamientos. Estos resultados son similares a los del presente en primer medida debido a que los tratamientos no difirieron entre sí, con respecto a la oferta forrajera (tn MS

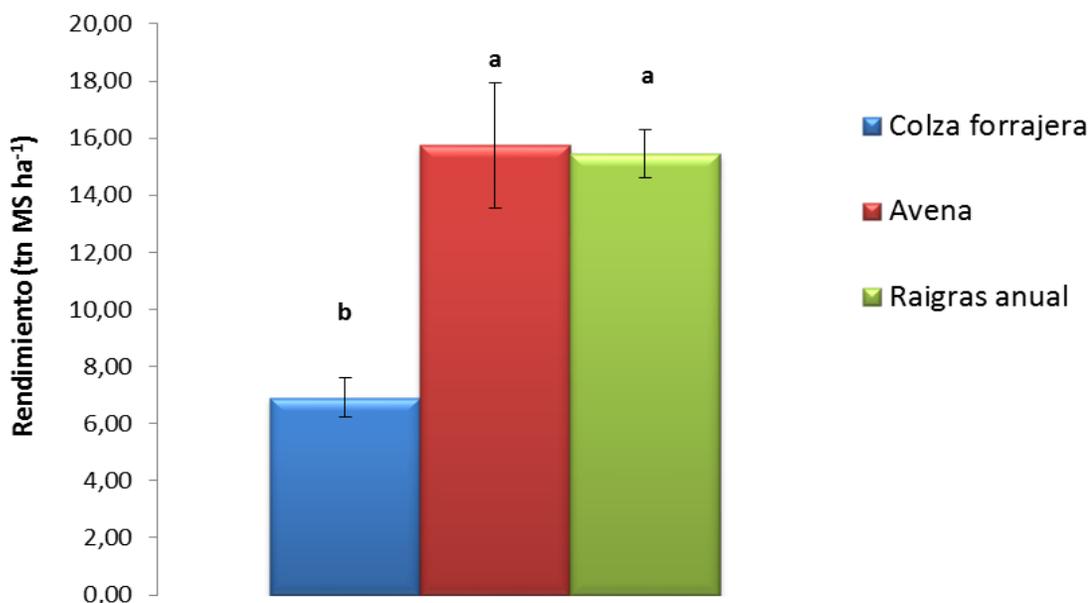


Figura 3-4 Oferta forrajera total incluyendo todos los cortes de la colza forrajera, avena y raigrás anual. Barras indican desvíos estándar de los valores medios

ha⁻¹) el raigrás fue parecido y la avena algo inferior.

3.2 Calidad forrajera

3.2.1 Calidad forrajera de los tres primeros cortes con destino a pastoreo

A continuación se describirán detalladamente los resultados obtenidos para cada especie en las diferentes cosechas.

3.2.1.1 Concentraciones de proteína cruda de los tres primeros cortes con destino a pastoreo

Se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos para concentración de proteína cruda en todos los cortes ($p \leq 0,05$). En el primer corte realizado el día 25/5, se hallaron diferencias significativas a favor de la avena con respecto a los otros dos tratamientos. Para el segundo corte realizado el día 29/7, se encontraron diferencias significativas entre la colza y el raigrás, presentando la avena un comportamiento intermedio (Figura 3-5). Finalmente, el último corte realizado el día 20/9 nuevamente presentó diferencias significativas de la avena con respecto al raigrás. Los resultados obtenidos para las tres especies en todos los cortes se encontraron por debajo de los valores

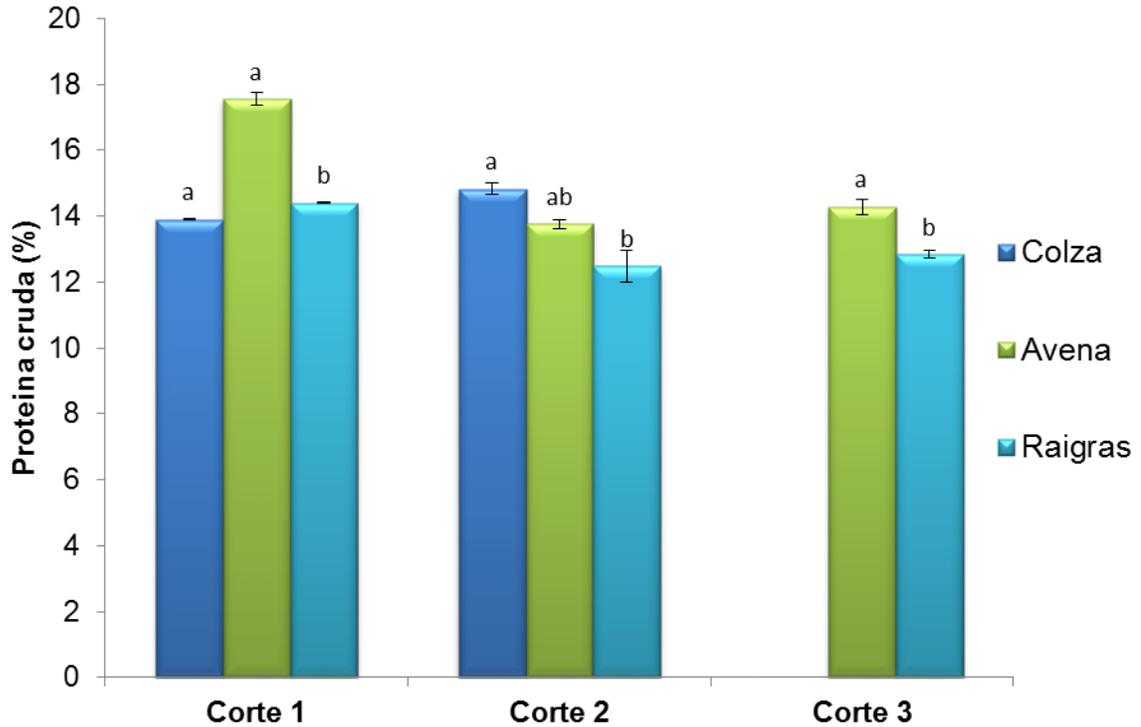


Figura 3-5 Concentración de proteína cruda (%) de los cortes con destino a pastoreo de la colza forrajera, avena y raigrás anual. Barras indican desvíos estándar de los valores medios

reportados en la bibliografía (Arelovich *et al.*, 1996; De Ruiter, 2000; García *et al.*, 2008; Islam y García, 2011; Islam *et al.*, 2012; Yusoff, 2012).

De Ruiter (2000) reportó en avena valores de PC de 29% para la primera cosecha, 22% para la segunda y 17% para la tercera. Yusoff (2012) halló valores para el primer corte de 26%, 20% para el segundo y 14% en el último. Para el caso del raigrás, el último autor reportó concentraciones de PC de 25% para la primera cosecha, 24% para la segunda y 23% para la última en el primer año de evaluación y de 23% a 22% en el segundo año. Finalmente, en colza forrajera Islam *et al.* (2012) reportó valores de PC de 20-23% para el primer corte y de 16-23% para el segundo. Podría presumirse que los mayores valores de

proteína reportados por la bibliografía en contraste con lo hallado en este trabajo se deban a los más altos niveles de fertilización nitrogenada utilizados en los trabajos internacionales (De ruitter, 2000 300 kg N ha⁻¹; Islam, 2012 230 kg N N ha⁻¹, Yusoff, 2012 500 kg N ha⁻¹). Este aumento del contenido de PC al incrementar la fertilización con N ha sido reportado por diversos autores (Difante et al., 2006; Lupatini et al., 2008).

Si bien en el presente trabajo no se realizaron comparaciones estadísticas entre las fechas de corte, cabe mencionar que ensayos realizados por diferentes autores reportan un decrecimiento en el nivel de PC con el avance de las diferentes cosechas. Esto es debido fundamentalmente al estado de madurez de los cultivos (Ford *et al*, 1979; Henry *et al*, 2000; Martínez *et al.*, 2007; Kaur *et al.*, 2011).

3.2.1.2 Concentraciones de FDN de los tres primeros cortes con destino a pastoreo

Se hallaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las gramíneas y el tratamiento colza forrajera para concentración de fibra detergente neutro en los dos primeros cortes (figura 3-6).

Al analizar la figura 3-6 se puede observar que en los tres cortes no se hallaron diferencias significativas entre la avena y el raigrás. Sin embargo, para las dos primeras cosechas, la colza forrajera presentó valores significativamente menores a los otros tratamientos. Este comportamiento responde a características intrínsecas de los cultivos, en los que menores niveles de fibra están asociados a cantidades de lignina decrecientes. La

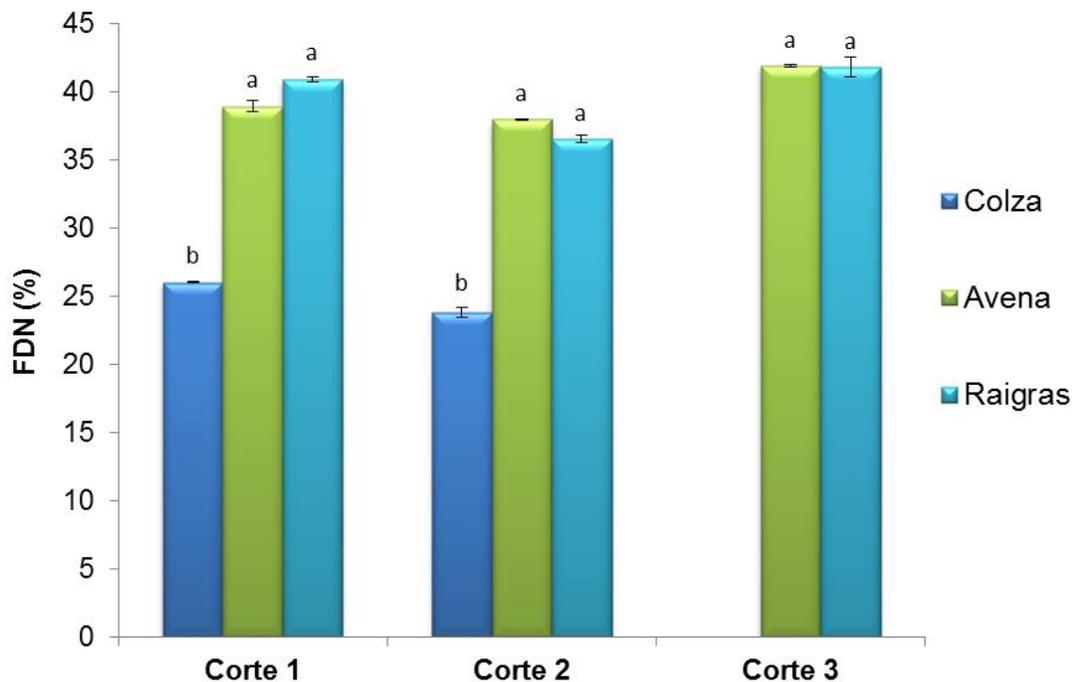


Figura 3-6 Concentración de fibra detergente neutro (FDN) de los cortes con destino a pastoreo de la colza forrajera, avena y raigrás anual. Barras indican desvíos estándar de los valores medios

explicación radica en que el género *Brassica* posee como particularidad que la estabilidad mecánica de los tallos se debe principalmente a su mayor diámetro, en lugar de la lignificación del anillo vascular (Evans *et al.*, 2003). Esto contrasta con la avena y el raigrás, en los que la lignificación del anillo es el principal responsable de la estabilidad

mecánica y soporte de los tallos (Chaves *et al.*, 2006a). En la práctica, significa que las especies que aumentan la estabilidad mecánica con un menor incremento de anillo vascular (colza forrajera) podrían mantener un valor nutritivo relativamente mayor (menor FDN).

En un ensayo conducido en Argentina donde se evaluaron ocho variedades de avena, Arelovich *et al.* (1996) reportó valores de 46-52% para el primer corte (19 de mayo) y de 50-53% en el segundo corte (26 de agosto). Este autor concluyó que existen algunas diferencias de FDN entre las distintas variedades. Por otra parte, Martínez *et al.* (2007) en un trabajo similar, halló valores de 38-44% para la primera cosecha y 37-45% para a segunda, en dos años de evaluación. En este ensayo las precipitaciones fueron de 819 mm para el primer año de evaluación y 423 mm para el segundo y el autor solamente encontró diferencias en FDN entre las variedades en el año con déficit hídrico. El concluyó que existe una interacción significativa entre el año y la variedad lo cual podría explicar parte de las diferencias entre los valores del presente ensayo frente a los hallados en la bibliografía.

En el caso del raigrás anual, los valores de FDN fueron de 40,95%, 36,54% y 41,82% para la primera, segunda y tercer cosecha respectivamente. En un ensayo realizado por Aganga *et al.* (2004) se determinó la FDN en raigrás anual para diferentes estadios de crecimiento y los resultados fueron desde 51-53% a los 60 días PS y 59-6% a los 116 días PS. Johnson (1999), reportó valores promedio de tres años de evaluación y de diferentes localidades de entre 53 y 55% para el primer corte. Al igual que en el caso anterior, los valores hallados en la bibliografía se encuentran por encima de lo reportado en este trabajo y la explicación radicaría en la interacción año-variedad descrita anteriormente.

La colza forrajera presentó valores de 26,03 y 23,82% FDN para primera y segunda cosecha. En un ensayo realizado por Islam *et al.* (2012) donde se evaluó el cv. Goliath y su respuesta a diferentes momentos de siembra y fertilización (siembra temprana - tardía y fertilizaciones entre 0 - 230 kg N ha⁻¹) reportaron concentraciones de FDN de 22-27% (1er corte); 18-22% (2do corte) y 17 20% (3er corte). Asimismo, Islam y García (2011) evaluando rotaciones forrajeras complementarias, obtuvieron con la colza un promedio de 17 a 24% FDN en tres cosechas. Por otra parte, Wilman y Moghaddam (1998) reportó valores de planta entera de 24,72% y halló que las hojas son la fracción de la planta con concentraciones de FDN más bajas (16,3%) si se las compara con los pecíolos (27,5%) y el tallo (41,6%). Al realizarse el pastoreo con una altura de corte de 25 cm, la cantidad de hoja cosechada aumenta con respecto a las otras fracciones, lo cual sumado a las características intrínsecas de la especie mejora aún más el valor de FDN. Se puede observar que los valores hallados en el presente trabajo, se encuentran dentro de los publicados por la bibliografía y son menores a los que pueden obtenerse con otras pasturas tradicionales, lo cual podría significar una ventaja importante en términos de calidad para esta especie.

Al visualizar la evolución de la FDN en los diferentes cortes, la figura 3-6 muestra que las concentraciones disminuyen en la segunda cosecha con respecto a la primera y luego aumentan hacia la tercera. Diferentes autores reportaron incrementos de la fibra en varios forrajes debido al aumento en la temperatura ambiental (Newman *et al.*, 2005; Henry *et al.*, 2000; Ford *et al.*, 1979) y al riego aplicado (Islam *et al.*, 2012) durante en crecimiento. Hacia el segundo corte se registraron valores decrecientes de T° y precipitaciones (cuadro 2-1) lo cual muy probablemente este relacionado con los menores niveles de FDN.

Finalmente, hacia la tercera cosecha los registros aumentaron y consecuentemente lo hizo la fibra (cuadro 2-1).

3.2.1.3 Concentraciones de FDA de los tres primeros cortes con destino a pastoreo

Se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos para concentración de fibra detergente ácido en los tres cosechas ($p \leq 0,05$).

En el primer corte, la colza presentó un comportamiento significativamente menor que la avena, siendo esta última a su vez menor que el raigrás. En la segunda cosecha, la avena reportó concentraciones de FDA mayores a los otros dos tratamientos y en la última, el raigrás fue mayor que la avena (figura 3-7). Nuevamente, se observaron valores de fibra bajos para la colza con respecto a las gramíneas lo cual como se mencionó anteriormente, estaría determinado por características propias del género *Brassica sp.*

Los valores de FDA para la avena obtenidos en la primera, segunda y tercer cosecha se encontraron dentro de los rangos citados por la bibliografía. Arelovich *et al.* (1996) evaluó diferentes variedades de avena y reportó valores de 21-25% para el primer corte (19 de mayo) y de 23-25% en el segundo corte (26 de agosto). Por otra parte, Martínez *et al.* (2007), halló valores de 20-22% para la primera cosecha y 18-23% para a segunda, para dos años de evaluación.

En el caso del raigrás anual, los valores de FDA para la primera, segunda y tercer cosecha fueron algo menores a los reportados por la bibliografía. Aganga *et al.* (2004) determinó la FDA en raigrás anual para diferentes estadios de crecimiento, los resultados fueron desde 31-33% a los 60 días PS y 36-38% a los 116 días PS. Johnson (1999), reportó valores promedio para el primer corte de 34, 37, 31% para tres diferentes localidades.

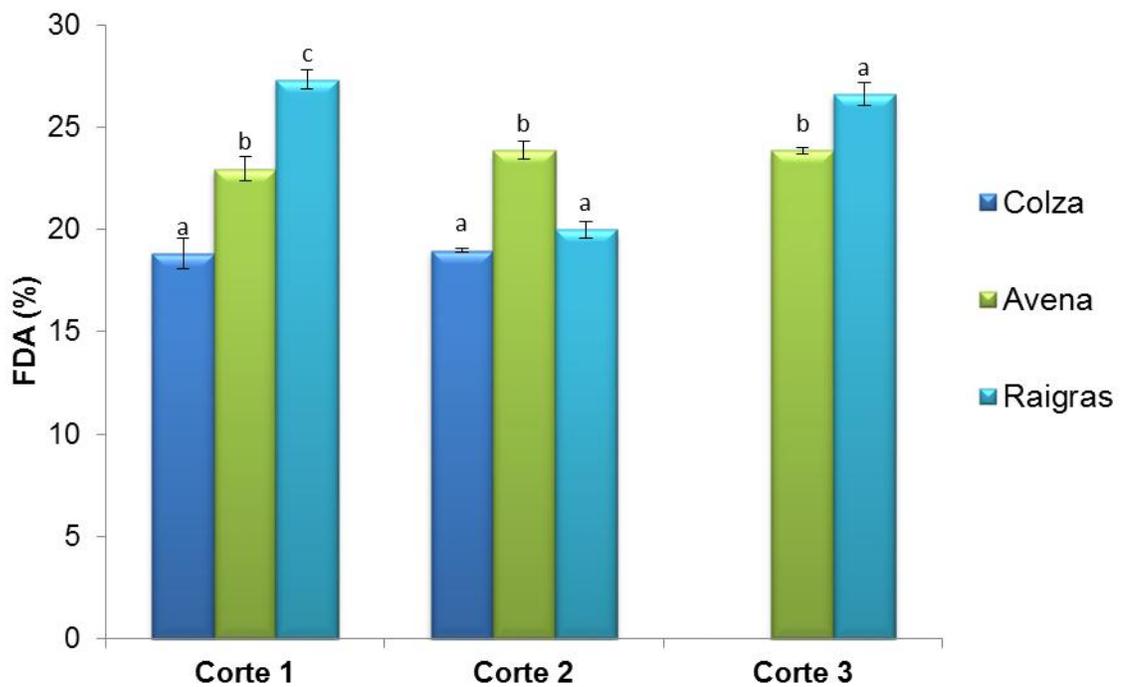


Figura 3-7 Concentración de fibra detergente ácido (FDA) de los cortes con destino a pastoreo de la colza forrajera, avena y raigrás anual. Barras indican desvíos estándar de los valores medios

La colza forrajera presentó valores de FDA para primera y segunda cosecha que se encuentran dentro de lo citado por la bibliografía. Islam *et al.* (2012) reportó concentraciones de FDA de 18-20% (1er corte); 17-21% (2do corte) y 16-18% (3er corte).

Asimismo, Islam y García (2011) evaluando rotaciones forrajeras complementarias, obtuvieron con la colza un promedio de 16 a 19% FDA en diferentes momentos de siembra y con distintas dosis de fertilización nitrogenada.

3.2.1.4 Digestibilidad de la materia seca de los tres primeros cortes con destino a pastoreo.

Se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos para digestibilidad de la materia seca en las tres cosechas ($p \leq 0,05$) (Figura 3-8).

Las diferencias observadas entre las especies fueron similares a las descritas para el caso de FDA, y como se mencionara, este último parámetro se encuentra íntimamente ligado con la DMS. La colza forrajera fue la que mayores valores de digestibilidad presentó probablemente debido a sus características intrínsecas, sin embargo los valores fueron algo inferiores a los hallados por Islam *et al.* (2012). En ese ensayo, el autor determinó la digestibilidad *in vitro* mediante la incubación de las muestras en líquido ruminal reportando resultados de 79-80%, 78-82%; 82-86% para la primera segunda y tercer cosecha respectivamente. Jung *et al.* (1988) reportó mayores digestibilidades en colza (91-93%) cuando fue cosechada a los 90 días PS. Asimismo, Kaur *et al.* (2011) determinó la digestibilidad de las diferentes fracciones de la planta, hallando mayores valores en hojas y pecíolos en comparación de los tallos. En el caso del raigrás, Aganga *et al.* (2004) reportó valores *in vitro* de 76-80% para 60 días PS y de 54-56% a los 116 días PS. Por otra parte, Adorno (2009) reportó digestibilidades promedio de 71, 62 y 69% para el primero, segundo y tercer corte aunque las fechas de cosecha fueron diferentes a las de este ensayo. Para la

avena, Contreras-Govea y Albrecht (2006) evaluaron la digestibilidad *in vitro* 77 días PS (comparativo al segundo corte en el presente ensayo) para tres diferentes variedades reportando valores de entre 75 a 86% para planta entera, 90-93% hoja y 74-86 % tallo.

El decrecimiento de la calidad forrajera que se observa en los cultivos con el avance de la madurez afecta su degradación por parte de la flora ruminal. Sin embargo, las mayores y más estables digestibilidades de la colza halladas en el presente trabajo en comparación a otras especies, también ha sido reportada por varios autores. Wilman y Moghaddam (1998) hallaron *in vitro* mayores digestibilidades para la colza que para raigrás perenne, trébol blanco y alfalfa. Chaves *et al.* (2006a) comparó cinco especies incluyendo

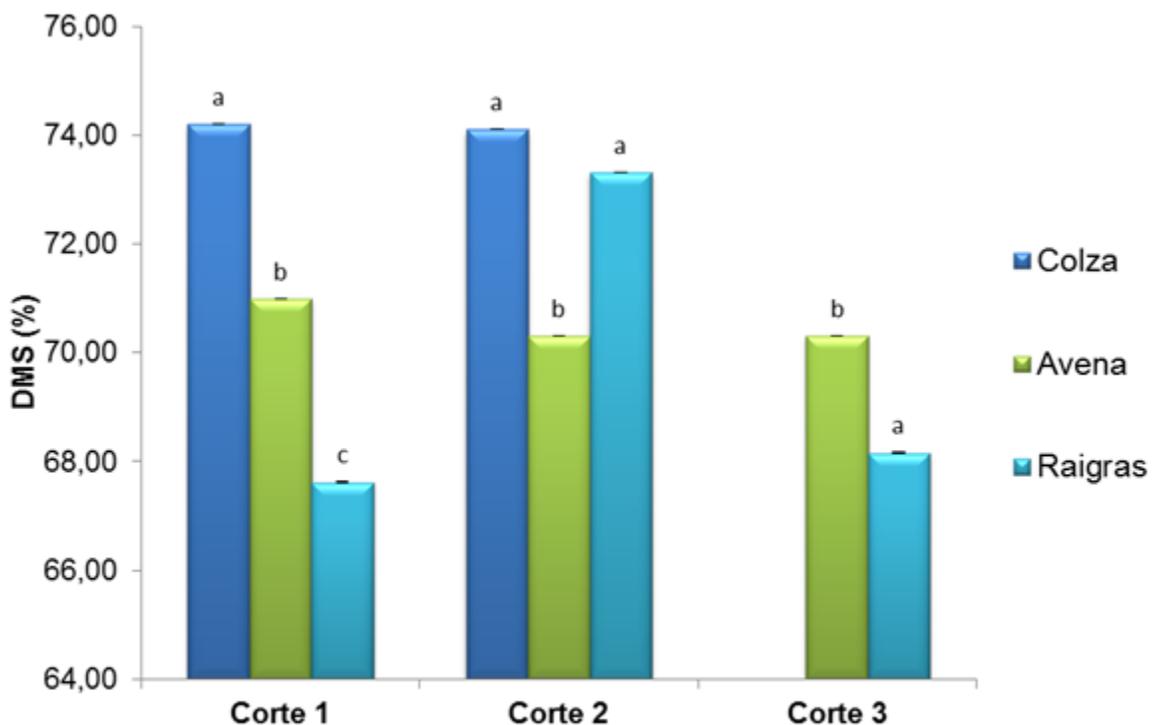


Figura 3-8 Digestibilidad de la materia seca estimada (DMS) de los cortes con destino a pastoreo de la colza forrajera, avena y raigrás anual. Barras indican desvíos estándar de los valores medios.

colza forrajera y raigrás y encontró que la degradación de las fracciones de la primera fueron siempre mayores con excepción del tallo en un estado de madurez avanzado. La implicancia de esto es que el valor nutritivo, particularmente de la hoja y pecíolo, fue siempre mayor que en otras especies y a su vez que se mantuvo alto por más tiempo. Esto podría significarle a los productores lecheros flexibilidad en el manejo del pastoreo de la colza dentro de la semana siete y trece pos siembra (Kaur *et al.*, 2011) sin que la calidad varíe significativamente.

3.2.2 Calidad forrajera del cuarto corte (destino a silaje)

Se hallaron diferencias significativas a favor de la avena para FDN, FDA y DMS, para PC no existieron diferencias entre los tratamientos ($p \leq 0,05$) (Cuadro 3-1).

Cuadro 3-1 Concentraciones de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y digestibilidad de la materia seca (DMS) del cuarto corte con destino a silaje.

	Avena	Raigrás
PC (%)	6,87 a ±0,078	7,37 a ±0,134
FDN (%)	53,72 a ±0,297	59,01 b ±0,191
FDA (%)	34,00 a ±0,127	38,38 b ±0,028
DMS (%)	62,41 a ±0,001	59,00 b ±0,001

Letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente entre sí ($p \leq 0,05$)

En el caso de la avena cosechada en grano pastoso, los parámetros nutricionales fueron similares a los reportados por algunos autores pero discreparon con otros.

Phanchung (2013) utilizando la variedad *Taipang* halló promedios para dos años de ensayos (grano pastoso) de 6-9% PC; 56-66% FDN, DMS 54-70% y Nelson (1997) obtuvo valores de PC 13,5%, FDN 65%, FDA 47%. Por otra parte, De Ruiter *et al.* (2002) en la mismo estadio de crecimiento halló concentraciones de 10,4% PC y 47,4% FDN. Asimismo, Pienaar (2010) en grano pastoso reportó valores de PC 10% y DIVMS 54%. Por último, McCartney y Vaage (1994) evaluaron avena en grano lechoso antes de ensilar y lograron valores de PC 13%, FDN 59%, FDA 29%, 58% DMS.

Por su parte, los resultados hallados para el raigrás anual cosechado en estado de bota también son disimiles frente a los reportados por la bibliografía. Fariani *et al.* (1994) reportó valores de PC 17,1%, FDN 49,4 %, FDA 30,0% y DIVMS 90% y Maekawa y Fantino (2009) obtuvieron valores de PC 13,74%, FDN 43,55 %, FDA 27,7% para el mismo estadio. En un estudio más reciente realizado en Chile por Barchiesi-Ferrari *et al.* (2011) hallaron concentraciones de PC 8-10%, FDN 57- 59%, FDA 37-38% y DIVMS 72-73% para emergencia de espigas.

Algunos ensayos compararon silajes de estos dos cultivos en estado de bota (raigrás) y grano pastoso (avena) (Jacobs *et al.*, 2009 a b) y mostraron diferencias en proteína cruda, energía metabolizable, FDN y carbohidratos no estructurales (CNES) a favor del raigrás. Estos autores concluyeron que el raigrás anual tiene la capacidad de proporcionar una excelente calidad nutricional durante el invierno y primavera tardía mientras que otros cereales como la avena tienden perder calidad más pronunciadamente conforme avanza la estación de crecimiento. Por otra parte, en el ensayo realizado por Barchiesi-Ferrari *et al* (2011) la avena tuvo valores de PC y FDN mayores pero menor FDA y DIVMS. Por último, en un trabajo realizado en Trenque Lauquen, Bs. As. Maekawa y Fantino (2009)

compararon raigrás anual var. "Devis" frente a avena var. "Violeta" en estado de bota, no encontrando diferencias significativas entre las especies para PB, FDN, FDA y CNES.

En el caso del presente ensayo, las diferencias halladas entre los tratamientos podrían estar explicadas por las características intrínsecas de cada cultivo, que a su vez se vieron afectadas por las particularidades climáticas del año (déficit hídrico).

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente ensayo, indicaron que la oferta forrajera total del tratamiento colza forrajera fue significativamente menor a los tratamientos avena y raigrás anual. Esto se debió principalmente a la escasez de precipitaciones que determinaron la pérdida de la tercera cosecha de la colza y la no germinación del trébol persa. Sin embargo, si se analizan solamente las dos primeras cosechas de la colza forrajera, se puede observar que no existieron diferencias en rendimiento frente a las otras especies.

En cuanto a la calidad forrajera, se observó que en términos generales la colza presentó mayor nivel nutricional que los otros tratamientos. La implicancia práctica de estos resultados, es que esta especie podría utilizarse como una alternativa forrajera de calidad dentro de las rotaciones del tambo, permitiendo mejorar el balance nutricional de la dieta de las vacas lecheras.

Basado en los resultados logrados en los dos primeros cortes de la colza y en los parámetros nutricionales obtenidos, se puede concluir que las especies CFR podrían llegar a representar una alternativa forrajera frente a las tradicionales de la pampa húmeda. Probablemente, estas especies sean más sensibles al déficit hídrico, con lo cual una opción podría ser la utilización de riego complementario en momentos estratégicos. Es necesario

realizar nuevas experiencias bajo secano y con riego con el fin de generar más información sobre estas especies.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, le agradezco a mi supervisor de tesis Ing. Eduardo Vernengo por su gran generosidad, ayuda y guía a lo largo de todo el trabajo.

A mi amigo Ing. Juan Ignacio Cavalli, con quien compartimos este proyecto trabajando en conjunto.

A la Ing. Fernanda Spara, Ing. Jose Cayetti, Ing. Diego Bersachia, Mariano Ontañón, Maximiliano Gargiulo, Lucia Mosquera, Ing. Juan Barnetto por su colaboración con el ensayo a campo.

Al director de la especialización Dr. Jose Luis Rossi, por su colaboración y consejos durante todo este tiempo.

A mi novia y a mi familia por haberme bancado todo este tiempo.

Por último, agradezco a la Universidad Nacional de Luján por haberme permitido realizar esta experiencia en el campo experimental.

BIBLIOGRAFÍA

- **Abraha, A. B.** 2011. Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) growth response to water and nitrogen. *Tesis Doctoral. University of Pretoria.*
- **Adorno, M. G.** 2009. Evaluación del impacto de tres frecuencias de defoliación, sobre la producción de forraje de cultivares de raigrás anual (*Lolium multiflorum* Lam.) en el noreste bonaerense. Año II. *Trabajo Final de aplicación. Carrera de Agronomía. Universidad Nacional de Luján. Biblioteca.* 42 pp.
- **Aganga, A. A.; Omphile, U. J.; Thema, T. & Wilson, L. Z.** 2004. Chemical composition of ryegrass (*Lolium multiflorum*) at different stages of growth and ryegrass silages with additives. *J. Biol. Sci*, 4(5), 645-649.
- **Alford, A.R., Garcia, S.C., Farina, S. & Fulkerson, W.J. (2009).** An Economic evaluation of the Future Dairy Complementary Forage Rotation System – Using Cost Budgeting. *Economic Research Report No. 44, Industry & Investment NSW, Armidale, August.*
- **Amigone, M. A.; Tomaso, J. C.** 2006. Principales características de especies y cultivares de verdeos invernales. *Información para Extensión N° 103. EEA INTA Marcos Juárez, Córdoba, Argentina.*
(http://www.inta.gov.ar/info/doc/cordoba_forraje06.pdf)

- **Andrews, A. C., Wright, R., Simpson, P. G., Jessop, R., Reeves, S. & Wheeler, J.** 1991. Evaluation of new cultivars of triticale as dual purpose forage and grain crops. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 31: 769 - 775.
- **Arelovich, H. M.; Miranda, R.; Horn, G. W.; Meiller, C. & Torrea, M. B.** 1996. Oats varieties: forage production, nutritive value and grain yield. *Animal Sci Res Rep. Okla Agr Exp Sta*, P-951: 104-108.
- **Assefa, G.** 2006. Avena sativa L.. In: Brink, M. & Belay, G. (Editors). PROTA 1: Cereals and pulses/Céréales et légumes secs. [CD-Rom]. PROTA, Wageningen, Netherlands.

http://database.prota.org/PROTAhtml/Avena%20sativa_En.htm
- **Ayres, L. & Clements, B.** 2002. Forage Brassica - Quality crops for livestock production. *Department of Primary Industries, NSW. Agfact P2, 2002, vol. 1*
- **Bakhsh, A.; Hussain, A.; Khan, S.; Zulfiqar Ali, Z. & Imran, M.,** 2007. Variability in forage yield of oats under medium rainfall of Pothowar tract. *Sarhad J. Agric.*, 23 (4): 867-870.
- **Ball, D. M.; Hoveland, C. S. & Lacefield, G. D.** 2002. Fescue toxicity. Southern Forages 3rd edition. Potash & Phosphate Institute and the Foundation for Agronomic Research: Norcross, GA.
- **Barchiesi-Ferrari, C.; Alomar, D. & Miranda, H.** 2011. Digestibilidad mediante Pepsina-Celulasa de Ensilajes de Pradera: Efectos del Tipo de Pradera, Estado de

Madurez y Variaciones en el Método Enzimático. *Chilean journal of agricultural research*, 71(2), 249-257.

- **Blunt, C. G. & Fisher, M. J.** 1976. Production and utilization of oats as forage for cattle in the Ord River Valley, Western Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 16: 88 - 93.
- **Castellano, A.; Issaly, L.; Iturrioz, G.; Mateos, M. & Terán, J.** 2009. Análisis de la Cadena de la Leche en Argentina. Estudios Socioeconómicos de los Sistemas Agroalimentarios y Agroindustriales N°4, Ediciones INTA. ISSN 1852-4605; p. 25
- **Cayetti, J. M. F.** 2011. Evaluación de la producción de biomasa de diferentes cadenas forrajeras compuestas por cultivos invernales y estivales. *Trabajo Final de aplicación. Carrera de Agronomía. Universidad Nacional de Luján. Biblioteca.* 52 pp.
- **Chaves, A. V., Waghorn, G. C., Brookes, I. M. & Woodfield, D. R.** 2006b. Effect of maturation and initial harvest dates on the nutritive characteristics of ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Anim. Feed Sci. Technol.* 127, 293–318.
- **Chaves, A. V.; Burke, J. L; Waghorn, G. C. & Brookes, I. M.** 2006a. Digestion kinetics of leaf, stem and inflorescence from five species of mature grasses. *J. Sci Food Agric.* 86, 816–825.
- **Clark, D. A.; Caradus, J. R.; Monaghan, R. M.; Sharp, P. & Thorrold, B. S.** 2007. Issues and options for future dairy farming in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 50: 203-221.

- **Clark, D.A.; Matthew, C. & Crush, J.R.** 2001. More feed for New Zealand dairy systems. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 63: 283-288.
- **Contreras-Govea, F., E. & Albrecht, K., A.** 2006. Forage production and nutritive value of oat in autumn and early summer. *Crop science*, 2006, vol. 46, no 6, p. 2382-2386.
- **Dann, P. R.; Axelsen, A. & Edwards, C. B. H.** 1977. The grain yield of winter grazed crops. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 17:452 - 461.
- **De Ruiter, J. M.** 2000. Comparative growth and nutritional quality of oat herbage. *Proceedings of the International Oat Conference*, 6, 61-73.
- **De Ruiter, J. M., Hanson, R., Hay, A., Amstrong, K. & Harrison-Kirk, R.** 2002. Whole crop cereals for grazing and silage: balancing quality and quantity. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 64, 181-189.
- **Dicatarina, L.** 2008. Evaluación de las tasas de acumulación diaria y producción de forraje de una promoción de raigrás anual (*Lolium multiflorum* Lam.) bajo tres niveles de fertilización nitrogenada. *Trabajo Final de aplicación. Carrera de Agronomía. Universidad Nacional de Luján. Biblioteca.* 41 pp.
- **Difante, G. S.** 2006. Produção de novilhos de corte com suplementação em pastagem de azevém submetida a doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 3, p. 1107-1113.

- **Duke, J. A.** 1983. Hand book of energy crops: Brassica napus L.
www.hort.prudue.edu/newcrop/duke_energy/Brassica_napus.html. 14-3-2007
- **Evans, B. W.; Snape, C. E. & Jarvis, M. C.** 2003. Lignification in relation to the biennial growth habit in brassicas. *Phytochemistry* 63, 765–769.
- **Fariani, A.; Warly, L.; Matsui, T.; Fujihara, T. & Harumoto, T.** 1994. Rumen degradability of italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) harvested at three different growth stages in sheep. *Asian Aust. J. Anim. Sci*, 7, 41-48.
- **Fariña, S. R.** 2010. Intensification of Australian pasture-based dairy farm systems: biophysical, economic and environmental analysis. *PhD Thesis. Faculty of Veterinary Science, The University of Sydney, Sydney, NSW, Australia.* pp. 72-86
- **Fariña, S. R. & García, S. C.,** 2009. Strategies to maximize intake per ha in a pasture based system. In: *Celi, P., García, S.C. (Eds.), Proc. XIV Dairy Res. Symp. The University of Sydney, Sydney, NSW, Australia, pp. 33–42.*
- **Ferrari, O. & Speroni, N.** 2006. Invernada de alta producción. La Nación. Buenos Aires, Argentina. 413 pp.
- **Fillery, I. R. P.** 2001. The fate of biologically fixed nitrogen in legume-based dryland farming systems: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 41: 361-381.
- **Ford, C. W., Morrison, I. M., & Wilson, J. R.** 1979. Temperature effects on lignin, hemicellulose and cellulose in tropical and temperate grasses. *Crop and Pasture Science*, 30(4), 621-633.

- **Fraser, J. D.; McCartney, H. & Najda, Z.** 2004. Yield potential and forage quality of annual forage legumes in southern Alberta and northeast Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*, 84(1): 143-155

- **Fulkerson, W. J.** 2008. Growing forage rape in autumn. *Future Dairy Tech Note*, pp. 1–6. Available at <http://www.futuredairy.com.au/documents/TechNoteBrassica2008.pdf>

- **Fulkerson, B. J. & Lowe, K. F.** 2002. Perennial Forage and Pasture Crops- Spices and Varieties. *Encyclopedia of dairy science*, (Academic Press, London, UK), 1115-1124.

- **Fulkerson, W. J.; McKean, K.; Nandra, K. S. & Barchia, I. M.** 2005. Benefits of accurately allocating feed on a daily basis to dairy cows grazing pasture. *Animal Production Science*, 45(4), 331-336.

- **García, S. C. & Fulkerson, W. J.** 2006. Increasing productivity on farm 2- Key factors to achieve over 17 t DM/ha of utilised pasture. *Dairy research Foundation- Current topics in dairy production'*. Camden. (Ed. Uo Sydney) pp. 55-64.

- **García, S. C.; Fulkerson, W. J. & Brookes, S. U.** 2008. Dry matter production, nutritive value and efficiency of nutrient utilization of a complementary forage rotation compared to a grass pasture system. *Grass and Forage Science* 63.3 (2008): 284-300.

- **García, S. C.; Fulkerson, W. J.; Kenny, S. & Nettle, R.** 2006. Producing over 40 t dry matter/ha per year through a complementary forage rotation system. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 68: 69–73.
- **García, S.C. & Fulkerson, W.J.** 2005. Opportunities for future Australian dairy systems: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 45, 1041–1055.
- **García, S.C.; Holmes, C.W.; Macdonald, A.; Lundman, J. & Pacheco-Navarro, R.** 2000. Comparative efficiency of autumn and spring calving for pasture-based dairy systems. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 13, 533–537.
- **García, S.C.; Jacobs, J.L.; Woodward, S.L. & Clark, D.A.** 2007. Complementary forage rotation systems: a review of recent developments. *Proceedings of the Australasian Dairy Science Symposium 3*: 221-239.
- **Granzin, B. C.** 2004. Effects of supplement grain type and level of feeding on the milk production of early-lactation Holstein–Friesian cows grazing temperate and tropical pastures. *Animal Production Science*, 44(8), 735-743.
- **Hannaway, D.; Fransen, S.; Cropper, J.; Teel, M.; Chaney, M.; Griggs, T.; Halse, R.; Hart, J.; Cheeke, P.; Hansen, D.; Klinger, R. & Lane, W.** 1999. Annual Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.).

<http://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/17440/pnw501.pdf?sequence=4>

- **Hart, F. J. & Leibholz, J.** 1990. The effect of species of grass, stage of maturity and level of intake on the degradation of protein and organic matter in the rumen of steers. *Aust. J. Agric. Res.*, 41: 791-798
- **Hechmi, N.** 1999. Etude comparée de quelques associations annuelles graminée-légumineuse en zone humide de Tunisie. *Fourrages(Versailles) 159 (1999): 269-275.*
- **Henry, D. A.; Simpson, R. J. & Macmillan, R. H.** 2000. Seasonal changes and the effect of temperature and leaf moisture content on intrinsic shear strength of leaves of pasture grasses. *Aus. J. Ag. Res.* 51, 823-831.
- **Horadagoda, A.** 2009. What forages do cows prefer if given choice? In: *Celi, P., García, S.C. (Eds.), Proc. XIV Dairy Res. Symp. The University of Sydney, Sydney, NSW, Australia, pp. 44–58.*
- **Islam, M. R. & García, S. C.** 2012 Rates and timing of nitrogen fertilizer application on yield, nutritive value and nutrient use efficiency of early and late-sown forage maize. *Grass Forage Sci.* 67, 24–33.
- **Islam, M. R. & García S. C.** 2011. Effects of sowing date and nitrogen fertilizer on forage yield, nitrogen- and water-use efficiency and nutritive value of an annual triple-crop complementary forage rotation. *Grass and Forage Science*, 67, 96–110.
- **Islam, M.; García, S. & Horadagoda, A.** 2012. Effects of residual nitrogen, nitrogen fertilizer, sowing date and harvest time on yield and nutritive value of forage rape. *Animal Feed Science and Technology*, 177(1-2), 52-64

- **Jacobs J. L., Hill J.; Jenkin, T.** 2009b. Effect of stage of growth and silage additives on whole crop cereal silage nutritive and fermentation characteristics. *Animal Production Science* 49, 595–607.
- **Jacobs J. L., Hill J.; Jenkin, T.** 2009a. Effect of different grazing strategies on dry matter yields and nutritive characteristics of whole crop cereals. *Animal Production Science* 49, 608–618.
- **Johnson, J.** 1999. Annual ryegrass for stored feed and pasture. <http://www.gov.on.ca/OMAFRA/English.crops/facts/98-039.htm>
- **Jung, G.A., Shaffer, J.A., Stout, W.L. & Panciera, M.T.** 1988. Harvest frequency effects on forage yield and quality of rapes and rape hybrids. *Grass Forage Sci.* 43, 395–404.
- **Kaiser, A. G., Dear, B. S., & Morris, S. G.** (2007). An evaluation of the yield and quality of oat–legume and ryegrass–legume mixtures and legume monocultures harvested at three stages of growth for silage. *Animal Production Science*, 47(1), 25-38.
- **Kaur, R., García, S. C., Fulkerson, W. J., Barchia, I.** 2010. Utilization of forage rape (*Brassica napus*) and Persian clover (*Trifolium resupinatum*) diets by sheep: effects on whole tract digestibility and rumen parameters. *Anim. Prod. Sci.* 50, 59–67.

- **Kaur, R., García, S. C., Fulkerson, W. J., Barchia, I.** 2011. Degradation kinetics of leaves, petioles and stems of forage rape (*Brassica napus*) as affected by maturity. *Anim. Feed Sci. Technol.* 168, 165–178.
- **Kimber, D. & McGregor, D. I.** 1995. Brassica Oilseed Production and Utilization. *CAB International: Wallingford, USA.* pp 153-156
- **Kloster, A. M. & Latimori, N. J.** 2010. Invernadas pastoriles de alta productividad. EEA INTA Marcos Juárez, Córdoba, Argentina.
http://www.agrositio.com/vertext/vertext_print.asp?id=37918&se=6
- **Kloster, A., Amigone M., Bertram, N. & Garis, M.** 2008. Producción de forraje y de carne sobre avena y raigrás anual. En: Utilización de raigrás anual en producción de carne. *Est. Exp. Agrop. Marcos Juárez. INTA. Informe de Investigación N° 2: 5-10.*
- **Kloster, A. & Amigone, M. A.** 2005. Utilización de verdeos de invierno bajo pastoreo en invernada. Información para Extensión N° 96. Est. Exp. Agrop. Marcos Juárez, INTA, Córdoba, Argentina. (http://www.produccionanimal.com.ar/producción_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/13_utilización_verdeos.pdf).
- **Lacy, J.** 2003 Persian clover. [www://agric.nsw.gov.au/reader/5487](http://www.agric.nsw.gov.au/reader/5487). 17-8-2006.
- **Lago, J. C.** 2010. Producción otoño-invernal de forraje de *Avena sativa* L. y *Lolium multiflorum* Lam. en función de tres frecuencias de defoliación y dos niveles de

nitrógeno. *Trabajo Final de Aplicación. Carrera de Agronomía. Universidad Nacional de Luján. Biblioteca. 41 pp.*

- **Lechería Argentina.** 2013. Anuario. Fundación para la promoción y el desarrollo de la cadena láctea Argentina. Editorial Inforcampo SA. pp 10-12
- **Ledgard, S. F.; Sprosen, M. S.; Penno, J. W. & Rajendram, G. S.** 2001. Nitrogen fixation by white clover in pastures grazed by dairy cows: temporal variation and effects of nitrogen fertilization. *Plant and Soil* 229: 177-187.
- **Lupatini, G. C.** 1998. Avaliação da mistura de aveia preta (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*) sob pastejo, submetida a níveis de nitrogênio. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 33, n. 11, p. 1939-1943.
- **Maekawa, M. & Fantino, F.** 2009. Acumulación de materia seca y composición química de verdeos invernales para ensilar. *Memoria técnica. EEA General Villegas. 2009-2010.*
- **Malagoli, P., Laine, P., Rossato, L. & Ourry, A.** 2005. Dynamics of nitrogen uptake and mobilization in field-grown winter oilseed rape (*Brassica napus*) from stem extension to harvest. I. Global N flows between vegetative and reproductive tissues in relation to leaf fall and their residual. *N. Ann. Bot.* 95,853–861.
- **Marino, M.; Castignani, H.; Arzubi, A.** 2011. Caracterización de los tambos pequeños en las cuencas lecheras pampeanas. INTA. Publicación Técnica N° 61. 48 p. ISSN 0485-9057.

- **Martínez, M.F., Arelovich, H.M. & Wehrhahne.** 2007. Composición química del forraje en cultivares de Avena sativa. *Revista Argentina de Producción Animal Vol 27 Supl. 1: 113-237 (2007).*p 125-126
- **Matthiessen, J. N. & Kirkegaard, J. A.** 2006. Biofumigation and enhanced biodegradation: opportunity and challenge in soilborne pest and disease management. *Critical Reviews in Plant Sciences 25: 235-265.*
- **Mazzanti, A.; Marino, M.A.; Lattanzi, F.; Echeverría, H. A. & Andrade, F.** 1997. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y la calidad del forraje de avena y raigrás anual en el sudeste bonaerense. *Est. Exp. Agrop. Balcarce. INTA. Boletín Técnico N° 143. 28 pp.*
- **McCartney, D. H. & Vaage, A. S.** 1994. Comparative yield and feeding value of barley, oat and triticale silages. *Canadian Journal of Animal Science, 74(1), 91-96.*
- **McCormick, M. E.; Redfearn, D. D.; Ward, J. D. & Blouin, D. C.** 2001. Effect of protein source and soluble carbohydrate addition on rumen fermentation and lactation performance of Holstein cows. *Journal of dairy science, 84(7), 1686-1697.*
- **Meeske, R.; Rothauge, A.; Van der Merwe, G. D. & Greyling, J. F.** 2006. The effect of concentrate supplementation on the productivity of grazing Jersey cows on a pasture based system. *South African Journal of Animal Science, 36(2), 105-110.*
- **Miller, D. A.** 1984. Forage Crops. *New York: McGraw-Hill, Inc. 530 pp.*

- **Minagri.** 2013.
http://www.minagri.gob.ar/site/_subsecretaria_de_lecheria/lecheria/04=Pago_por_Calidad/07_Estadisticas/index.php
- **Muldoon, D. K.** 1986. Dry matter accumulation and changes in forage quality during primary growth and three regrowths or irrigated winter cereals. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 26: 87 - 98.
- **Najda, H.** 1991. Forage Brassica.
[http://www.l.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/agdex135](http://www.l.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex135). 17-5-2006.
- **Neal, J.; Fulkerson, W. J.; Lawrie, R.; Nandra, K.; Horadagoda, A.; Beale, P.; Kingston, H.; Looby, P.; Van Kouterik, W.; Lam, D.** 2005. Development of a more suitable forage base for the dairy industry. *Proceedings of the 2005 Dairy Research Foundation Symposium, Camden, NSW*. Pp 65-72.
- **Nelson, M. L.** 1997. Escape protein supplementation of steers fed grass silage-based diets. *Journal of animal science*, 75(10), 2796-2802.
- **Newman, Y. C., Sollenberger, L. E., Boote, K. J., Allen, L. H., Vu, J. C. V., & Hall, M. B.** 2005. Temperature and carbon dioxide effects on nutritive value of rhizoma peanut herbage. *Crop science*, 45(1), 316-321.
- **Nichol, W., Westwood, C., Dumbleton, A. & Amyes, J.,** 2003. Brassica wintering for dairy cows: overcoming the challenges. *In: Elvidge, D. (Ed.), Proc. SIDE. Published by South Island Dairy Event, Canterbury, New Zealand*, pp. 154–172.

- **Phanchung**, 2013. The Integration of Whole Crop Cereal Silage Into Pastured-based Dairy Systems. *University of Melbourne, Department of Agriculture and Food Systems* .p 54-62.
- **Pienaar, J.** 2010. Fermentation, stability and degradability of whole-crop oat silage ensiled with a commercial inoculant. *Doctoral dissertation, Stellenbosch: Stellenbosch University*. p 69.
- **Pritchard, K. E.** 1987. Yield and quality of irrigated summer fodder crops in northern Victoria. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 27: 817-823.
- **Ramajo Vértiz, J.M.** 2007. Evaluación del impacto de tres frecuencias de defoliación sobre la producción de forraje de distintos cultivares de raigrás anual (*Lolium multiflorum* Lam.) en el noreste bonaerense. Año III. *Trabajo Final de Aplicación. Carrera de Agronomía. Universidad Nacional de Luján. Biblioteca*. 43 pp.
- **Rohweder, D. A.; Barnes, R. F. & Jorgensen, N.** 1978. Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *J. Anim. Sci.* 47:747-759.
- **Rubí Bianchi, A. & Cravero, S. A. C.** 2010. Atlas climático digital de la República Argentina. Salta, INTA. pp. 87
- **Sánchez, C., Suero, M. M., Castignani, H. A., Terán, J. C., & Marino, M.** 2012. Estado actual y evolución de la lechería Argentina [2008-2011]. *Reunión Anual de*

la Asociación Argentina de Economía Agraria. 43. 2012 10 09-11, 9-10-11 de octubre de 2012. Corrientes. AR.

- **Sekine, J.; Tono-Oka, S.; Hishinuma, M. & Oura, R.** 2000. Are there any factors affecting forage intake by sheep other than nutrient composition of forage. *Asian-Aust. J. Anim. Sci., Supplément: 172*
- **Sfeir, A.; Costa M.; Stravinsky, A.; Penón, E.; Bonvecchi, V. & Eory, V.** 1989. *Mapa Bs. As. Inédito UNLu.*
- **Shepherd, T. & Davies, H.V.** 1993. Carbon loss from the roots of forage rape (Brassica napus L.) seedlings following pulse-labelling with $^{14}\text{CO}_2$. *Ann. Bot. 72, 155–163.*
- **Stefanski, E.; García, S. C.; Farina, S. F. & Tanner, D.** 2010. Effects of sowing rate and grazing management of forage rape (Brassica napus) on grazing behaviour and utilisation by dairy cattle. *Animal Production Science, 50, 1–8.*
- **Suttie, J. M. & Reynolds, S. G.** 2004. Fodder oats: a world overview. *Plant Production and Protection Series No. 33, FAO, Rome.*
<http://www.fao.org/docrep/008/y5765e/y5765e00.htm>
- **Ulyatt, M. J., Fennessy, P. F., Rattray, P. V. & Jagusch, K. T.** 1980. The nutritive value of supplements. *In: K. R. Drew and P. F. Fennessy, (eds). Supplementary Feeding a Guide to the Production and Feeding of Supplements for Sheep and Cattle in New Zealand. Mosgiel: New Zealand Society of Animal Production, 157-184.*

- **Verhallen, A.; Hayes, A. & Taylor, T.** 2001. Cover Crops: Red Clover. *Minister of Agriculture, Food and Rural Affairs Ontario, Canada. p. 7*
- **Vernengo, E. & Piroddi, F.** 1998. Red de ensayos de cultivares forrajeros. Resultados de la campaña 1997/1998. *Rev. Inst. Cámara de Semilleristas. Suplemento. 62 pp.*
- **Vernengo, E. & Piroddi, F.** 2000. Red de ensayos de cultivares forrajeros. Resultados de la campaña 1999/2000. *Rev. Inst. Cámara de Semilleristas. Suplemento. 104 pp.*
- **Vernengo, E.; Saharrea, R. & Muñoz, A.** 1995. Efectos de la fertilización con nitrógeno y/o fósforo sobre un verdeo de raigrás anual (*Lolium multiflorum* Lam.). *Revista Argentina de Producción Animal. Vol. 15. Memorias XIV Reunión Latinoamericana de Producción Animal y 19º Congreso Argentino de Producción Animal. Vol 15. N° 1: 18-19.*
- **Vernengo, E. & Spara, A. F.** 2006. Refertilizaciones nitrogenadas invernales sobre raigrás anual en el noreste bonaerense. *Génesis N° 58: 16-18.*
- **Vernengo, E.; Spara, A. F.; Iglesias, C.; Cayetti, J. & Bersachia, D.** 2012. Potencial productivo de distintos cultivares de raigrás anual en el noreste de la provincia de Buenos Aires. *Revista Agromercado N° 167. Suplemento de Forrajeras: 8-10.*
- **Vernengo, E. & Zurschmitt L.** 1988. Producción invernal de variedades de

raigrás anual. *Gaceta Agronómica VIII (43): 263-264.*

- **Vyn, T. J.; Janovicek, K. J.; Miller, M. H. & Beauchamp, E. G.** 1999. Soil nitrate accumulation and corn response to preceding small-grain fertilization and cover crops. *Agronomy Journal 91.1 (1999): 17-24.*
- **Waghorn, G. C.** 2007. What is dietary metabolisable energy? *Proceeding of the New Zealand Grassland Association, 69, 153-159.*
- **Weston, R. H.** 1989. Factors limiting the intake of feed by sheep. XV Voluntary feed consumption and digestion in lambs fed chopped roughage diets varying in quality. *Aust. J. Agric. Res., 40: 643-661*
- **Williams, S. M. & Weil, R. R.** 2004. Crop cover root channels may alleviate soil compaction effects on soybean crop. *Soil Science Society of America Journal 68: 1403-1409.*
- **Wilman, D. & Moghaddam, P. R.** 1998. In vitro digestibility and neutral detergent fibre and lignin contents of plant parts of nine forage species. *Journal of Agricultural Science, Cambridge (1998), 131, 51±58.*
- **Yusoff, M. M.** 2012. Physiological and environmental constraints to winter forage crops production. *Doctoral dissertation, Lincoln University. p. 41*

ANEXOS

Anexo 1 Precipitaciones diarias de la Estación Agrometeorológica de la UNLU
(Feb 2013- Nov 2013).

Estación Agrometeorológica - CIDEPA - UNLU. (34° 36' S y 59° 04' O, 28 msnm)										
Precipitaciones - Año 2013										
Día	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
1	-	-	-	-	-	-	-			
2	-	35,0	26,0	0,5	-	-	-			25,0
3	-	-	1,5	8,0	-	-	-			44,0
4	-	-	-	32,0	-	-	-			
5	-	-	-	-	-	-	-			
6	-	-	-	-	-	-	-			
7	-	-	-	-	-	-	-	44,0		
8	-	-	-	-	-	-	-	20,5		16,0
9	-	-	-	-	3,0	-	-			
10	-	1,5	-	-	2,5	24,5	-		11,0	
11	85,0	-	14,0	-	-	21,0	-			
12	-	-	-	-	-	15,0	-			
13	-	-	-	-	-	-	-	4,0		
14	-	-	-	-	-	-	-			
15	-	-	-	26,0	-	-	-			34,5
16	-	-	-	-	5,0	-	-	32,0		
17	-	-	-	-	-	-	-	23,0		
18	-	-	-	-	-	-	-			
19	2,5	-	-	5,0	-	-	-			
20	5,0	-	-	-	-	-	-		4,0	
21	18,0	-	-	-	-	-	7,0			
22	-	-	-	-	-	-	-	10,5		
23	-	24,0	-	-	-	-	-			
24	16,0	-	-	-	-	-	-		3,5	
25	-	12,0	-	-	-	-	-			15,0
26	-	-	-	-	-	-	-			0,5
27	-	-	-	-	-	-	-			30,0
28	-	-	25,0	-	-	-	-			
29		-	-	18,0	-	Siembra TP		25,0		
30		-	-	-	-	-	-			
31		-	-	-	-	-	-			

Anexo 2

Humedad relativa diaria de la Estación Agrometeorológica de la UNLU (Feb 2013- Nov 2013).

Estación Agrometeorológica - CIDEPA - UNLu. (34° 36' S y 59° 04' O, 28 msnm)																				
Humedad relativa. Año 2013																				
Mes	Feb		Mar		Abr		May		Jun		Jul		Ago		Sept		Oct		Nov	
Día	09:00	15:00	09:00	15:00	09:00	15:00	09:00	15:00	09:00	15:00	09:00	15:00	09:00	15:00	09:00	15:00	09:00	15:00	09:00	15:00
1	70,0	54,0	75,0	52,0	88,0	70,0	90,0	82,0	87,0	54,0	85,0	53,0	100,0	90,0	71,0	42,0	80,0	73,0	97,0	95,0
2	89,0	54,0	93,0	70,0	96,0	94,0	99,0	86,0	75,0	68,0	72,0	38,0	87,0	64,0	68,0	62,0	99,0	66,0	99,0	74,0
3	59,0	47,0	82,0	67,0	100,0	76,0	100,0	100,0	65,0	45,0	85,0	65,0	59,0	60,0	82,0	57,0	87,0	64,0	78,0	57,0
4	63,0	52,0	76,0	55,0	90,0	61,0	97,0	65,0	68,0	52,0	88,0	67,0	54,0	55,0	79,0	61,0	85,0	57,0	81,0	47,0
5	64,0	65,0	71,0	56,0	74,0	51,0	89,0	53,0	88,0	39,0	100,0	83,0	95,0	45,0	73,0	58,0	80,0	55,0	79,0	56,0
6	73,0	41,0	82,0	48,0	81,0	33,0	80,0	33,0	75,0	56,0	98,0	98,0	80,0	33,0	68,0	46,0	78,0	48,0	75,0	43,0
7	72,0	50,0	85,0	55,0	67,0	41,0	80,0	43,0	82,0	57,0	91,0	100,0	79,0	55,0	95,0	98,0	62,0	38,0	82,0	93,0
8	74,0	57,0	83,0	49,0	66,0	43,0	77,0		94,0	39,0	85,0	50,0	71,0	45,0	96,0		72,0		95,0	79,0
9	76,0	44,0	86,0	80,0	67,0	43,0	80,0	56,0	98,0	82,0	89,0		83,0	47,0	77,0	66,0	97,0	72,0	83,0	81,0
10	84,0	98,0	85,0	51,0	81,0	69,0	80,0	61,0	100,0	93,0	100,0	90,0	48,0	52,0	78,0	44,0	90,0	65,0	88,0	69,0
11	96,0	67,0	65,0	47,0	94,0	81,0	90,0	65,0	100,0	98,0	100,0	100,0	75,0	57,0	82,0	53,0	82,0	54,0	92,0	63,0
12	77,0	62,0	79,0	47,0	91,0	44,0	69,0	59,0	83,0	62,0	100,0	96,0	81,0	59,0	100,0	58,0	92,0	73,0	59,0	50,0
13	70,0	59,0	84,0	57,0	65,0	42,0	80,0	59,0	90,0	71,0	97,0	78,0	85,0	49,0	90,0	88,0	89,0	68,0	77,0	43,0
14	83,0	69,0	89,0	55,0	57,0	41,0	100,0	54,0	77,0	50,0	98,0	58,0	61,0	33,0	80,0	76,0	92,0	57,0	58,0	36,0
15	78,0	51,0	73,0	72,0	75,0	55,0	72,0	44,0	78,0	80,0	86,0	61,0	58,0	47,0	89,0	94,0	67,0	44,0	83,0	47,0
16	86,0	54,0	88,0	47,0	89,0	59,0	69,0	53,0	98,0	100,0	75,0	60,0	78,0	55,0	100,0	100,0	83,0	53,0	80,0	62,0
17	81,0	67,0	44,0		87,0	53,0	85,0	52,0	86,0	66,0	94,0	67,0	70,0	59,0	81,0	62,0	83,0	83,0	75,0	55,0
18	73,0	33,0	69,0		80,0	46,0	82,0	85,0	98,0	70,0	86,0	64,0	77,0	49,0		48,0	95,0		69,0	
19	90,0	94,0	90,0	68,0	86,0	43,0	97,0	93,0		39,0	89,0	61,0	80,0	51,0	58,0	37,0	70,0	55,0	90,0	65,0
20	83,0	79,0	89,0	91,0	84,0	38,0	93,0	72,0		55,0	42,0	54,0	83,0	46,0	73,0	44,0	100,0	63,0	91,0	69,0
21	90,0	58,0	92,0	97,0	83,0	81,0	89,0			54,0	42,0		85,0	72,0	73,0	90,0	73,0	53,0	84,0	
22	83,0	57,0	76,0	39,0	90,0	52,0	88,0	73,0	65,0	69,0	98,0	85,0	72,0	51,0	99,0	60,0	78,0	53,0	77,0	47,0
23	85,0	74,0	100,0	70,0	90,0	53,0	100,0	72,0	84,0	67,0	58,0	64,0	59,0	43,0	79,0	51,0	82,0	68,0	92,0	66,0
24	97,0	73,0	83,0	58,0	82,0	47,0	88,0	71,0	91,0	80,0	70,0	59,0	100,0	47,0	77,0	51,0	70,0	50,0	78,0	64,0
25	71,0	47,0	93,0	61,0	88,0	52,0	93,0	76,0	100,0	82,0	89,0	42,0	85,0	55,0	82,0	54,0	75,0		95,0	82,0
26	77,0	64,0	100,0	43,0	87,0	48,0	96,0	72,0	100,0	55,0	65,0	49,0	80,0	41,0	70,0	57,0	86,0	68,0	92,0	81,0
27	65,0	39,0	90,0	24,0	77,0	72,0	87,0	59,0	87,0	61,0	52,0	27,0	38,0	34,0	75,0	53,0	61,0	50,0	92,0	88,0
28	66,0	42,0	88,0	53,0	90,0	68,0	92,0		88,0	90,0	35,0	43,0	65,0	31,0	87,0	78,0	65,0	35,0	74,0	55,0
29			79,0	54,0	90,0	74,0	100,0	48,0	71,0	47,0	86,0	67,0	58,0	32,0	94,0	68,0	73,0	50,0	75,0	60,0
30			77,0	96,0	90,0	55,0	63,0	36,0			89,0	67,0	65,0	35,0	88,0	77,0	78,0	44,0	76,0	65,0
31			96,0	64,0			69,0	41,0			100,0	69,0	75,0	35,0			87,0	90,0		

Anexo 3 Temperatura máxima y mínima diaria de la Estación Agrometeorológica de la UNLU (Feb 2013- Nov 2013).

Estación Agrometeorológica - CIDEPA - UNLU. (34° 36' S y 59° 04' O, 28 msnm) .Temperatura. Año 2013																				
MES	Feb		Mar		Abr		May		Jun		Jul		Ago		Sept		Oct		Nov	
Día	Max	Min																		
1	35,4	25,8	28,0	21,0	24,3	21,6	20,6	16,2	21,4	3,8	18,0	2,0	11,0	9,0	28,2	14,0	15,2	5,0	20,2	18,0
2	30,2	21,8	24,0	20,0	22,0	19,8	20,8	18,4	16,5	6,2	20,2	7,0	12,2	8,0	20,4	9,6	18,2	5,9	21,8	14,0
3	25,6	20,4	21,4	18,0	23,0	18,0	17,0	15,2	20,0	5,0	22,4	10,0	13,0	0,0	18,0	8,4	19,0	7,8	24,0	8,2
4	27,2	19,2	23,0	15,0	23,2	16,0	19,4	8,2	21,0	10,0	21,0	14,6	16,0	2,5	19,0	7,2	19,8	10,0	23,0	9,4
5	29,5	21,8	24,0	18,0	26,0	17,0	21,0	11,4	23,6	6,0	18,0	13,0	20,4	8,0	18,0	11,2	19,5	14,0	25,0	10,4
6	30,0	22,4	28,0	18,0	18,4	16,4	23,8	14,2	19,0	4,0	14,0	13,0	20,6	1,4	30,0	14,8	22,0	7,8	27,0	14,0
7	30,0	23,4	29,0	18,0	22,0	12,1	17,0	8,0	18,0	4,4	10,5	3,2	23,2	10,4	21,0	17,0	24,0	11,0	17,0	14,0
8	31,4	26,2	29,0	22,0	24,0	14,0		12,0	15,0	0,0	13,4	-1,0	23,4	9,8	28,0	13,6	25,6	12,8	22,8	12,2
9	32,8	24,6	28,4	23,2	24,0	16,0	24,0	14,0	19,0	8,8			14,0	-1,0	29,8	16,4	24,0	16,0	25,6	13,8
10	24,2	24,4	25,0	20,4	20,0	16,0	23,8	15,0	16,0	10,0	15,6	7,0	14,8	-2,4	33,0	18,0	25,6	13,2	26,0	18,4
11	31,4	20,4	24,0	18,0	21,2	17,0	21,8	15,4	17,2	7,2	15,8	13,0	16,0	6,0	33,0	15,0	22,0	14,3	26,0	15,0
12	32,4	25,6	22,0	16,2	20,0	13,0	21,0	9,8	24,2	10,0	10,6	9,0	15,8	3,0	15,4	14,2	22,0	14,6	28,4	10,8
13	28,0	24,0	17,0	15,0	18,6	11,4	20,2	12,0	24,6	15,0	15,0	6,4	10,0	1,4	10,8	8,0	23,6	15,6	28,0	12,2
14	30,2	23,0	19,0	11,0	24,8	15,0	22,0	14,0	13,2	9,0	14,4	8,5	13,6	-4,0	11,2	5,0	25,0	12,8	32,6	18,2
15	31,0	24,8	15,0	14,0	24,6	17,8	10,0	16,0	14,0	2,7	15,8	1,0	15,0	2,8	10,4	4,8	29,0	10,8	32,2	16,0
16	32,8	24,4	19,4	11,0	20,0	11,0	12,8	5,4	10,0	9,0	21,2	6,0	17,4	2,4	8,6	7,0	28,6	17,8	25,8	6,4
17	28,8	23,0		20,0	23,4	12,2	15,0	5,0	13,6	-0,4	22,2	8,5	14,5	0,0	10,8	4,6	23,2	16,0	27,2	11,6
18	24,0	18,0		19,8	27,2	14,0	11,6	8,2	15,0	2,0	9,0	4,0	18,0	5,2	17,8	1,0	26,0	10,0	29,0	16,4
19	17,0	16,0	22,0	17,0	28,0	14,8	12,0	9,4	11,0	-2,0	9,8	0,5	23,2	11,0	21,2	1,0	28,0	12,4	24,2	14,0
20	22,4	19,6	20,0	18,2	28,0	14,2	14,4	4,6	10,5	-3,6	12,0	0,5	25,0	7,0	21,6	9,0	24,0	16,8	26,0	12,8
21	26,0	17,0	26,8	18,2	27,4	16,8		3,6	13,8	-4,0			23,2	10,8	13,0	6,6	24,4	9,2	27,4	13,6
22	26,0	20,0	25,0	15,0	26,0	17,0	16,0	10,0	13,6	5,4	7,5	1,4	12,4	4,0	13,0	5,4	22,0	8,0	29,0	13,0
23	26,2	19,6	24,0	16,0	27,0	16,0	17,4	11,6	12,0	1,2	10,2	-2,0	10,4	-2,2	14,4	0,0	23,2	15,4	29,2	16,6
24	27,2	21,2	26,0	18,0	27,0	18,0	17,2	10,0	12,4	0,0	11,0	-2,8	11,2	-2,0	15,0	1,0	17,8	7,2	31,8	19,4
25	24,0	18,0	25,4	16,6	27,4	17,2	17,4	7,6	10,0	0,0	15,4	-2,0	10,0	0,0	16,2	0,0	17,2	5,2	28,0	18,2
26	21,0	15,0	24,0	14,0	26,0	18,2	19,0	10,2	18,0	-1,0	15,4	4,2	11,0	-4,0	19,4	8,2	24,0	11,2	19,2	14,4
27	25,0	18,0	24,0	15,0	22,4	20,2	20,0	9,0	17,4	4,4	19,3	6,2	14,6	-2,0	19,8	9,0	23,4	10,4	17,0	13,2
28	27,0	20,0	25,8	15,7	22,0	18,0		16,0	15,0	10,0	19,0	1,0	24,6	7,0	17,2	13,0	24,0	10,0	28,2	8,4
29			26,9	17,3	21,2	15,0	18,0	10,4		4,0	20,0	2,1	24,6	9,0	12,0	5,2	25,6	12,6	27,0	13,0
30			28,4	18,8	23,0	14,0	19,0	7,0			19,6	9,0	26,0	10,0	14,0	5,2	25,0	12,0	31,0	14,2
31			28,3	20,6			18,8	13,0			21,0	14,4	26,8	10,8			20,5	16,8		

Anexo 4

Descripción del perfil de suelo de la Serie UNLU (Sfeir *et al.*, 1989)

Horizonte	Ap1	Ap2	A12	B21t	B22t	B31	B32
Profundidad (cm)	0-12	12-21	21-36	36-63	63-83	83-120	120 +
Materia Orgánica (%)	3,65	3,3	2,37	---	---	---	---
Carbono Orgánico (%)	2,12	1,97	1,38	---	---	---	---
Arcilla (%)	27,27	31,04	33,03	53,09	50,89	36,78	39,02
Limo (%)	59,09	59,90	56,63	38,61	30,53	52,27	51,11
Arena (%)	13,64	12,05	10,34	8,3	18,58	10,94	9,86
Textura	Franco-limoso	Franco-limoso	Franco-limoso	Arcillos o	Arcillos o	Arcillo-limoso	Arcillo-limoso
pH en agua	5,59	5,6	5,58	5,42	5,84	6,17	6,34

Anexo 5-1

Análisis de varianza primer corte con destino a pastoreo

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Bloques	2	0,13	0,067	8,28	0,8247
Tratamientos	2	0,50	0,251	8,2	0,5245
Error	4	1,32	0,329		
Total	8	1,95			

Coeficiente de variación: 17,41%

Anexo 5-2

Análisis de varianza segundo corte con destino a pastoreo

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
---------------	---------------------------	--------------------------	-----------------------	----------------	---------------------

Bloques	2	0,04	0,019	0,13	0,8804
Tratamientos	2	1,04	0,522	3,59	0,1282
Error	4	0,58	0,146		
Total	8	1,66			

Coeficiente de variación: 11,51%

Anexo 5-3 Análisis de varianza tercer corte con destino a pastoreo

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Bloques	2	0,15	0,073	0,85	0,4932
Tratamientos	2	21,11	10,553	122,66	0,0003
Error	4	0,34	0,086		
Total	8	21,60			

Coeficiente de variación: 13,59%

Anexo 5-4 Análisis de varianza cuarto corte con destino a silaje

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Bloques	2	1,63	0,817	0,41	0,6877
Tratamientos	2	75,19	37,597	19,95	0,0091
Error	4	7,94	1,984		
Total	8	84,76			

Coeficiente de variación: 35,82%

Anexo 5-5 Análisis de varianza suma tres cortes con destino a pastoreo

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Bloques	2	0,07	0,037	0,04	0,9648
Tratamientos	2	19,73	9,863	9,64	0,0295
Error	4	4,09	1,023		
Total	8	23,89			

Coefficiente de variación: 11,53%

Anexo 5-6 Análisis de varianza total de forraje producido

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Bloques	2	1,03	0,517	0,19	0,8358
Tratamientos	2	151,54	75,768	27,51	0,0046
Error	4	11,02	2,754		
Total	8	163,58			

Coefficiente de variación: 13,07%

Anexo 5-7 Análisis de varianza PB primer corte

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Repeticiones	1	0,02	0,015	1,49	0,3463
Especies	2	15,71	7,854	781,53	0,0013
Error	2	0,02	0,018		

Total	5	15,74			
--------------	---	-------	--	--	--

Coefficiente de variación: 0,66%

Anexo 5-8 Análisis de varianza PB segundo corte

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Repeticiones	1	0,21	0,209	5,85	0,1367
Especies	2	5,47	2,734	76,54	0,0129
Error	2	0,07	0,036		
Total	5	5,75			

Coefficiente de variación: 1,38%

Anexo 5-9 Análisis de varianza PB tercer corte

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Repeticiones	1	0,00	0,004	0,13	0,7512
Especies	2	247,42	123,710	3828,04	0,0003
Error	2	0,06	0,032		
Total	5	2,4749			

Coefficiente de variación: 1,99%

Anexo 5-10 Análisis de varianza PB cuarto corte

Fuente	Grados de	Suma de	Cuadrado	Valor F	Probabilidad
---------------	------------------	----------------	-----------------	----------------	---------------------

	libertad	cuadrados	medio		
Repeticiones	1	0,00	0,001	0,09	0,7896
Especies	2	67,75	33,874	2941,29	0,0003
Error	2	0,02	0,012		
Total	5	67,77			

Coefficiente de variación: 2,26%

Anexo 5-11 Análisis de varianza FDA primer corte

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Repeticiones	1	1,14	1,144	46,76	0,0287
Especies	2	71,76	35,881	1466,52	0,0007
Error	2	0,05	0,024		
Total	5	72,95			

Coefficiente de variación: 0,68%

Anexo 5-12 Análisis de varianza FDA segundo corte

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Repeticiones	1	0,21	0,209	2,49	0,255
Especies	2	26,42	13,212	157,16	0,0063
Error	2	0,17	0,084		
Total	5	26,80			

Coeficiente de variación: 1,38%

Anexo 5-13 Análisis de varianza FDA tercer corte

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Repeticiones	1	0,17	0,173	1,90	0,3023
Especies	2	856,75	428,373	4686,78	0,0002
Error	2	0,18	0,091		
Total	5	857,10			

Coeficiente de variación: 1,80%

Anexo 5-14 Análisis de varianza FDA cuarto corte

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Repeticiones	1	0,01	0,008	1,81	0,3112
Especies	2	1765,47	882,736	197627,48	0,0000
Error	2	0,01	0,004		
Total	5	1765,49			

Coeficiente de variación: 0,28%

Anexo 5-15 Análisis de varianza FDN primer corte

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Repeticiones	1	0,03	0,025	0,28	0,6523
Especies	2	262,28	131,141	1423,12	0,0007

Error	2	0,18	0,092		
Total	5	262,49			

Coefficiente de variación: 0,86%

Anexo 5-16 Análisis de varianza FDN segundo corte

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Repeticiones	1	0,00	0,001	0,01	0,9417
Especies	2	242,64	121,318	1379,39	0,0007
Error	2	0,18	0,088		
Total	5	242,81			

Coefficiente de variación: 0,90%

Anexo 5-17 Análisis de varianza FDN tercer corte

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Repeticiones	1	0,21	0,213	1,44	0,3530
Especies	2	2338,31	1169,57	7909,51	0,0001
Error	2	0,3	0,148		
Total	5	2338,82			

Coefficiente de variación: 1,38%

Anexo 5-18 Análisis de varianza FDN cuarto corte

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Repeticiones	1	0,00	0,004	0,06	0,8266
Especies	2	4263,57	2131,786	35625,03	0,0000
Error	2	0,12			
Total	5	4263,7			

Coeficiente de variación: 0,65%

Anexo 5-19 Análisis de varianza DMS primer corte

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Repeticiones	1	0,67	0,667	46,08	0,0210
Especies	2	43,57	21,784	1505,86	0,0007
Error	2	0,03	0,014		
Total	5	44,26			

Coeficiente de variación: 0,17%

Anexo 5-20 Análisis de varianza DMS segundo corte

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Repeticiones	1	0,13	0,129	2,61	0,2478
Especies	2	16,04	8,019	161,94	0,0061
Error	2	0,10	0,058		
Total	5	16,27			

Coeficiente de variación: 0,31%

Anexo 5-21 Análisis de varianza DMS tercer corte

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Repeticiones	1	0,11	0,107	1,92	0,2999
Especies	2	6396,9	3198,451	57663,23	0,0000
Error	2	8,11	0,055		
Total	5	6397,12			

Coeficiente de variación: 0,51%

Anexo 5-22 Análisis de varianza DMS cuarto corte

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Repeticiones	1	0,00	0,005	1,77	0,3145
Especies	2	4925,46	2462,731	906529,71	0,0000
Error	2	0,01	0,003		
Total	5	4925,47			

Coeficiente de variación: 0,13%