



Brásicas forrajeras en sistemas bovinos de carne y ovinos de la Patagonia (Región de Aysén)

Editores: Christian Hepp K., Osvaldo Teuber W.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

Boletín INIA / N° 441

ISSN 0717-4829





Brásicas forrajeras en sistemas bovinos de carne y ovinos de la Patagonia (Región de Aysén)

Editores: Christian Hepp K. y Osvaldo Teuber W.

Centro Regional de Investigación

INIA Tamei Aike



Brásicas forrajeras en sistemas bovinos de carne y ovinos de la Patagonia
(Región de Aysén)

Autores:

Christian Hepp K., Osvaldo Teuber W., Camila Reyes S., Dagoberto Villarroel T., Hernán Felipe Elizalde V., Andrés Naguil, Verónica González M., José Daza C.

Equipo asistente:

Patricio Almonacid, Adriana Carvajal, Viola Saldivia, Margot Monsalve, Elda Monsalve, Jorge Rodríguez, Jorge Barriga, Mirna Medina.

Cita bibliográfica general:

Hepp C. y Teuber, O. (eds) 2021. Brásicas forrajeras en sistemas bovinos de carne y ovinos de la Patagonia (Región de Aysén). Boletín Técnico N° 441. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación INIA Tamel Aike, Coyhaique, Aysén-Patagonia, Chile. 137p.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA (2021)
Ministerio de Agricultura – Chile

Centro Regional de Investigación INIA Tamel Aike
Camino Coyhaique Alto km 4,5
Fonos +562 233366 – 2 237754
chepp@inia.cl
Casilla 296
Coyhaique, Región de Aysén
Chile

ISSN 0717-4829

Diseño

Elisa Pérez Mena
www.elisamalicia.cl

Permitida la reproducción total o parcial de esta obra, citando la fuente y los autores con la autorización por escrito del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)

Índice

Introducción	5
Capítulo 1	
Problemática de la estacionalidad productiva en la Patagonia	7
Capítulo 2	
Adaptación y producción de brásicas forrajeras en la Patagonia	17
Capítulo 3	
Establecimiento de brásicas forrajeras por medios convencionales y cero labranza	32
Capítulo 4	
Manejo y valor nutritivo de brásicas forrajeras en la Patagonia	51
Capítulo 5	
Utilización de brásicas forrajeras con ovinos en la Patagonia	83
Capítulo 6	
Utilización de brásicas forrajeras con bovinos de carne en la Patagonia	99

Capítulo 7

Costos de producción de brásicas forrajeras en sistemas ganaderos de la Patagonia (Región de Aysén)	126
--	------------

Capítulo 8

Bibliografía consultada	134
--------------------------------------	------------

Introducción

Las brásicas pertenecen a la familia de las crucíferas (Brassicaceae), la que contiene más de 370 géneros y sobre 4.000 especies. Las plantas que integran el género *Brassica* corresponden a muchas especies utilizadas en alimentación humana y/o animal. Se incluyen especies de cultivos de hoja (por ejemplo, repollo), oleaginosas (por ejemplo, raps), inflorescencia (por ejemplo, coliflor), y otros que tienen órganos de reserva con tallos o raíces engrosadas (por ejemplo, nabo, rutabaga).

Algunas especies de brásicas se utilizan con fines de alimentación animal, como la col forrajera (*B. oleracea* spp. *acephala*), nabo forrajero (*B. rapa*), nabo de hoja (*B. campestris*), raps forrajero (*B. napus* spp. *biennis*) y rutabaga (*B. napus* spp. *napobrassica*). El origen de estas especies se presume del centro de Asia y Asia Menor, pero luego abarcaron la cuenca mediterránea y se expandieron hacia el norte de Europa.

Las brásicas forrajeras (BF) son cultivos suplementarios para sistemas de producción de bovinos y ovinos que, en el sur de Chile, fueron introducidos inicialmente por la colonización alemana. Se han usado principalmente en ganado bovino lechero, aunque tienen también muchas aplicaciones en bovinos de carne y ovinos. Durante la primera década de este siglo, las BF fueron introducidas por el INIA en la región de Aysén y evaluadas en cuanto a su producción de forraje y respuesta animal, en sistemas de producción de carne bovina y con ovinos. Se trata de plantas bianuales que requieren un período de vernalización en invierno y florecen en la segunda temporada. No obstante, habitualmente se consumirán los cultivos en su fase vegetativa, durante la primera temporada de crecimiento.

La importancia de las BF radica en sus elevados rendimientos de materia seca, acompañado de un alto valor nutritivo, tanto en proteína como energía metabolizable. Son plantas resistentes al clima frío y permiten su uso en pastoreo directo, desde el verano hasta incluso la fase avanzada del invierno, dependiendo de la especie y variedad. De esta forma, posibilitan contar con recursos de pastoreo de alta calidad en períodos en que habitualmente las praderas producen poco o están en receso. Tienen una elevada digestibilidad y permiten altos niveles de utilización del cultivo, con diferentes categorías animales.

El cultivo de brásicas puede formar parte de un sistema de rotación en los predios, intercalándolas antes de la renovación de praderas, ya que al requerir más insumos, habitualmente permiten dejar una fertilidad residual mejorada en el suelo y condiciones que permiten una mejor cama de semillas para la siembra ulterior. En ocasiones, hay que considerar estrategias de control de malezas, tanto para el cultivo de las brásicas, como también en la siembra de la pradera siguiente.

Las diferentes especies de BF tienen características diferentes, en cuanto a las fracciones consumibles por los animales. En los nabos y rutabagas, se produce un engrosamiento del hipocotilo, que es la fracción subterránea del tallo principal. En ese tallo engrosado se genera una estructura tuberosa que es un órgano de reserva de la planta. A diferencia de especies como la papa, que contiene principalmente almidón, las BF almacenan principalmente glucosa y fructosa. Por ello, el contenido energético de las plantas es elevado, al contar con carbohidratos solubles altamente digestibles. Las hojas, por su parte, son más ricas en proteína. En estas dos especies, habitualmente se consume la planta completa en una sola ocasión, por lo que no ocurre un rebrote luego de la utilización.

Los nabos de hoja, el raps forrajero y la col forrajera, no generan el órgano engrosado en la base y permiten habitualmente varios pastoreos. En estos casos se consumen las hojas y tallos y se produce rebrote desde las yemas axilares luego de la utilización, especialmente en las dos primeras especies.

En los diferentes capítulos de esta publicación, se presenta la experiencia y conocimiento logrados en la región de Aysén durante más de una década de evaluaciones de especies y variedades, junto con la respuesta animal en bovinos de carne y ovinos.

Capítulo 1

Problemática de la estacionalidad productiva en la Patagonia (Región de Aysén)

Christian Hepp

La ganadería del sur de Chile y particularmente en la Patagonia, está basada en la utilización de praderas, las que se encuentran bajo diferentes sistemas de manejo en sistemas productivos bovinos y ovinos. Por ello, los sistemas se califican habitualmente como “pastoriles” y se les diferencia de otros que involucran una mayor proporción de uso de recursos extra-prediales, como granos, concentrados y/o subproductos de diferente tipo.

Los sistemas productivos en la región de Aysén tienen diferentes grados de intensificación, desde muy extensivos hasta otros con mayor uso de tecnología, pero en general son de relativo bajo “input” y muchos pueden ser considerados como “naturales”. Estos sistemas generan carnes “pastoriles” (grass fed), cuya calidad se ha estudiado, presentando mayores niveles de ácidos grasos poliinsaturados que las carnes de feedlot y sin uso de hormonas.

1.1. Condiciones agroclimáticas

Las condiciones agroclimáticas en la región de Aysén presentan una gradiente térmica e hídrica desde la costa occidental hacia las zonas orientales, lo que define climas muy diferentes. La zona occidental es más húmeda y cálida, mientras que la vertiente oriental de la Cordillera Andina Patagónica tiene menor precipitación y también menores temperaturas.

El régimen térmico permite un crecimiento significativo de praderas por sólo 5–7 meses en el año, siendo más prolongado el período en la zona húmeda costera y más restringida en el interior. Lo anterior implica que la curva de crecimiento vegetal presenta una elevada estacionalidad (Figura 1.1).

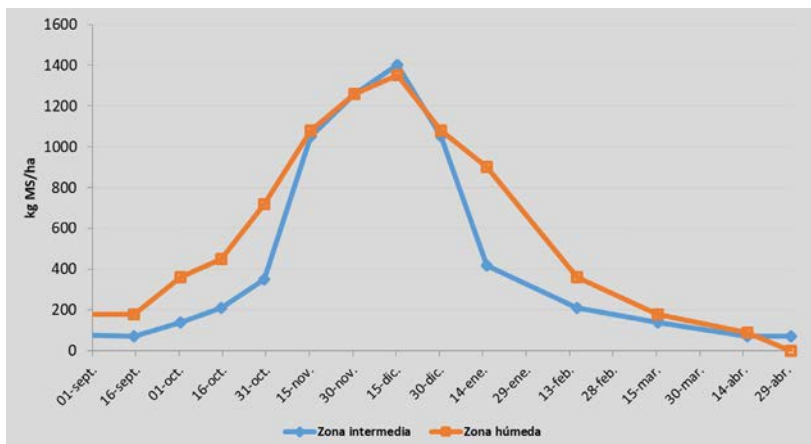


Figura 1.1. Curvas de crecimiento de praderas en dos zonas agroclimáticas de Aysén.

La Figura 1.2 muestra la variación mensual de la temperatura media en tres zonas contrastantes de la región de Aysén, desde la zona occidental costera hasta la zona oriental, cercana al límite con Argentina (Zona de Estepa).

El promedio anual para la temperatura media en Puerto Aysén es de 8,9 °C, en Coyhaique de 8,2 °C y de 6,4 °C en Balmaceda, con una amplia variación dentro del año, como se aprecia en la Figura 1.2. Estos promedios tienen un amplio rango entre el mes más frío y el mes más cálido.

Durante el período estival, la temperatura media en Puerto Aysén y Coyhaique es similar, mientras que en Balmaceda es notoriamente inferior. Para el resto del año, Coyhaique siempre presenta una temperatura media menor a Puerto Aysén. La temperatura media en la Zona de Puerto Aysén (Zona Húmeda) se acerca a los 6 °C en agosto, mientras que en Coyhaique (Zona Intermedia) ello ocurre en septiembre y recién en octubre para Balmaceda (Zona de Estepa). Las implicancias son un inicio más temprano del crecimiento de praderas en la primera zona y mucho más tardío en la tercera.

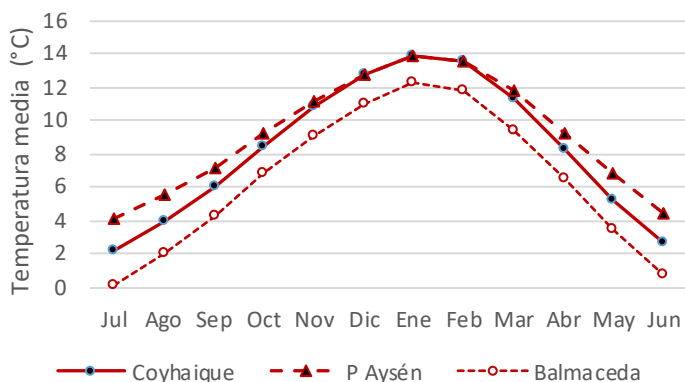


Figura 1.2. Temperatura media mensual en tres estaciones meteorológicas de la región de Aysén: Puerto Aysén (Zona Húmeda litoral); Teniente Vidal (Coyhaique, Zona Intermedia); Balmaceda (Zona oriental de estepa). Elaborado por INIA Tamel Aike en base a datos históricos obtenidos de la Dirección Meteorológica de Chile.

Las tres zonas agroclimáticas se diferencian significativamente en cuanto a sus temperaturas mínimas medias mensuales durante todo el año (Figura 1.3). Balmaceda tiene medias mínimas cercanas a cero o bajo el punto de congelamiento entre mayo y septiembre, típicas de un clima muy frío. Temperaturas mínimas medias mensuales bajas determinan la ocurrencia de heladas en días particulares, que son comunes hasta diciembre en Balmaceda y hasta el mes de noviembre en Coyhaique. Ello representa riesgos para el crecimiento vegetal y limita el desarrollo de muchas especies. En Puerto Aysén las mínimas medias son más altas, que caracteriza a su clima más templado.

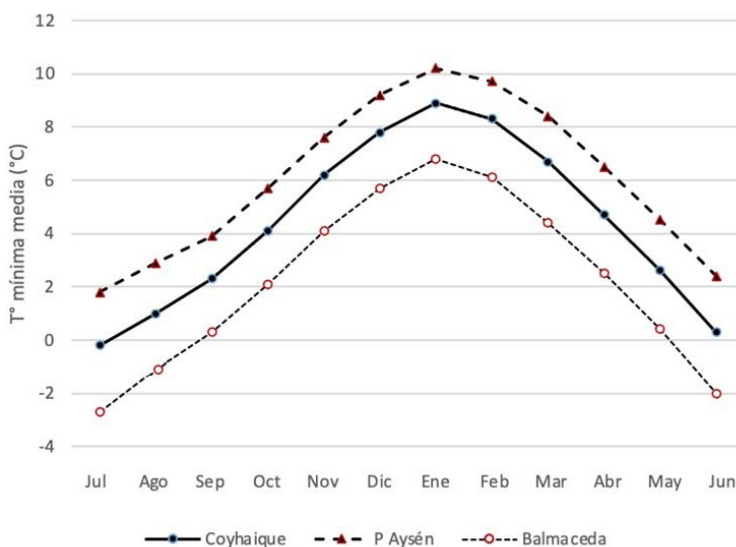


Figura 1.3. Temperatura mínima media mensual en tres estaciones meteorológicas de la región de Aysén: Puerto Aysén (Zona Húmeda litoral); Teniente Vidal (Coyhaique, Zona Intermedia); Balmaceda (Zona oriental de estepa). Elaborado por INIA Tamel Aike en base a datos históricos obtenidos de la Dirección Meteorológica de Chile.

La temperatura máxima media mensual de Coyhaique es superior a la de las otras dos localidades entre noviembre y marzo, lo que estimula el crecimiento vegetal, siempre que exista paralelamente una adecuada humedad de suelo que lo sustente (Figura 1.4).

La influencia marítima en la Zona Húmeda hace que las temperaturas máximas y mínimas sean más templadas, presentando una menor amplitud térmica. Lo contrario ocurre en la zona oriental, con una mayor influencia continental y una mayor amplitud térmica mensual.

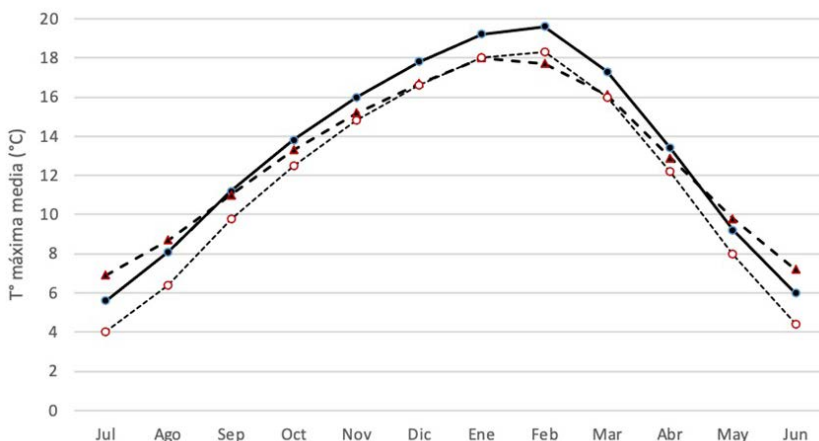


Figura 1.4. Temperatura máxima media mensual en tres estaciones meteorológicas de la región de Aysén: Puerto Aysén (Zona Húmeda litoral); Teniente Vidal (Coyhaique, Zona Intermedia); Balmaceda (Zona oriental de estepa). Elaborado por INIA Tamel Aike en base a datos históricos obtenidos de la Dirección Meteorológica de Chile.

Las curvas de precipitación mensual promedio para tres estaciones de la región de Aysén se muestran en la Figura 1.5. Se observan diferencias marcadas entre las tres zonas, con mayores precipitaciones en Puerto Aysén (Zona Húmeda), que declinan hacia el interior, con las menores lluvias ocurriendo en la zona de Balmaceda.

También se aprecia una estacionalidad en las precipitaciones, con una mayor acumulación en los meses invernales. Puerto Aysén registra precipitaciones promedio sobre 150 mm cada mes del año, que superan los 250 mm/mes en pleno invierno. Por otra parte, Balmaceda (Zona de Estepa) presenta precipitaciones con máximos promedio de entre 70-80 mm/mes, que bajan a sólo 30 mm/mes promedio entre octubre y febrero. Coyhaique (Zona Intermedia) muestra igualmente una estacionalidad pluviométrica con máximos de 130-140 mm entre mayo y julio y de 50-70 mm/mes en primavera y verano.

Tanto en la Zona Intermedia, como en la de Estepa, la precipitación de verano muchas veces limita el crecimiento vegetal, ya que no es suficiente y además puede presentar una distribución desuniforme. Por ello, cada vez es más frecuente contar con veranos secos, en que la evapotranspiración supera ampliamente los aportes de precipitación.

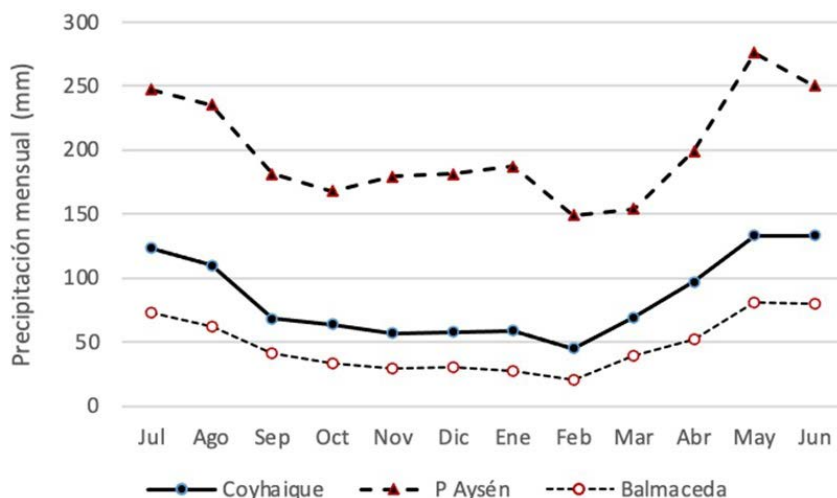


Figura 1.5. Precipitación mensual promedio en tres estaciones meteorológicas de la región de Aysén: Puerto Aysén (Zona Húmeda litoral); Teniente Vidal (Coyhaique, Zona Intermedia); Balmaceda (Zona oriental de estepa). Elaborado por INIA Tamel Aike en base a datos históricos obtenidos de la Dirección Meteorológica de Chile.

La Figura 1.6 muestra que las mayores diferencias en precipitaciones estacionales en el tiempo se han producido en primavera y verano. Ambas estaciones han sido en promedio más secas que el promedio histórico en la década pasada (2010–2020). Mientras en la primavera aún hay reservas de agua en el suelo, la situación más crítica se produce habitualmente en pleno verano, siendo enero y febrero generalmente meses secos, en que la evapotranspiración supera ampliamente al aporte de las lluvias. Es en esta época en que se resiente más fuertemente el crecimiento de las praderas. Los cultivos de brásicas, particularmente raps forrajero, pueden ser un aporte estratégico de pastoreo en este período si se planifica adecuadamente.

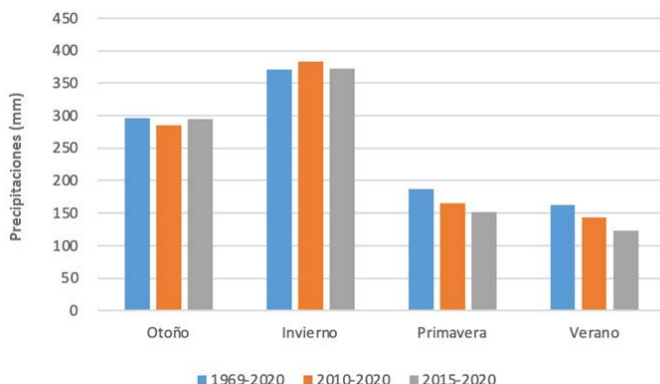


Figura 1.6. Precipitaciones estacionales en la zona de Coyhaique. Variaciones entre período histórico (1969-2020), y períodos más recientes. Elaborado por INIA Tamel Aike en base a datos de DMC Teniente Vidal (Coyhaique, Zona Intermedia de Aysén).

Las condiciones climáticas de temperaturas y precipitaciones permiten señalar que en las tres zonas de la región de Aysén es factible el desarrollo de diferentes especies de BF. Sin embargo, en cada una de ellas el crecimiento y desarrollo de los cultivos será diferente, iniciándose más temprano en la temporada y también con un período de crecimiento más prolongado en la zona costera. El período de crecimiento será más restringido en la zona oriental, al iniciarse más tardíamente y finalizar en forma más prematura. La adaptación de diferentes especies y variedades de brásicas se detalla en capítulos posteriores.

1.2. Crecimiento de brásicas forrajeras

La Figura 1.7 presenta un esquema comparando el crecimiento de una pradera mixta tipo durante la temporada, con un cultivo de nabo forrajero o rutabaga con objetivo de uso en otoño/invierno, y un cultivo de raps forrajero que se pastorea en tres oportunidades (inicios de enero, mediados de marzo y mediados de mayo).

En la Zona Intermedia, la pradera suministra forraje en forma significativa entre octubre y marzo/abril, quedando un extenso período de muy escaso o nulo crecimiento entre mayo y septiembre. Las BF pueden ofrecer forraje de alto

valor nutritivo en períodos en que la pradera no aporta, ya sea en períodos más secos de verano (pastoreo de raps forrajero), otoño, o en invierno.

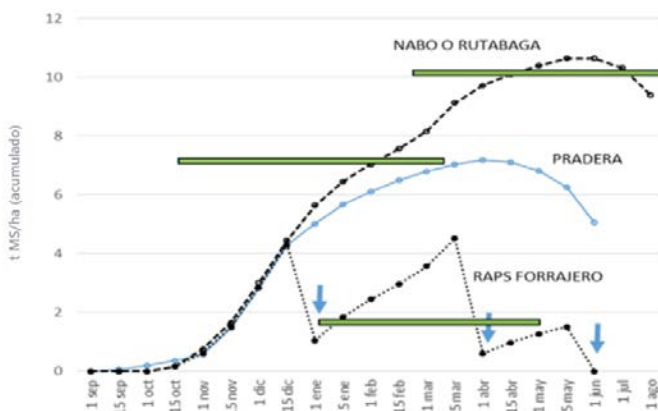


Figura 1.7. Esquema teórico del crecimiento acumulado de una pradera mixta, raps forrajero (flechas indican pastoreos) y cultivo de nabo o rutabaga en la Zona Intermedia de Aysén. Los períodos más significativos de utilización se indican en barra de color verde).

El Cuadro 1.1 muestra las diferentes opciones de praderas y cultivos en los sistemas ganaderos de la Zona Intermedia de Aysén. Como se observa, las BF permiten cubrir períodos en los que no hay disponibilidad de forraje de praderas o ésta es muy baja.

Como se verá más adelante, los períodos de utilización dependerán también de las fechas de siembra de los cultivos de BF, donde también la selección de una especie y variedad adecuada (por ejemplo, precocidad) será muy importante.

Cuadro 1.1. Diferentes alternativas forrajeras en la Zona Intermedia de la región de Aysén y momentos en que están disponibles (p=pastoreo; cf=conservación de forraje; gr=cosecha de grano; rs=rastrojo; S=siembra).

Tipo de recurso	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	t MS /ha
Pradera naturalizada			p	p	p	p	p	p					1-3
Pradera naturalizada fertilizada			p	p	p	p	p	p					4-7
Pradera mixta sembrada			p	p	p	p/cf	p/cf	p/cf	p/cf	p			5-9
Pradera de alfalfa					cf	cf	p	p	p/cf	p/cf	p		8-12
Cereales primavera	S	S	S		p	p	p/cf	p/cf	p/cf	p/gr	p/gr	p/gr	8-13
Cereales otoño		p	p	p	pcf	pcf	pcf	p	p	S/p	S/p		8-14
Raps forrajero	S	S	S	S	S	S	p	p	p	p	p	p	6-12
Nabo forrajero			S	S	S			p	p	p	p	p	7-15
Rutabaga	p	p	S	S	S					p	p	p	7-15

Los suelos que tienen el potencial para la producción de BF son aquellos de capacidad de uso arable, que corresponden a las categorías III y IV en la región de Aysén. La cantidad de suelos actualmente ocupados por praderas y cultivos en la región de Aysén es de casi 42.000 ha a nivel regional, de los cuales cerca de 8.300 ha corresponden a la Zona Húmeda (costera) y 830 ha en Zona de Estepa, mientras que la mayoría (casi 32.800 ha) se encuentran en la Zona Intermedia. Es importante considerar que adicionalmente hay praderas de coironales en la Zona de Estepa, que se clasifican como suelos clase VI, pero que topográficamente serían arables y podrían habilitarse algunos para cultivo al existir posibilidades de riego, ya que es una zona de baja pluviometría estacional.

1.3. Estacionalidad productiva

Los sistemas ganaderos de la Región de Aysén se basan en la utilización directa de praderas (sistemas pastoriles), pero dadas las características climáticas, es necesario considerar la conservación de forraje para el período de receso, que puede superar los 150 días cada año (mayo-septiembre aproximadamente). Ésta se hace generalmente en la forma de heno o ensilaje, el que debe ser suministrado diariamente a los animales. Este ciclo anual condiciona a los

sistemas de producción, los que deben necesariamente ajustarse a la curva de crecimiento de los pastos para lograr optimizar resultados de producción animal.

De esta forma, en bovinos de carne, se puede lograr animales precoces, terminados para faena en otoño (18 meses) o bien invernar animales no terminados para un ciclo más largo de producción. Alternativamente se puede decidir descargar parte del rebaño antes del invierno como medida de manejo. Todo ello está condicionado por el término del crecimiento de praderas a inicios de otoño, donde las tasas de crecimiento de los animales se resienten si no cuentan con la alimentación adecuada.

Al tener cultivos de BF, es posible continuar con elevadas tasas de crecimiento animal en meses de otoño e incluso el invierno. Con ello se logra romper la estacionalidad productiva y flexibilizar la comercialización de ganado, así acceder a períodos de mejores precios, mejorando rentabilidad de los sistemas de producción de carne. Resultados de respuesta animal en dichos períodos se presentan en otro capítulo de esta publicación.

Capítulo 2

Adaptación y producción de brásicas forrajeras en la Patagonia (Región de Aysén)

Camila Reyes, Andrés Naguil, Verónica González y Christian Hepp

En los sistemas ganaderos de climas templados, el uso de brásicas forrajeras (BF) como cultivos suplementarios se ha transformado en una valiosa alternativa, debido a la oportunidad de su oferta forrajera en el tiempo, permitiendo suplir los requerimientos del ganado en épocas de escasez de forraje. Ello ocurre especialmente cuando el crecimiento y la calidad de las praderas se afectan por periodos de déficit hídrico en el verano o por las bajas temperaturas en otoño/invierno.

Estos cultivos poseen un elevado potencial de producción, pero para ello requieren de adecuadas condiciones de siembra y de fertilización, entre otras. A pesar de ser plantas bianuales, en general su ciclo productivo es anual, con un costo de establecimiento relativamente alto, pero su impacto en el sistema productivo debe ser analizado en cuanto a la oportunidad estratégica de su uso.

Son además buenos cultivos de cabeza de rotación, que permiten mejorar las condiciones del suelo para la siembra posterior de una pradera definitiva. En la Región de Aysén, tradicionalmente se han utilizado cereales forrajeros como cultivos suplementarios, destacándose la avena y la cebada. Sin embargo, en los últimos años se han incorporado distintas especies de BF (nabos, coles, raps y rutabaga), las que se utilizan principalmente bajo pastoreo directo.

La experiencia en Aysén data de la primera década de este siglo, cuando se realizaron las primeras caracterizaciones de los cultivos de BF y, desde entonces, se ha ido generando nueva información en diferentes zonas agroclimáticas.

Los trabajos de investigación realizados por INIA Tamel Aike en distintas localidades muestran que el rendimiento potencial que se puede obtener es alto, con valores sobre 15 t MS/ha en algunos casos, y de alta calidad (valor

nutritivo), lo cual es muy difícil conseguir con otros cultivos. Sin embargo, se han registrado fuertes variaciones en rendimiento, las que en la mayoría de los casos se asocian a problemas de manejo, tales como fecha de siembra tardía, mala preparación de suelo, poca regulación de la profundidad de siembra o falta de control de malezas, por nombrar algunas.

El tiempo que requiere un cultivo de BF para llegar a su utilización puede variar según la especie, variedad y condiciones de cada zona (clima y suelo). Esta combinación de factores permite manejar estratégicamente el cultivo de acuerdo a las necesidades de cada predio y sus objetivos productivos. Este capítulo entrega información sobre la adaptación y producción de diferentes especies de BF en la Región de Aysén.

2.1. Especies de brásicas forrajeras probadas en Aysén

2.1.1. Col forrajera (*Brassica oleracea* (L.) spp. *acephala*)

La col forrajera ha sido utilizada tradicionalmente como suplemento de invierno. Sin embargo, es posible utilizarla también desde fines de verano o principios de otoño si se siembra temprano. Esta especie posee un sistema radicular profundo, lo que le permite una buena tolerancia a la sequía, no obstante, se desarrolla mejor en zonas húmedas.

Como todo cultivo de alto rendimiento requiere de un buen nivel de fertilidad. La dosis de semilla va a variar según la eficiencia de establecimiento, pero normalmente es de entre 3 a 5 kg/ha cuando se siembra en hileras y 6 a 7 kg/ha cuando se siembran al voleo.

En este cultivo, un aspecto importante a considerar es la relación entre tallo y hojas. Los tallos muy gruesos son un alimento de baja calidad y los animales normalmente los rechazan. La palatabilidad de los tallos puede mejorar si se siembra con una mayor dosis de semilla, ya que así se logra un cultivo más denso y, por ende, de tallos más delgados. Como este cultivo se utiliza principalmente en estado vegetativo, puede ser consumido por los animales en cualquier momento, aunque la fecha ideal normalmente variará entre los 130 y 220 días post-siembra.

Las variedades de floración tardía permiten mantener su calidad por más tiempo en invierno, mientras que cultivares de floración precoz deben ser utilizadas en forma temprana, ya que los niveles de compuestos S-metil Cisteína Sulfóxido (SMCO) en la planta aumentan durante la floración, generando un mayor riesgo de provocar problemas en la salud de los animales.

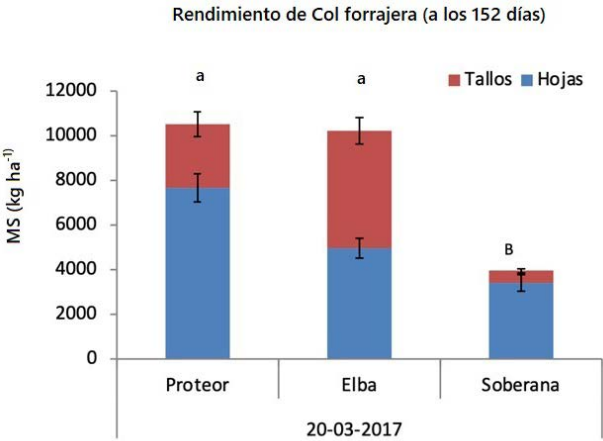


Figura 2.1. Producción de tres cultivares de Col en la comuna de Coyhaique (Zona Intermedia de Aysén).

En la Figura 2.1 se entregan los resultados de rendimiento de tres cultivares de Col evaluadas en la Zona Intermedia de Aysén. La fecha de siembra de este ensayo fue el 19 de octubre, y fue cosechado el 20 de marzo siguiente, a los 152 días. Los mejores rendimientos se obtuvieron con las variedades Proteor y Elba, alcanzando una producción de sobre 10 t MS/ha. Cabe destacar que, entre estas dos variedades, Proteor presentó una mayor proporción de hojas. En el caso de la col Soberana (Sovereign), al ser una especie más tardía, no alcanzó un suficiente desarrollo a los 152 días, y probablemente se adapte mejor a pastoreos posteriores (mayo o junio).

En ensayos realizados en la Zona Húmeda (Pto. Aysén y La Junta; datos evaluación Barenbrug-Fundo Rosselot) se registraron producciones promedios entre 12 y 14 t MS/ha, y destacaron los cultivares Caledonian, Rawara, Regal y, recientemente, Sovgold y Bombardier (Figura 2.2).

Una característica destacada en coles, es el hecho de llegar en muy buena condición (sanidad y vigor de planta) a periodos de otoño e invierno. Lo anterior no ocurre con híbridos por su corto ciclo productivo o con nabos de raíz, que se ven fuertemente afectados en algunos casos por pudriciones en hojas y raíces producto de la combinación de bajas temperaturas y alta humedad en la Zona Húmeda de Aysén.



Figura 2.2. Cultivo de Col Forrajera cv Bombardier en Fundo Rosselot, La Junta.

Nota: Fecha de siembra 27-12-2020. Fecha evaluación 07-05-2021. Rendimiento de 12 t MS/ha.

2.1.2. Raps forrajero (*Brassica napus* spp *biennis*)

El raps forrajero es un cultivo considerado de ciclo corto. En países como Nueva Zelandia ha sido tradicionalmente utilizado como un forraje para engordar corderos en verano. Sin embargo, dadas las ventajas que han demostrado las nuevas variedades (capacidad de rebrote, rendimientos y resistencia a las heladas) los periodos de utilización de este forraje han ido expandiéndose hacia otoño e invierno.

Dependiendo de la variedad y las condiciones agroclimáticas donde se establezca, el raps forrajero requiere entre 70 y 120 días de desarrollo post-siembra para poder ser pastoreado. La parte aprovechable del cultivo corresponde a las hojas y tallos que crecen sobre el suelo.

La dosis de semilla habitual es de 4 kg/ha. Una vez establecido crece rápidamente y con una adecuada fertilidad y nivel de humedad se pueden alcanzar rendimientos de 10 a 12 t ms/ha. Es posible realizar 1 a 3 pastoreos, ya que las nuevas variedades (como por ejemplo, Titan y Goliath) permiten un abundante rebrote. Se pueden mezclar con ballica italiana (*Lolium multiflorum*) o con cereales para pastoreos múltiples (Figura 2.3).

La relación entre hojas y tallos es mayor que en el caso de las coles. Sin embargo, al igual que en el caso de éstas, la calidad de los tallos decrece con el tiempo, principalmente cuando emite el escape floral.



Figura 2.3. Cultivo de raps forrajero puro versus asociado a avena (La Junta, junio 2021).

El raps forrajero posee un sistema radicular bien desarrollado, el cual le permite adaptarse de mejor forma a los suelos de baja fertilidad y a periodos de sequía estival, en comparación a otras especies de BF. Una vez establecido puede sufrir ataque de plagas y enfermedades, siendo los áfidos y las tijeretas las plagas de mayor incidencia en años secos.

Al igual que en las otras especies de BF, se recomienda pastorear en franjas, para minimizar las pérdidas en el consumo. Es necesario utilizar cerco eléctrico adelante y atrás para asegurar un residuo que permita el rebrote del cultivo.

En este cultivo hay que tener especial cuidado con el manejo del ganado, para prevenir así problemas de fotosensibilidad e intoxicaciones por nitritos, ya que a diferencia de las otras especies de BF, el raps forrajero debe estar maduro al momento de suministrárselo a los animales (Figura 2.4).



Figura 2.4. Cultivo de Raps (cv Goliath) en estado maduro para inicio de pastoreo (Liceo Agrícola de la Patagonia, Lago Frío). Nota: fecha de siembra 04-11-2020. Fecha de evaluación 12-02-2021. Rendimiento de 5 t MS/ha.

En la Figura 2.5 se presentan los resultados de un ensayo de variedades de raps forrajero establecido el 18 de octubre en la Zona Intermedia de Aysén, manejadas bajo dos sistemas de corte (tres fechas y dos fechas de evaluación en la temporada, respectivamente). En la primera mitad del ensayo se realizaron tres fechas de evaluación correspondientes al 25 de enero, 11 de abril y 11 de septiembre. Aquí se obtuvieron rendimientos acumulados entre 11 y 13 t MS/ha, donde la variedad Goliath alcanzó la mayor producción. La variedad Winfred mostró una mejor distribución de materia seca producida en cada corte y una mejor relación tallo/hoja en la segunda fecha de pastoreo. En el otro sistema de corte con sólo dos fechas de utilización, la variedad Licapo logró el mejor rendimiento (cercano a 13,6 t MS/ha) en comparación a las demás variedades,

las que estuvieron en un rango de 8 a 11 t MS/ha. En general, todas presentaron buenos rendimientos, lo que sugiere que es posible realizar ambos manejos con buenos resultados, dependiendo de las necesidades particulares del forraje del productor.

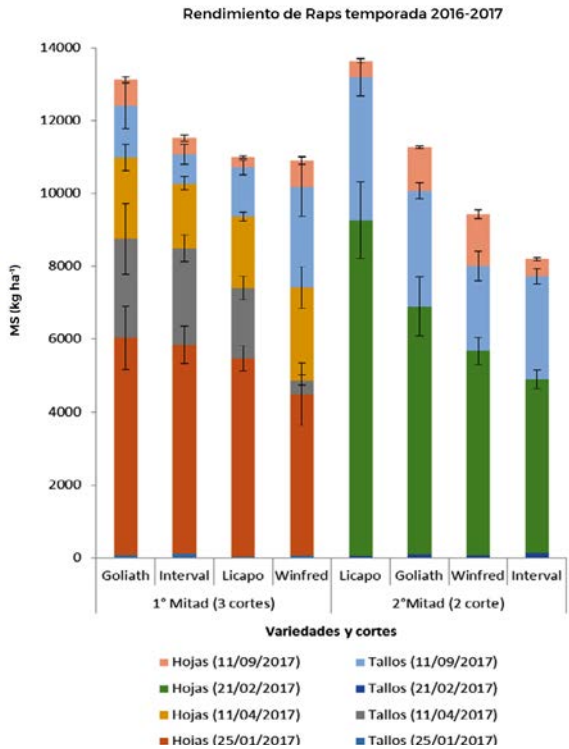


Figura 2.5. Producción de cuatro variedades de raps forrajero, bajo dos sistemas de pastoreo en la comuna de Coyhaique, Valle Simpson, región de Aysén.

En otro ensayo realizado en la comuna de Cochrane, se evaluaron diferentes fechas de utilización de dos variedades de raps forrajero (Goliath y Winfred), sembradas el 4 de octubre. Los resultados se presentan en la Figura 2.6. Aquí se observa que ambas variedades obtuvieron los mayores rendimientos a los 142 días (23 de febrero). Sin embargo, la utilización en esta fecha no logró generar un rebrote a fines de abril, el que sólo se consiguió al adelantar la fecha de primera cosecha hacia fines de diciembre.

En la Zona de Estepa de Aysén, cultivares de raps forrajero, como Goliath y Winfred, mostraron producciones promedio de hasta 9,5 t MS/ha. Esta especie se adapta muy bien a los sistemas ganaderos de estepa, que principalmente son explotaciones ovinas extensivas.

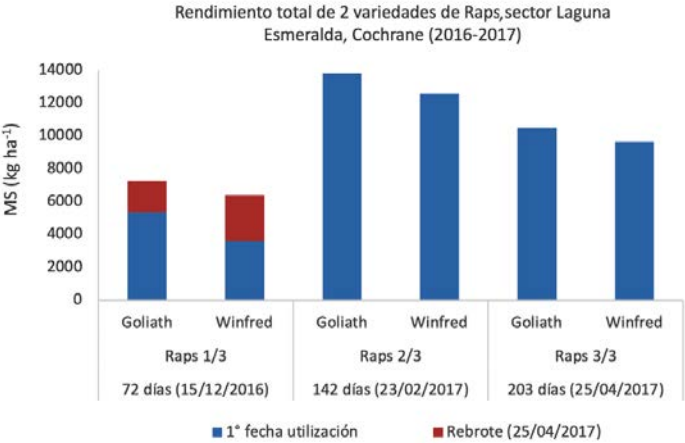


Figura 2.6. Producción de dos variedades de raps forrajero, con tres fechas de corte en la comuna de Cochrane, región de Aysén.

Por su parte, en la Zona Húmeda, a principios de enero se estableció una siembra de raps forrajero variedad Goliath en la localidad de Villa Los Torreones. El cultivo fue pastoreado durante la primera semana de julio, alcanzando una disponibilidad de 8,2 t MS/ha, donde el 58 % correspondió a hojas y un 32 % a tallos.

2.1.3. Nabo forrajero (*Brassica rapa* spp *rapa* o *rapifera*)

Los nabos forrajeros son un cultivo de raíces y hojas, que se usa para pastoreo, tanto de verano como de invierno. La fecha de siembra está determinada por dos factores. En primer lugar se debe considerar el momento en el cual se quiere comenzar a pastorear este forraje y, segundo, evaluar las condiciones hídricas al momento de siembra. Lo anterior debido a que se necesita de un período con adecuada humedad en el suelo para que las plantas emerjan homogéneamente, se establezcan y alcancen un buen desarrollo de la raíz, lo debe ocurrir antes

de entrar al período crítico de déficit hídrico. Una vez definidos estos dos parámetros, se puede elegir la variedad que se va a utilizar, considerando la precocidad de ésta (tiempo en el que alcanza el estado de cosecha), lo cual a su vez va a permitir definir la fecha de siembra requerida.

Actualmente, en el mercado nacional existe una gran oferta de cultivares con diferentes velocidades de maduración (precoces, intermedios y tardíos). Esta clasificación coincide además con otras características, como la proporción de hojas versus raíz, el color y la dureza de la raíz, como también la forma de la raíz y la proporción de ésta que estará sobre la superficie del suelo. Factor de importancia para la utilización bajo pastoreo.

En las zonas templadas, los cultivares de mayor uso son los que presentan una raíz engrosada, de pulpa blanca, blanda, además de un follaje abundante, consiguiendo una mejor relación hojas/raíz. En general son de precocidad temprana, entre 60 a 90 días, período en el cual se utilizan en el estado vegetativo. Este tipo de nabos forrajeros también se clasifican como “nabos de verano”, presentan una menor resistencia a heladas, y en general, tienen requerimientos de fertilidad de suelo mayores. A este grupo pertenecen cultivares como: Dynamo, Marco, Civasto, Rival, Barkant, Balance y Blanco de Lugo (Figura 2.7).

Por otra parte están los cultivares que se caracterizan por presentar una raíz más dura, habitualmente de forma globosa y de mayor duración en condiciones de frío y humedad. Éstos representan una excelente alternativa para la Zona Intermedia y de transición a la estepa de Aysén. Estos cultivares también se conocen como “nabos de invierno”. Son más tardíos, alcanzando su desarrollo óptimo para consumo animal entre 90 a 120 días. Forman parte de este grupo cultivares como: Green Globe, York Globe y New York (Figura 2.7).

Si se necesitan nabos durante un período prolongado (por ejemplo, desde febrero a mayo), los primeros dos tercios del cultivo se pueden establecer con nabos de verano y el tercio final con nabos de invierno, que presenta mejores condiciones de conservación en terreno.



Figura 2.7. Nabo de raíz precoz (cv. Dynamo) y nabo de raíz tardío (cv. Green Globe).

Con el fin de evaluar la adaptación del cultivo de nabos de raíz en condiciones locales, se realizó un ensayo con cinco variedades y dos fechas de utilización. Los resultados en la Figura 2.8 indican que, durante la primera fecha de utilización (en abril), se obtuvieron rendimientos entre 18 y 14 t MS/ha, logrando el mejor desempeño el cultivar Gigante de Violeta, y el más bajo fue la variedad Green Globe. Sin embargo, se observa una disminución en los rendimientos acumulados en la segunda fecha de muestreo (en junio), alcanzando rendimientos entre 15 y 8,2 t MS/ha, donde el valor más alto lo obtuvo Barkant y el menor fue la variedad Norfolk. Si bien se observa un ligero aumento en el rendimiento de raíces, éste no se iguala a la pérdida y disminución del volumen de hojas, las que fueron afectadas por episodios de nieve y heladas ocurridas en los meses de mayo, junio y julio de ese año.

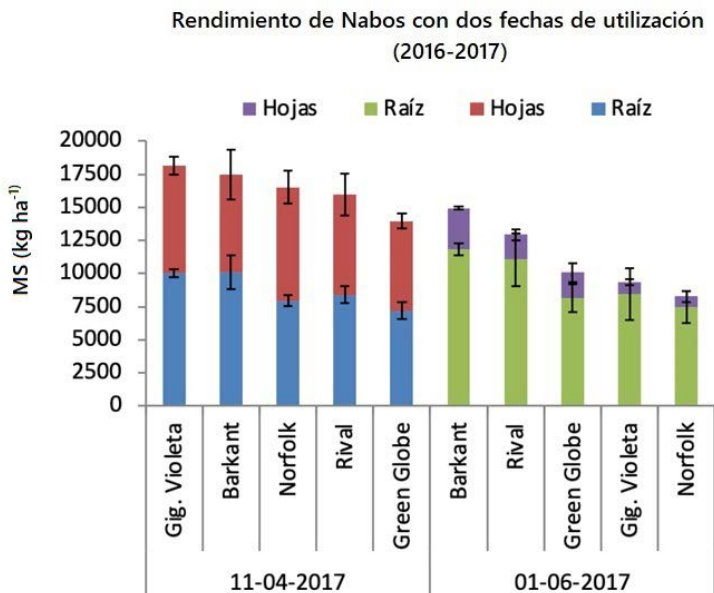


Figura 2.8. Producción de cinco variedades de nabo forrajero de raíz, con dos fechas de utilización en la comuna de Coyhaique, Zona Intermedia.

Por otra parte, en la localidad de Cochrane se probaron dos variedades de nabo forrajero, uno precoz (Rival) y uno tardío (Green Globe), además de la rutabaga Dominion (precoz), con dos fechas de utilización, en febrero y abril.

Estos resultados (Figura 2.9) muestran que la variedad de nabo Rival, al ser más precoz logra un mayor rendimiento tanto en la primera como en la segunda fecha de utilización, alcanzando las 13,8 t MS/ha en febrero y 16,8 t MS/ha en abril. Ambos ensayos permiten corroborar que las variedades más precoces permiten obtener mayores rendimientos en fechas más tempranas de utilización.

Esta información concuerda con los trabajos realizados anteriormente por INIA, demostrando que en la Zona Intermedia es posible obtener rendimientos en nabos de raíz en el rango de 8 a 16 t MS/ha.

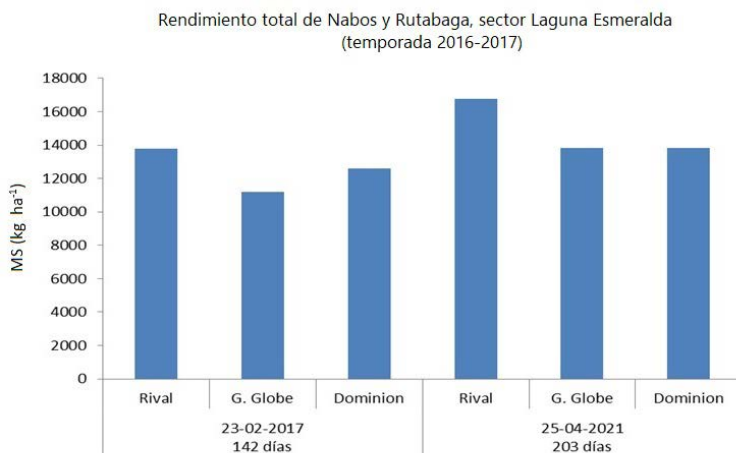


Figura 2.9. Producción de dos variedades de nabos forrajeros y una variedad de rutabaga en la comuna de Cochrane con dos fechas de utilización.

En zonas de estepa o transición a la estepa, estudios realizados por INIA Tamel Aike antes de 2010, permitieron validar el comportamiento productivo de todos los materiales evaluados en esa zona. De esta forma, se observó que en general las especies de raíz como nabos y rutabagas presentaron rendimientos superiores a los registrados por especies de hoja como coles, raps e hídridos.

2.1.4. Rutabaga (*Brassica napus* spp. *napobrassica* o *rapifera*)

La rutabaga posee una estructura de planta similar a la del nabo forrajero, con hojas y raíz comestible. Sin embargo, su ciclo de maduración es mucho mayor, de entre 150 a 240 días (dependiendo de la variedad), por lo que se considera un cultivo suplementario de invierno. Su valor nutritivo es muy alto y, si el cultivo está sano, éste se mantiene durante el invierno, tolerando muy bien temperaturas bajas extremas.

Es una especie que se comporta muy bien en climas fríos y húmedos y, en general, presenta una baja tolerancia a la sequía. Por su ciclo de desarrollo, la época de siembra corresponde a primavera tardía, ya que su período de utilización será recién en el invierno siguiente. Sin embargo, tampoco es conveniente retrasar la fecha de siembra en exceso, ya que como todo cultivo necesita un nivel de

humedad en el suelo para lograr un establecimiento exitoso.

Las raíces, al igual que en el caso de los nabos forrajeros, se caracterizan por ser de color blanco y blandos en las variedades más precoces, como Mayor Plus o Dominion. Las variedades más tardías presentan pulpa de tonalidad amarilla y una dureza mayor, como es el caso de las variedades Invitation o Highlander.

En este cultivo, las hojas normalmente van desapareciendo durante el invierno debido a las adversidades climáticas y a los daños causados eventualmente por enfermedades. Por lo tanto, lo que se busca en este caso es alcanzar un mayor desarrollo de raíces que en el caso de los nabos. Para ello, se utilizan menores dosis de semilla comparado con el nabo forrajero (de 1 a 2,5 kg/ha, dependiendo de la eficiencia de establecimiento).

Al igual que todas las BF, la literatura señala que la rutabaga responde muy bien a suelos fértiles y prefiere pH superiores a 5,5.

Respecto a los cultivares de rutabaga, la Figura 2.10 muestra resultados obtenidos a partir de un ensayo establecido en la Zona Intermedia de Aysén (fecha de siembra 18 de octubre).

Se aprecia que las variedades Major Plus y Aparina Gold alcanzaron rendimientos sobre las 19 t MS/ha a fines de mayo, con 225 días de desarrollo, superando ampliamente a los cultivares Invitation y Dominion, con rendimientos cercanos a 12,5 t MS/ha. Además, las cuatro variedades toleraron adecuadamente las condiciones climáticas del invierno logrando llegar con rendimientos entre 9 y 17 t MS/ha a fines de septiembre. En esta fecha de utilización el cultivar más destacado fue Major Plus nuevamente, y el de menor desempeño fue Aparina Gold.

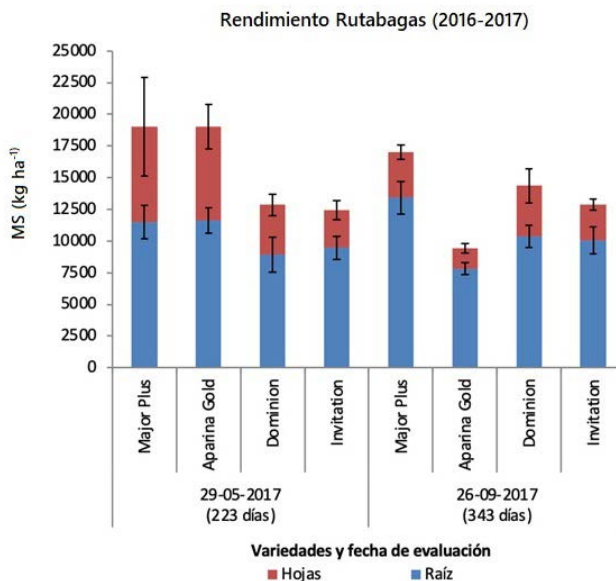


Figura 2.10. Producción de materia seca promedio de cuatro variedades de rutabaga con dos fechas de utilización en la comuna de Coyhaique, Zona Intermedia, Aysén.

En el mes de diciembre se estableció un cultivo de rutabaga (Dominion) en la localidad de Los Torreones, en la Zona Húmeda de Aysén. Esta fecha de siembra contrasta con las fechas habituales de que se realizan en la Zona Intermedia (octubre y noviembre). Esto es posible debido a la mayor precipitación y mejores condiciones de humedad de suelo a fines de la primavera y en el verano. Lo anterior permite cierta seguridad de que los establecimientos más tardíos serán exitosos.

En este caso, el cultivo de rutabaga fue establecido para complementar a los animales a salidas de invierno. El cultivo fue utilizado en el mes de agosto, como suplemento para vacas en su último tercio de gestación. En ese momento, el cultivo alcanzaba un rendimiento promedio de 9,5 t MS/ha (raíz + hojas). Sobre el 93 % de esa biomasa estuvo representada por las raíces y sólo un porcentaje mínimo por las hojas (Figura 2.11).



Figura 2.11. Utilización de rutabaga variedad Dominion a salidas de invierno. Sector Los Torreones, Zona Húmeda, región de Aysén.

En una experiencia realizada anteriormente por el INIA en la Zona Húmeda, los cultivares Major Plus, Highlander, Winton, Dominion, e Invitation, fueron evaluados bajo dos niveles de aplicación de carbonato de calcio (0 y 3 t/ha). Esta zona se caracteriza por presentar valores de pH inferiores a 5,5.

La producción de biomasa fue evaluada seis meses después (26 de julio). El análisis de datos mostró diferencias significativas en las producciones de forraje para los cultivares evaluados. Sin embargo, no existieron diferencias entre las dosis de aplicación de cal, lo que indicaría cierta capacidad de esta especie a crecer bajo condiciones de mayor acidez.

En este ensayo destacaron el rendimiento alcanzado por Winton, Highlander y Major Plus, llegando a valores entre 13 y 16 t MS/ha, mientras que Invitation y Dominion tuvieron el rendimiento más bajo, cercano a 8 t MS/ha. A pesar de que no se registraron diferencias significativas, con la aplicación de cal se pudo observar una tendencia al aumento del tamaño de raíces (14 %), mientras que la producción de hojas se mantuvo estable.

Capítulo 3

Establecimiento de brásicas forrajeras por medios convencionales y cero labranza

Osvaldo Teuber, Andrés Naguil y José Daza

Las brásicas forrajeras (BF) tienen características deseables que las hacen muy útiles en sistemas de producción animal. Entre ellas se destacan: a) producción de abundante forraje (Figura 3.1), cuando la mayoría de las praderas no son productivas; b) alto rendimiento y calidad para la alimentación animal (energía, proteína, digestibilidad y minerales) (Figura 3.2); c) bajos costos de establecimiento y utilización debido a su uso bajo pastoreo y; d) entrega de beneficios dentro de la rotación de cultivos.



Figura 3.1. Nabo forrajero Green Globe y su potencial de desarrollo.

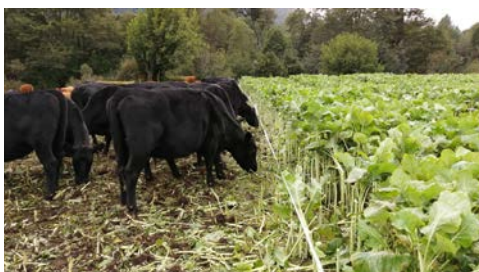


Figura 3.2. Coles forrajeras pastoreadas por bovinos de carne, La Junta, Aysén.

En la región de Aysén, el INIA las introdujo como cultivos forrajeros suplementarios para los sistemas ganaderos locales hacia el año 2005, aproximadamente, transformándose rápidamente en recursos estratégicos para la alimentación de otoño-invierno. Son cultivos de alta calidad (proteína, energía y digestibilidad) y de relativo bajo costo (alta producción por unidad de superficie y utilización vía pastoreo directo).

En este sentido se han evaluado por muchos años distintas especies y cultivares de BF, en distintas zonas agroclimáticas y valles productivos, en diferentes épocas de siembra y analizándose diferentes épocas de utilización y respuesta productiva con ovinos y bovinos de carne.

Dentro de toda la experiencia que se ha ido acumulando en la región de Aysén sobre el manejo de estas especies forrajeras, el establecimiento de las mismas ha sido un desafío importante. El manejo de los suelos de esta región tiene sus particularidades, comparado con el de otras zonas, especialmente de la Zona Sur y también de la región de Magallanes.

El alto riesgo de erosión en la Zona Intermedia de la región de Aysén (Figuras 3.3 y 3.4), que es la principal zona donde se establecen y utilizan estas especies forrajeras y los problemas de proliferación de malezas (yuyo, bolsita del pastor), han ido desincentivando el uso de estas especies en el último tiempo. Debido a esto, el INIA ha estado desarrollando algunos ensayos que comparan los sistemas de establecimiento de BF, principalmente la labranza tradicional (LT) y la cero labranza (CL), que son el foco principal a abordar en este capítulo.



Figura 3.3. Erosión de suelos por labranza tradicional, sector Vista Hermosa.



Figura 3.4. Erosión de suelos por labranza tradicional, sector Valle Simpson.

3.1. Establecimiento mediante labranza tradicional

Las BF son consideradas especies rústicas, que se pueden adaptar adecuadamente a distintos tipos de manejo. Sin embargo, si se le dan condiciones favorables para germinar, emerger y desarrollarse, mayor será la posibilidad de alcanzar altos potenciales de producción.

De esta manera, la preparación de suelo, los niveles de fertilidad, la fecha de siembra y el control de malezas son factores fundamentales a considerar, para asegurar un adecuado crecimiento y desarrollo de estas especies. Del mismo modo se debe aprovechar la secuencia o rotación de cultivos a nivel predial, para así sacar el mayor provecho al mejoramiento de la fertilidad de suelo generada por los cultivos de BF para los cultivos posteriores, especialmente praderas de larga rotación.

3.1.1. Preparación de suelo

Si bien las BF se establecen generalmente sobre suelo bajo labranza tradicional (LT), esta labor debe asegurar una siembra sobre una cama de semillas fina, firme y con buena humedad, que permita un íntimo contacto de la semilla con el suelo, para alcanzar una adecuada germinación y emergencia, con buena distribución de semillas y plantación uniforme.

La preparación de suelo deberá contemplar las labores de labranza y uso de maquinarias específicas, que permitan modificar las características del suelo que afectan la germinación de las semillas y posteriores etapas de desarrollo de las plantas. Con estas labores se busca mejorar aspectos como la aireación del suelo, capacidad de retención de humedad y descomposición de la materia orgánica por la mayor actividad biológica, entre otras propiedades.

De acuerdo a las características físicas de los suelos de la Región de Aysén y utilizando la labranza tradicional, se recomienda realizar un barbecho temprano en otoño y de no ser posible, temprano a salidas de invierno. El objetivo es que se facilite el control de la cubierta vegetal existente, se mejore la aireación del suelo y la mineralización de los nutrientes. Esta labor se puede realizar con rastra de discos u otras maquinarias más modernas, como rototresadora, rotocultivadores u otras (Figura 3.5), que permitan una adecuada desintegración de la cubierta vegetal existente. Esta labor igualmente puede ser apoyada por el uso de un barbecho químico (herbicidas sistémicos no selectivos).



Figura 3.5. Labranza primaria con uso de rotovator.



Figura 3.6. Labranza secundaria con uso de vibrocultivador.

A salidas de invierno y previo a la época de siembra, las labores de labranza secundaria estarán enfocadas en permitir un mayor mullimiento del suelo, para asegurar una buena cama de semillas para el establecimiento del cultivo de BF. En estas labores de labranza secundaria no se debe abusar de máquinas de alto impacto al suelo como rotovatores o rotofresadoras, para evitar la destrucción de la estructura del suelo, ya que esto aumentará el riesgo de erosión eólica.

Una adecuada labor para lograr una buena cama de semillas, es el uso del vibrocultivador (Figura 3.6). Toda labranza tradicional debe culminar con el rodonado del suelo, antes y después de la siembra, para asegurar la firmeza de la cama de semillas.

De acuerdo a la experiencia de Nueva Zelanda, el uso de maquinaria de inversión de suelo, coma arado de vertedera o de discos para enterrar el material vegetal a unos 25 cm de profundidad, seguido de vibrocultivador y rodillos compactadores sub-superficiales, serían la mejor alternativa para asegurar una adecuada cama de semillas.

3.1.2. Sistemas de siembra sobre cama de semilla

Las BF pueden ser sembradas al voleo o en línea, de forma manual o mecanizada. Sin embargo, independientemente del método que se utilice, se debe procurar siempre hacer una distribución homogénea de la semilla y asegurar que la profundidad de siembra nunca supere 1,5 cm. Además, es necesario controlar

muy bien la dosis de siembra, sobre todo en las especies de raíz, para alcanzar una densidad que permita un adecuado desarrollo de éstas.

La siembra al voleo y manual se puede realizar con una sembradora tipo “ciclón”, lo que puede ser una alternativa para siembras de superficies pequeñas o cuando no se tiene acceso a maquinaria, situación que aún ocurre en algunos sectores de la región de Aysén, sobre todo a nivel de la agricultura familiar campesina.

En superficies más grandes, la siembra al voleo se puede hacer con el trompo abonador, mezclando la semilla con el fertilizante, que es una técnica bastante difundida en la región de Aysén. Para ambos sistemas de siembra al voleo, es necesario haber pasado un rodón al suelo, tanto antes como después de la siembra, para asegurar que la semilla no quede demasiado profunda. Se debe considerar siempre que se incorpore y cubra las semillas por medio de una rastra liviana (rastra de ramas o cadena), previo al rodonado final.

Una última alternativa de siembra al voleo corresponde a la máquina sembradora tipo “brillion”, la cual tiene la ventaja de realizar en una misma pasada, el rodonado previo a la siembra, la siembra y el rodonado posterior a la siembra, lo que ahorra horas de maquinaria (Figura 3.7).

No obstante, a pesar de que la siembra al voleo es un sistema sencillo y económico, presenta el problema de que las plántulas recién emergidas no tendrán acceso directo al fertilizante, lo que atrasará su desarrollo inicial, y además, no permite controlar la profundidad de siembra. Debido a lo anterior, sería aconsejable aumentar en al menos un 20 % la dosis de semilla, para asegurar un buen establecimiento del cultivo.



Figura 3.7. Siembra de brásicas forrajeras con máquina tipo Brillion.



Figura 3.8. Siembra de brásicas forrajeras con cerealera o regeneradora en LT.

Las siembras mecanizadas realizadas en línea son las más recomendadas para el establecimiento de BF, ya que permiten la localización del fertilizante junto a la semilla. Además, permiten regular adecuadamente la dosis de semilla, así como la profundidad de siembra, cuando las condiciones del suelo y la cama de semillas son adecuadas. Para esta labor es posible utilizar una máquina cerealera convencional o una máquina regeneradora/cero labranza (Figura 3.8).

Otras ventajas señaladas para este sistema de siembra son el menor uso de semilla y el permitir una germinación y emergencia más homogénea. Sin embargo, hay que considerar que es un sistema más lento y más costoso que el sistema al voleo.

3.1.3. Dosis de semilla y densidades de plantas

Se debe tener presente que las dosis de semillas en BF son muy bajas, ya que la recomendación general es de 3 a 4 kg/ha para raps forrajero, híbridos y coles forrajeras, 1 a 3 kg/ha para nabos forrajeros y de 0,8 a 1,5 kg/ha para rutabagas. Ello hace un poco complicada la dosificación, pero factible de realizar (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1. Principales parámetros de las semillas de brásicas forrajeras y recomendaciones de dosis de siembra y densidad de plantas.

Especies	PMS*	Semillas por kg	Dosis de Siembra	Densidad de Plantas
	(g)	(x1000)	kg/ha	Plantas/m ²
Nabo de raíz	2.5	400	1.0	30
Rutabaga	3.0	333	0.7	20
Col	4.0	250	4.5	80
Raps	3.5	286	4.0	100
Nabo de hoja	2.8 - 4.0	357-250	3.5 - 5.0	110

*PMS= Peso de mil semillas.

Además, por el pequeño tamaño de la semilla, la profundidad de siembra no debe ser superior los 1,5 cm y así asegurar la máxima germinación y densidad de cultivo. Profundidades de 0,6 a 1,3 cm serían adecuadas para suelos de textura fina o arcillosos, pudiendo ser desde 1,3 a 1,9 cm en suelos de texturas livianas o más arenosos.

Las recomendaciones de dosis de siembra señaladas en el Cuadro 3.1, deben ser analizadas caso a caso. Al usar el sistema de siembra al voleo, esta dosis debería aumentarse en al menos un 20 %, lo cual también dependerá de la calidad de la preparación de suelo y característica de la cama de semilla.

También es necesario considerar el destino del cultivo, ya que en la región de Aysén el principal uso de las BF es para pastoreo de otoño-invierno y en este caso se debería disminuir las dosis, para obtener densidades más bajas de plantas por unidad de superficie. Lo anterior se basa en que para otoño-invierno se buscan suplementos más energéticos, los cuales se lograrán con menor proporción de hojas y mayor proporción de raíces (nabos y rutabagas) o tallos (raps y coles). Son estos últimos órganos los que acumulan mayor proporción de azúcares solubles y por ende mayor energía. Por lo contrario, si el destino del cultivo es otro, por ejemplo, producción de leche en verano, las dosis deberían aumentarse para obtener mayor proporción de hojas vs raíces/tallos.

3.1.4. Fechas de siembra

Estudios han indicado que la competencia de las malezas es uno de los mayores problemas de las BF al establecimiento. Por esta razón, se debe sembrar cuando el suelo haya alcanzado una temperatura óptima para una rápida germinación y emergencia. Las BF germinan sobre un amplio rango de temperatura, pero el óptimo es entre 10 y 35 °C. A esas temperaturas la emergencia ocurrirá entre 4 a 5 días.

Teniendo como base la experiencia de otros países y las observaciones y resultados locales, la fecha ideal de siembra correspondería a la primavera/verano. En la región de Aysén, la fecha óptima sería desde la segunda quincena de octubre en adelante.

Trabajos desarrollados por INIA Tamel Aike, muestran que siembras realizadas temprano en primavera (septiembre) no son recomendadas, por la alta probabilidad que las plántulas pequeñas se vernalicen (reciban suficientes horas de frío para estimular la formación de escapo floral), lo cual disminuirá fuertemente la producción y calidad del cultivo (Figuras 3.9 y 3.10).



Figura 3.9. BF sembradas temprano en primavera y vernalizadas.



Figura 3.10. Cultivo de BF vernalizadas y con emisión de tallo floral.

Adicionalmente, en la región de Aysén, la fecha de siembra se podría atrasar hasta finales de diciembre para algunas BF de ciclo vegetativo más corto, como raps forrajero, nabos precoces y nabos de hojas o híbridos. Sin embargo, el problema de atrasar las siembras radicaría en la menor disponibilidad de humedad en el suelo en verano, que podría afectar la germinación y emergencia del cultivo.

En las BF de ciclos vegetativos más largos (150 días o más), como rutabagas y coles forrajeras, no se recomienda atrasar la fecha de siembra, ya que al hacerlo éstas no alcanzarán a completar su ciclo de desarrollo y su rendimiento se verá disminuido sustancialmente.

3.1.5. Control de malezas

Las BF son especialmente susceptibles al enmalezamiento, sobre todo en los primeros estados de desarrollo. Para evitar esto o al menos minimizarlo, se recomienda ayudarse del control químico. Este control químico deberá estar dirigido a controlar la cubierta vegetal previa, ya sea de residuo del cultivo anterior, malezas o especies forrajeras de la pradera preexistente.

La aplicación de un herbicida de acción total y sistémico, como el glifosato, en al menos una aplicación (ver recomendaciones de dosis en fichas técnicas específicas de cada producto comercial), una semana antes de comenzar la preparación de suelo, sería adecuado. Para mejorar el espectro de acción del glifosato, el incluir en mezcla algún herbicida hormonal para especies de hoja ancha, sería muy recomendado.

También existe la posibilidad de usar herbicidas pre-emergentes (por ejemplo, Trifluralina, Frontier o Alachlor), post-emergentes (por ejemplo, Radiate, Tordon, Clopiralid o Dicamba) para malezas de hoja ancha y graminicidas (por ejemplo, Centurion, Fusliade o Gallant) para el control de gramíneas (pastos), todos los cuales deben ser aplicados siguiendo las indicaciones del fabricante.

3.2. Establecimiento mediante Cero Labranza

La cero labranza (CL) corresponde a una técnica utilizada en la agricultura de conservación, la cual permite establecer diferentes cultivos, sin remover, preparar y/o invertir el perfil del suelo. Para ello, se usa una máquina sembradora especializada, la cual localiza la semilla en surcos, sin remover el suelo, a un ancho y profundidad suficiente para una adecuada cobertura y contacto de la semilla con el suelo.

De esta forma, la CL tiene varias ventajas sobre otros métodos de cultivo (labranza tradicional y mínima labranza), ya que se disturba menos el suelo. Adicionalmente hay un menor uso de maquinarias (menor costo, menor compactación y menor uso de combustibles fósiles). El establecimiento es más rápido y se pueden optimizar los tiempos de siembra. Sin embargo, también tiene algunas desventajas, entre las que se puede mencionar la casi absoluta dependencia del uso de herbicidas y la necesidad de contar con maquinaria especializada para este fin.

Para el caso del establecimiento de BF con CL, el éxito o fracaso de este método estará fuertemente influenciado por la competencia que tengan las plántulas de BF con las especies vegetales residentes. Por otro lado, estudios realizados en otros países señalan que la CL ha mostrado resultados erráticos con BF y que en el caso de usar CL, se debe procurar utilizar mayores niveles de nitrógeno, para compensar la menor mineralización de este nutriente.

3.2.1. Barbecho químico

El control de malezas es un aspecto fundamental para el éxito de la CL, y ello se logra con uso de herbicidas. Siguiendo la línea de lo indicado para el control de malezas en labranza convencional, presentado anteriormente, el uso de un herbicida de acción total y sistémico como el glifosato es lo más recomendado.

Dependiendo del producto comercial que se trate, de la formulación del mismo y de las especies vegetales que se quiere controlar, será la dosis de producto a aplicar por hectárea, pero en términos generales esta puede ir desde los 2 a los 6 L de producto comercial por hectárea. Será necesario aplicar sobre las plantas malezas en activo crecimiento, para asegurar la translocación del producto y así lograr la efectividad del mismo. Del mismo modo, el mezclar el glifosato con algún herbicida hormonal, mejorará el espectro de control, sobre todo en malezas o especies de hoja ancha.

De acuerdo a la experiencia que se tiene con el uso de glifosato en la región de Aysén, para la implementación de establecimientos con CL, se debe señalar que una única aplicación en primavera, previo a la siembra, parece ser insuficiente. Lo anterior se debe a que la ventana de aplicación que existe es muy corta, considerando desde que la cubierta a controlar se encuentre en activo crecimiento y la fecha límite de siembra, lo que correspondería al mes de octubre, principalmente. Si se adelanta la aplicación del herbicida para el barbecho químico, se puede caer en que muchas malezas estarán aun en receso o con muy escaso desarrollo y así no reciban el producto y se escapan al control, afectando posteriormente el crecimiento del cultivo a establecer. Por otro lado, si se atrasa la aplicación, para mejorar la cobertura a toda la cubierta vegetal que se quiere controlar, el material vegetal muerto no tendrá tiempo suficiente para desintegrarse. De ocurrir esto, la cubierta ofrecerá una barrera física más complicada al momento de hacer la siembra con máquina de CL (especialmente de discos), impidiendo una adecuada incorporación de la semilla y fertilizante al surco de siembra (Figura 3.11).

Debido a esto, la recomendación sería seleccionar el potrero que se va a sembrar el verano anterior, hacer una primera aplicación del herbicida a salidas de verano u otoño y repetir esta aplicación en la primavera, previo a la siembra, donde esta última irá dirigida a las especies vegetales que se escaparon del control de la primera aplicación (Figura 3.12).



Figura 3.11. Siembra CL sobre barbecho químico de primavera.



Figura 3.12. Aplicación de otoño (vegetación gris) y 2da aplicación de primavera (color rojizo).

3.2.2. Siembra con máquina cero labranza

Una vez asegurada la eliminación de la cubierta vegetal preexistente, se puede proceder a realizar la siembra, utilizando la maquinaria de CL. Para este sistema de siembra, en la región de Aysén se cuenta con máquinas CL de discos (Semeato, Kuhn y Sulky) y de zapatas (Duncan, Aitchison y Connor Shea). Las máquinas de disco presentan la ventaja de contar con unidades independientes, donde cada disco puede “copiar” el microrelieve de buena forma, asegurando que la semilla y fertilizante vayan quedando siempre a la misma profundidad (Figura 3.13). Las máquinas de “zapata” tienen menos capacidad de copiar el microrelieve, pero permiten generar un surco de siembra más amplio, que permitiría una mayor facilidad para la emergencia de las plántulas (Figura 3.14). Con ambos tipos de máquinas se ha tenido experiencia en la siembra de BF en la región de Aysén, las que se presentan a continuación.



Figura 3.13. Sembradora CL de discos, marca Semeato.



Figura 3.14. Sembradora CL de zapatas, marca Aitchison.

3.2.3. Experiencias regionales de establecimiento de BF

Una primera experiencia se enmarca dentro de la ejecución del programa FIC "Innovación en Prácticas Sustentables para la Adaptación al Cambio Climático", en la cual se ha evaluado el establecimiento de especies forrajeras, entre ellas nabos forrajeros, con LT versus CL. La experiencia fue desarrollada en el sector de Cuesta Alvarado (45°28'43.03" S y 72°01'11.18" O y a 533 msnm), en un suelo Andisol típico de la zona Intermedia. Una réplica idéntica se realizó en el sector de Ñirehuao (45°16'14.94" S y 71°39'55.40" O y a una altura de 519 msnm), sobre un Mollisol típico de valles de la zona de Estepa de la región de Aysén.

En ambos sectores se estableció el ensayo sobre una pradera mixta sembrada, con más de tres temporadas desde su establecimiento. Se comenzó con la eliminación de la cubierta vegetal, realizando un barbecho químico, para lo cual se aplicó glifosato a razón de 3 L/ha (producto comercial Panzer), suplementado con Starene (0,5 L/ha), para aumentar el control de malezas de hoja ancha. La mezcla herbicida se aplicó con una cuatrimoto fumigadora, utilizando 150 litros de agua/ha.

Una vez observado el efecto del herbicida, la mitad de la superficie se preparó con dos labores de arado rotovator y una labor de rodón, para lograr una cama de semillas firme. La otra mitad quedó sin preparar, para establecer los cultivos con sembradora CL. La siembra de nabos forrajeros (cultivar Green Globe) se realizó el 11 y 14 de octubre en Cuesta Alvarado y Ñirehuao, respectivamente.

El establecimiento en el suelo preparado con LT y el sector con barbecho químico se realizó con una máquina CL de discos, marca Semeato, modelo TDAX 2500. La dosis de siembra fue de 3 kilos por hectárea, procurando una profundidad de siembra no superior a 1,5 cm y con una fertilización al surco de siembra de 80 kg de nitrógeno (Urea), 80 kg P_2O_5 (Superfosfato Triple), 80 kg de K_2O (Muriato de Potasio) y 50 kg de S (Sulpomag).

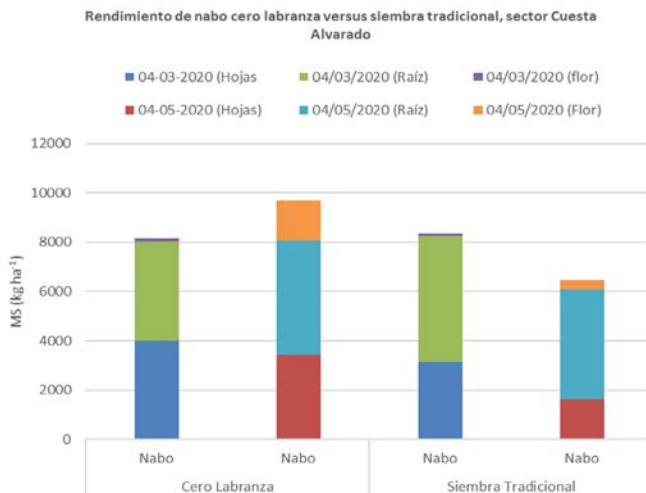


Figura 3.15. Rendimiento de nabos de raíz (kg MS/ha) por componente productivo, con CL versus LT, sector Cuesta Alvarado, Zona Intermedia de Aysén.

La producción de los nabos forrajeros se evaluó a finales del verano de 2020 y en otoño del mismo año (Figura 3.15). En la evaluación de marzo del sector de Cuesta Alvarado (144 días post-siembra), se obtuvo una producción de 8,2 t MS/ha con CL y 8,3 t MS/ha con LT. En la evaluación del mes de mayo (205 días post-siembra), las producciones alcanzaron los 9,7 y 6,5 t MS/ha, para la CL y LT, respectivamente. En términos generales, los rendimientos fueron bastante similares para ambos sistemas de establecimiento, a pesar de la mayor producción observada en mayo con CL, comparada con la LT, donde la principal diferencia se da porque en la CL se mantuvo a buen nivel la producción de hojas, mientras que en LT ésta disminuyó fuertemente.

Los rendimientos de nabo forrajero en el sector de Ñirehuao fueron algo inferiores a los observados en Cuesta Alvarado (Figura 3.16), lo que se puede explicar en parte por la menor disponibilidad de agua en el perfil de suelo en la Zona de Estepa, versus la Zona Intermedia.

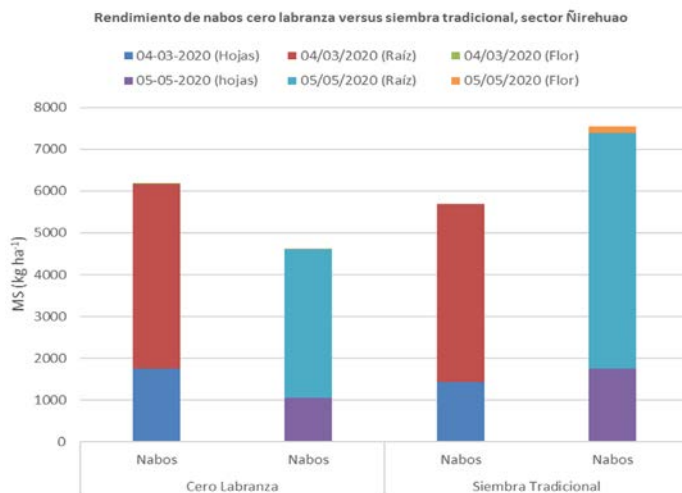


Figura 3.16. Rendimiento de nabos de raíz (kg MS/ha) por componente productivo, con CL versus LT, sector Ñirehuao, Zona de Estepa, Aysén.

En la evaluación de marzo (141 días post-siembra), se determinó una producción de 6,2 t MS/ha con CL y 5,7 t MS/ha con LT. Durante el mes de mayo se observó una producción inferior en CL, comprado con LT, con 4,6 t MS/ha y 7,6 t MS/ha, respectivamente. Estos resultados igualmente se pueden considerar relativamente parejos y las diferencias que se observan, se pueden atribuir más a diferencias en los muestreos y a heterogeneidad de la población de plantas en las parcelas, factor que es muy incidente en la producción final, sobre todo en las evaluaciones de invierno, donde la mayor proporción está representada por las raíces.

Estos resultados permitirían concluir que la CL es un adecuado sistema de establecimiento para BF en la región de Aysén, teniendo varias ventajas con respecto a la LT, como es la rapidez para llevarse a cabo, menores costos (menos horas-máquina) y mayores ventajas ambientales al evitar erosión de suelo y pérdida de carbono del suelo, entre otras.

Una segunda experiencia se llevó a cabo en el predio El Piedrero, perteneciente al Centro Regional de Investigación INIA Tamel Aike, en el sector Santa Elena, Valle Simpson, Zona Intermedia de Aysén. En este predio se comparó nuevamente la

producción de diferentes especies de BF establecidas bajo un sistema de CL y LT. El manejo se hizo de una forma similar a la primera experiencia realizada en Cuesta Alvarado y Ñirehuao, es decir, se realizó barbecho químico para eliminar la cubierta vegetal existente, que correspondía a una pradera mixta. Para el barbecho químico se utilizó glifosato (3 L/ha), con 150 L/ha de agua.

Posteriormente, el sector correspondiente a la LT fue preparado usando una rastra de discos tipo off set y rodillo compactador. Se sembró con una máquina CL de discos Semeato, modelo TDAX 2500, un cultivar de nabo forrajero (cv. Norfolk), rutabaga (cv. Aparina Gold), raps forrajero (cv. Goliath) y rábano tipo japonés blanco largo. La siembra se realizó el 14 de noviembre de 2019, utilizando una dosis de siembra de 3, 2, 4 y 10 kg/ha para el nabo, rutabaga, raps y rábano, respectivamente. Además, se aplicó una fertilización base de 100 kg de nitrógeno (urea), 80 kg P_2O_5 (Superfosfato triple) y 50 kg S (azufre elemental).

El rendimiento total de cada una de las especies de BF se presenta en la Figura 3.17, correspondiente a dos fechas de evaluación, 11 y 27 de febrero de 2020, respectivamente (99 y 115 días post-siembra, respectivamente). En la primera fecha de siembra y bajo el sistema de CL se alcanzaron producciones de 6,3; 3,8; 0,9 y 0,5 t MS/ha para los rábanos, nabos, raps y rutabagas, respectivamente. En tanto en LT las producciones fueron superiores, a excepción del rábano, alcanzando los 4,7, 3,6, 5,5 y 3,4 t MS/ha para las mismas especies, respectivamente.

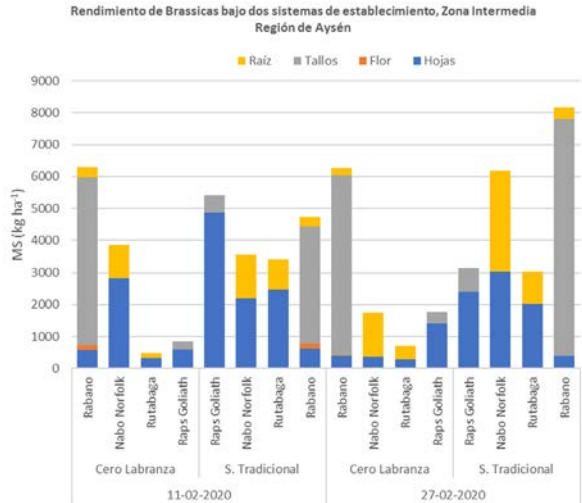


Figura 3.17. Rendimiento de cuatro especies de BF (kg MS/ha), por componente productivo, en el sector Santa Elena (Valle Simpson, Aysén).

En la segunda fecha de evaluación (27 de febrero), las producciones en CL alcanzaron los 6,3, 1,7, 1,7 y 0,7 t MS/ha para rábanos, nabos, raps y rutabaga, comparado con los 8,1, 6,2, 3,1 y 3,0 t MS/ha, para las mismas especies, respectivamente.

Estas producciones, tanto en CL como en LT, muestran una alta heterogeneidad y son bajas para los potenciales productivos que cada una de estas especies tiene en la Zona Intermedia de Aysén. La especie que sobresalió en CL fue el rábano (Figura 3.18), que gracias a ser una especie más precoz y de más rápido crecimiento inicial, logró emerger rápidamente y alcanzar un rendimiento adecuado.

La explicación a este bajo rendimiento con CL es que el barbecho químico se realizó poco antes de la siembra y no eliminó por completo la cubierta vegetal preexistente (Figura 3.19). De esta forma quedaron sectores con aplicación deficiente de glifosato, lo que generó un fuerte rebrote de la pradera preexistente posterior a la siembra. Ese crecimiento fuerte de la pradera impidió una adecuada siembra y posterior emergencia de las plántulas de BF, afectando fuertemente el desarrollo y rendimiento de estas. Debido a lo anterior, bajo el sistema de LT las producciones alcanzadas fueron superiores las alcanzadas con CL.



Figura 3.18. Rábano sembrado en CL con máquina de discos.



Figura 3.19. Barbecho químico previo a la siembra, con deficiente control de la cubierta.

La última experiencia que se ha evaluado en relación al establecimiento bajo un sistema de CL, corresponde a una siembra comercial particular de nabo forrajero cv. Green Globe, realizada en el fundo Calandria del sector de Río Claro, zona Intermedia de Aysén (Figura 3.20). En este sector se estableció el cultivo de nabo forrajero el día 12 de noviembre de 2019, sobre una pradera mixta, la cual fue eliminada utilizando glifosato (3 L/ha) (Figura 3.21). El barbecho químico se realizó con una fumigadora y tractor y la siembra con una máquina regeneradora

Aitchison de zapatas, utilizando 2,5 kg de semilla/ha y una fertilización de 200 kg/ha de mezcla NPS (8-24-24).

En este cultivo comercial se establecieron parcelas para evaluar la fertilización nitrogenada de fines de verano y su efecto sobre el crecimiento otoñal de nabos forrajeros. Se evaluaron tres dosis crecientes de nitrógeno (N), 33N, 66N y 99N, más un control sin aplicación de nitrógeno de verano. Como fuente de nitrógeno se utilizó Nitram (27 % N, con 50 % N amoniacal y 50 % de N nítrico), el cual fue aplicado el día 6 de febrero. Se realizaron dos evaluaciones, el día 13 de marzo y 11 de mayo de 2020 (121 y 183 días posterior a la siembra, respectivamente).



Figura 3.20. Barbecho químico en Predio La Calandria, para siembra de nabo forrajero.



Figura 3.21. Nabo forrajero Green Globe sembrado con CL, La Calandria.

En la Figura 3.22 se presentan los resultados de la primera evaluación (13 de marzo), donde se puede observar un leve incremento de producción de la biomasa total (hojas + raíces), al aplicar dosis crecientes de N. En esta evaluación los nabos sin aplicación de N produjeron 7,1 t MS/ha, mientras que con 33N se alcanzó una producción de 8,7 t MS/ha. En tanto, en la fertilización con 66N y 99N se alcanzaron producciones medias de 7,5 t MS/ha, aproximadamente.

Al atrasar la evaluación hasta el 11 de mayo, los nabos sin N de verano produjeron 7,5 t MS/ha, mientras que al aplicar 66N se elevó la producción hasta las 10,1 t MS/ha, mientras que las fertilizaciones de 33N y 99N alcanzaron 8,2 y 8,5 t MS/ha, respectivamente. Es decir, al establecer nabos forrajeros con máquina CL de zapatas se alcanzó un potencial 7,1 a 7,5 t MS/ha, la cual se puede ver marginalmente incrementada por aplicación de verano de un suplemento de fertilización nitrogenada.

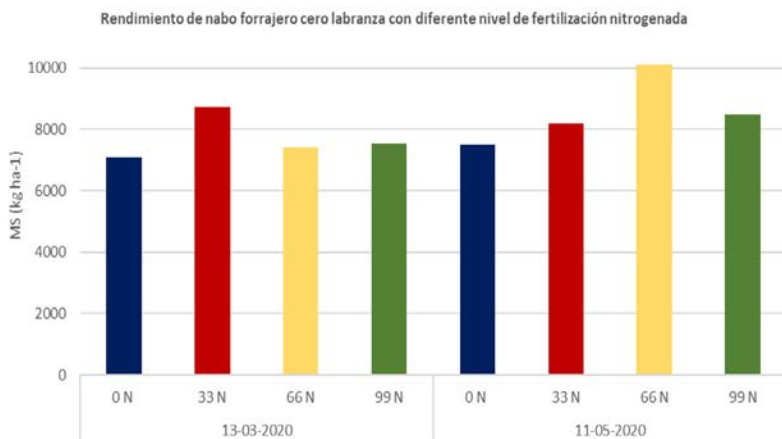


Figura 3.22. Rendimiento de nabo forrajero con siembra de CL y su respuesta a distintos niveles de fertilización estival de N.

Al analizar los resultados de producción por componentes de la planta (hojas y raíces), se observa que entre la primera evaluación y la segunda (62 días de diferencia), hubo un incremento del tamaño de las raíces y por ende un aumento de su participación en la producción total, en desmedro de la participación de las hojas (Figura 3.23).

También se observa que, si bien las dosis crecientes de N no mostraron un aumento correlativo con el aumento de la producción, se nota una cierta tendencia correlativa con el incremento en la producción de hojas, lo que se relaciona con la información existente en relación a una mayor producción de hojas, cuando se aumenta la fertilización nitrogenada. Finalmente, se observa una respuesta a incrementar la producción de hojas versus la producción de raíces, al menos en la primera fecha de evaluación, lo que explicaría la menor producción de las dosis más altas de N en la primera fecha de evaluación.

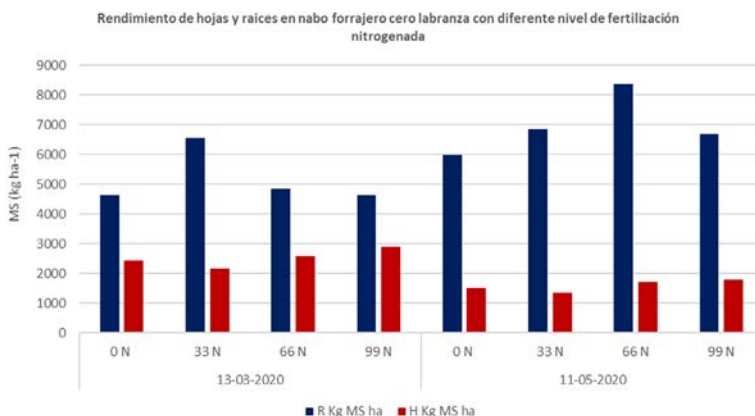


Figura 3.23. Rendimiento de raíces y hojas de nabo forrajero con siembra de CL, con distintos niveles de fertilización estival de nitrógeno, en la Zona Intermedia de Aysén.

3.3. Comentarios Finales

Las BF son especies estratégicas para los sistemas ganaderos de la región de Aysén, por su alta producción, calidad y versatilidad en sus diferentes épocas de utilización animal.

El establecimiento de las BF es un aspecto fundamental para asegurar el éxito de los cultivos. Para ello la labranza tradicional y la cero labranza son dos sistemas que se ajustan para la siembra de estas especies, pero donde cada uno tiene puntos críticos que deben ser abordados cuidadosamente.

La labranza tradicional tiene la problemática del mayor uso de maquinaria, mayores costos, mayores tiempos requeridos para su realización y más alto riesgo de erosión en los suelos de Aysén. Por su parte la cero labranza tiene la problemática de la dependencia de los herbicidas, requerimiento de maquinaria especializada y mayores desafíos a la hora de controlar la cubierta vegetal del cultivo previo.

Se requiere más investigación local para afinar aspectos como el control de malezas o de la cubierta vegetal en cero labranza (barbecho químico), dosis de siembra y fecha de siembra, para optimizar el potencial productivo de las diferentes especies.

Capítulo 4

Manejo y valor nutritivo de brásicas forrajeras en la Patagonia (Región de Aysén)

Christian Hepp

Las especies del género *Brassica* que tienen uso forrajero, se caracterizan por entregar elevados rendimientos de materia seca y también un alto valor nutritivo. Dependiendo de la especie, los órganos de estas plantas que utilizan los animales son las hojas, tallos y eventualmente también las raíces (nabos, rutabagas). Cada componente tiene características propias que es importante conocer y su desarrollo determina en gran parte el uso a través de sistemas de pastoreo, donde muchas veces es posible consumir una muy alta proporción de las plantas, superando los niveles habituales de utilización de praderas de forrajeras tradicionales.

Para realizar un manejo eficiente de las brásicas forrajeras (BF) es necesario conocer cómo crecen, sus potenciales productivos y las oportunidades de utilización dentro de los sistemas productivos animales. El uso adecuado de estos cultivos forrajeros se transforma así en una herramienta estratégica, que aporta alimento en períodos críticos para el ganado. En este capítulo se entrega información generada y validada en la Región de Aysén para conocer los patrones de crecimiento y desarrollo y el valor nutritivo de estas plantas forrajeras.

4.1. Crecimiento y valor nutritivo de brásicas forrajeras

Las BF están adaptadas a condiciones ambientales templadas frías, en las cuales pueden crecer, desarrollarse y producir rendimientos elevados. Son cultivos de uso estratégico en zonas de mediana a alta pluviometría (800-2500 mm) en la Patagonia Húmeda (Aysén). Su alta producción y valor nutritivo excepcional

las transforman en recursos de pastoreo de verano, otoño e invierno en sistemas ganaderos de la zona, permitiendo disminuir la necesidad de forrajes conservados y días de suplementación.

4.1.1. Brásicas forrajeras de raíz

Para conocer los patrones de crecimiento de tres brásicas de raíz, se realizó una evaluación en la Zona Intermedia de Aysén (Valle Simpson, INIA Tamel Aike), con dos variedades de nabo forrajero (Green Globe y Rival) y una variedad de rutabaga (Dominion). A través de este trabajo se pretendió conocer la partición de la biomasa (raíces y hojas) y su evolución a través de la temporada de utilización. Se determinó cómo se acumula la biomasa durante la temporada y también su valor nutritivo en los períodos de disponibilidad.

Los cultivos se evaluaron mediante corte (cosecha completa) entre inicios de febrero y fines de septiembre, evaluando cada vez el rendimiento total de hojas y raíces, además de la densidad de plantas y el valor nutritivo de los componentes. Se trató de ver cómo se mantenían los diferentes cultivos durante el otoño e invierno, de modo de poder establecer diferentes estrategias de utilización.

En promedio, considerando todas las fechas de corte, la acumulación total de biomasa no fue estadísticamente diferente entre los cultivares, con 13,2; 14,6 y 13,0 t MS/ha para rutabaga, nabo Rival y Nabo Green Globe, respectivamente. En raíces tampoco hubo diferencias, con promedios de 8,8; 8,0 y 7,7 t/ha, mientras que en hojas, el nabo Rival produjo significativamente más (6,5 t/ha) que Green Globe (5,3 t/ha) y éste también respecto a rutabaga (4,3 t/ha).

Prácticamente en todas las fechas de muestreo, las producciones no alcanzan a ser significativamente diferentes. En invierno, se observa una tendencia a que el nabo Rival tenga mayor contenido de hojas respecto a Green Globe y rutabaga, especialmente en junio y septiembre. En cuanto a producción total de biomasa, en todas las fechas no se presentaron diferencias significativas, salvo al final, donde nuevamente el nabo Rival superó a Green Globe.

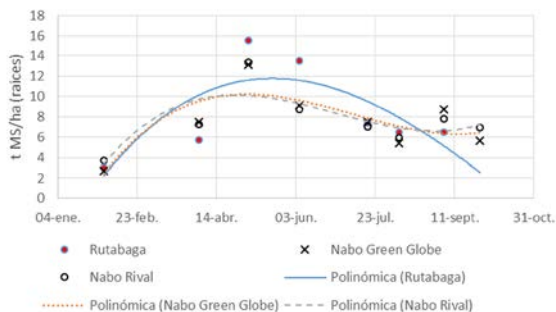


Figura 4.1. Curvas de acumulación de biomasa de raíces en tres BF, entre febrero y septiembre. INIA Tamel Aike, Zona Intermedia de Aysén.

Los mayores rendimientos de raíces se obtuvieron en el mes de mayo para los tres cultivos (Figura 4.1), con 15,4 t MS/ha en rutabaga, 13,1 t MS/ha en Green Globe y 13,4 t/ha para nabo Rival. Luego de esta fecha, los rendimientos de raíces tienden a disminuir notoriamente, llegando a niveles de 6,5-8,7 t MS/ha en septiembre.

La Figura 4.2 muestra la acumulación de biomasa de hojas para los mismos tres cultivos. El mayor rendimiento de hojas en el nabo Rival se produjo en el mes de mayo (10,6 t MS/ha), en nabo Green Globe fue en abril (8,5 t MS/ha) y en rutabaga fue en febrero (8,1 t MS/ha). Durante el invierno se produjo una pérdida de hojas, observándose alguna recuperación por rebrote en los nabos hacia el final del período.

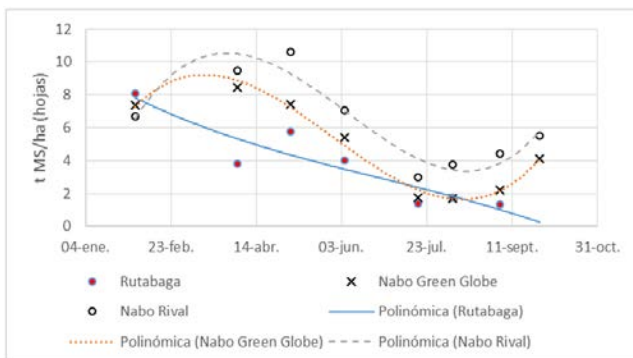


Figura 4.2. Curvas de acumulación de biomasa de hojas en tres BF, entre febrero y septiembre. INIA Tamel Aike, Zona Intermedia de Aysén.

La acumulación de biomasa total para cada fecha se muestra en la Figura 4.3, donde se observa que, en los tres cultivos, el rendimiento mayor se produjo con utilizaciones de mayo. La mayor producción se registró en el nabo forrajero Rival, con 24 t MS/ha, mientras que en nabo Green Globe fue de 20,5 t MS/ha y en rutabaga de 21,3 t MS/ha.

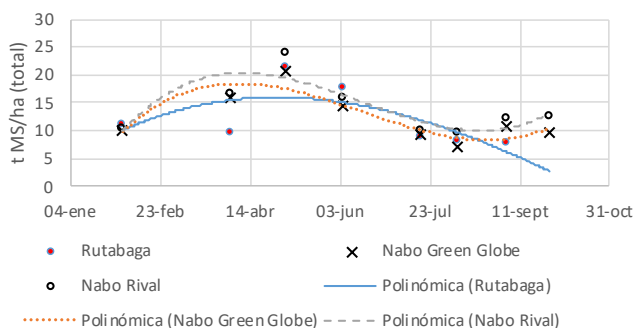


Figura 4.3. Curvas de acumulación de biomasa total (raíces + hojas) en tres BF, entre febrero y septiembre. INIA Tamel Aike, Zona Intermedia de Aysén.

Las tasas de crecimiento estivales en los tres cultivos fueron elevadas (casi 140 kg MS/ha/d en rutabaga y de sobre 150 kg MS/ha/d en nabos en febrero/marzo, las que luego declinan en otoño. Si se considera todo el período de crecimiento de los cultivos, la tasa de crecimiento promedio fue de 26,4; 36,7 y 40,6 kg MS/ha/d para rutabaga, nabo Green Globe y nabo Rival, respectivamente.

El Cuadro 4.1 resume el valor nutritivo promedio para los tres cultivos, los que mantuvieron este valor en gran medida a través del tiempo. Se aprecia que las hojas en los tres casos aportan muy elevados niveles de proteína cruda (27–28 %), siendo también bastante alta en las raíces (15–17 %). En ambos casos superan los niveles requeridos para la alimentación de bovinos de carne, por lo que son una base muy importante en dietas, sobre todo de engorda.

Las raíces presentan mayores valores de energía metabolizable que las hojas, lo que en parte se debe a los niveles de carbohidratos solubles que contienen. Estos cultivos son de muy alta digestibilidad, de 87 a casi 94 %, superando a cualquier pradera mixta de uso habitual por bovinos. Un aspecto a tener en cuenta son los bajos niveles de fibra que presentan estos cultivos, por lo que se

recomienda suplementar siempre con fibra efectiva las raciones en bovinos de carne y ovinos.

Cuadro 4.1. Valor nutritivo promedio de hojas y raíces de tres BF (promedio de fechas de utilización).

		Hojas			Raíces		
		Nabo Green Globe	Nabo Rival	Rutabaga Dominion	Nabo Green Globe	Nabo Rival	Rutabaga Dominion
Proteína cruda	%	27,6	26,9	28,1	16,9	14,6	16,5
Digestibilidad in vitro	87,%6	87,6	90,8	87,3	91,2	93,6	93,8
Fibra detergente neutro	21%,2	21,2	20,4	19,4	29,1	29,5	24,1
Energía Metabolizable	Mcal/kg MS	2,59	2,73	2,64	2,75	2,81	2,94
Fósforo	%	0,63	0,62	0,6	0,59	0,54	0,61
Potasio	%	5,31	4,84	5	6,17	6,55	4,78
Azufre	%	1,01	0,94	0,97	0,71	0,58	0,57

En las mismas fechas de cosecha entre febrero y fines de septiembre, se evaluó el valor nutritivo del forraje de las BF de raíz, para conocer cómo varía en el tiempo, dependiendo de la fecha de utilización. En la Figura 4.4 se observa una tendencia a aumentar niveles de proteína en hojas, superando 30 % de PC en pleno invierno, a pesar de que la producción de hojas en dichas fechas va disminuyendo. En todo caso, en todas las fechas destaca el contenido de proteína en hojas, ya que nunca cae bajo 20 %, muy alto si se compara con una pradera mixta tradicional.

Los niveles de proteína cruda (PC) en raíces son notoriamente inferiores a los de las hojas, situándose en general entre 12 y hasta 20 % en algunas épocas. Hacia el otoño hay cierta tendencia a presentar valores más bajos, pero en invierno los tres cultivos se mueven entre 14-19 % de PC en las raíces. La proteína en las hojas y también en menor medida en las raíces, superan largamente los requerimientos de este nutriente por parte de bovinos de carne. Además, es destacable que los cultivos mantienen alto nivel proteico durante todo su desarrollo, lo cual presenta ventajas estratégicas para los sistemas productivos en una época en que la pradera casi no crece y los rezagos existentes tendrían muy bajo tenor de proteína.

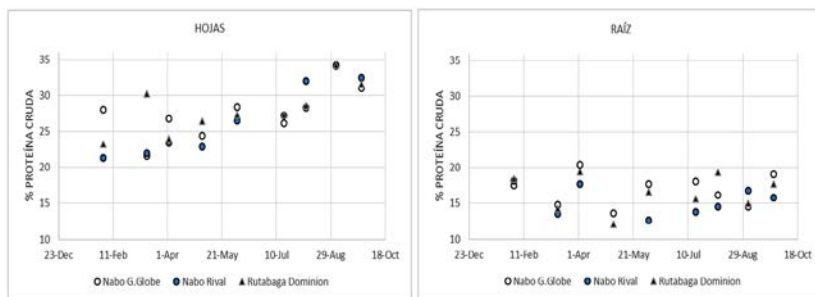


Figura 4.4. Variación de la proteína cruda (%) en hojas (izquierda) y raíces (derecha) de dos variedades de nabo forrajero y una variedad de rutabaga en el período de verano, otoño e invierno. INIA Tamel Aike, Zona Intermedia de Aysén.

La digestibilidad in vitro del forraje se midió en diferentes fechas de utilización del cultivo, desde el verano hasta finales de invierno. En la Figura 4.5 se aprecia que las hojas presentan una muy elevada digestibilidad en verano e inicios de otoño (sobre 90 %), con una tendencia a decaer de ahí en adelante, pero nunca bajando del 80 %, lo que es también muy alto si se compara con las praderas mixtas. El nabo forrajero Rival parece tener mayor digestibilidad que los otros dos cultivos en la mayoría de las fechas, aunque como ya se señaló, se trata en todos los casos de un forraje altamente digestible.

En la misma figura se observa que las raíces también presentan alta digestibilidad, superando el 92 % hasta inicios del invierno, para luego decaer levemente. El nabo Green Globe presentó menor digestibilidad de raíces en verano e invierno que los otros dos cultivos forrajeros, aunque nunca bajó de 85 %.

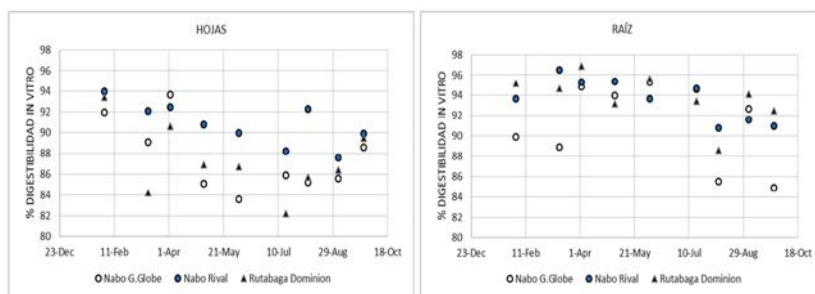


Figura 4.5. Variación de la digestibilidad in vitro (%) en hojas (izquierda) y raíces (derecha) de dos variedades de nabo forrajero y una variedad de rutabaga en el período de verano, otoño e invierno. Zona Intermedia de Aysén. INIA Tamel Aike.

Una de las principales características de las BF de raíz es su alto tenor energético. En la Figura 4.6 se resumen los resultados de evaluación de energía metabolizable (EM) de estos forrajes. En las hojas, los valores son inicialmente de entre 2,75 y 2,9 Mcal/kg MS, con una lenta tendencia a la disminución, llegando a valores de 2,5–2,65 Mcal/kg MS hacia fines del invierno.

En las raíces, los niveles de EM son más elevados, llegando a cerca de 3–3,1 Mcal/kg MS en otoño, con un lento descenso en el invierno, para llegar a valores en torno a 2,6 Mcal/kg MS a fines de dicha temporada.

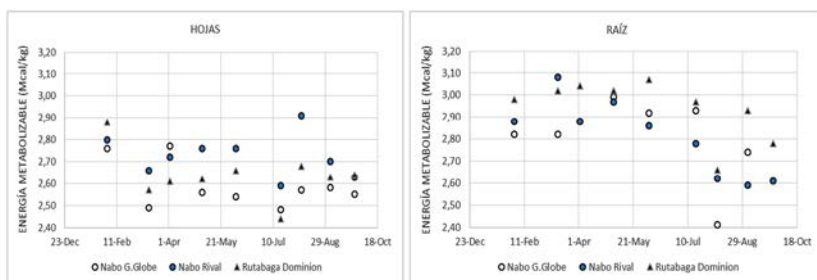


Figura 4.6. Variación de la energía metabolizable (Mcal/kg MS) en hojas (izquierda) y raíces (derecha) de dos variedades de nabo forrajero y una variedad de rutabaga en el período de verano, otoño e invierno. Zona Intermedia de Aysén. INIA Tamel Aike.

En general, los cultivos presentan muy altos niveles de EM, similares e incluso mejores a concentrados energéticos, pero con la ventaja adicional de que son recursos de pastoreo, en que los animales cosechan directamente el forraje fresco en terreno.

La fibra detergente neutra (FDN) representa el contenido fibroso de los forrajes, ya que evalúa el contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina. De esta forma, mide el contenido total de pared celular. Los bovinos de carne, como rumiantes, requieren consumir una proporción de fibra en su ración diaria. Ésta se conoce como “fibra efectiva”, que debe estar presente para estimular el proceso digestivo, desde la masticación, hasta la actividad general del rumen, incluyendo estímulos para la motilidad ruminal y el normal funcionamiento de los procesos. Las praderas y otros cultivos forrajeros, como los cereales, tienen habitualmente suficiente fibra (medida como FDN) para sustentar esos procesos normalmente. Generalmente se requiere niveles que superen el 40 % FDN (mínimo 30–35 %) para alimentar estos rumiantes.

Como se observa en el Cuadro 4.7, estas BF presentan muy bajos niveles de FDN en sus hojas (lo que también explica en parte la elevada digestibilidad). Siempre se encuentran bajo 30 % FDN, e incluso hacia fines del invierno, las hojas tienen niveles de sólo 15–20 % FDN.

En las raíces, se aprecia una mayor dispersión entre cultivos y fechas, pero a pesar de que los valores de FDN son superiores, también se encuentran en niveles demasiado bajos para alimentar bovinos de carne como único alimento.

Con el fin de corregir esta deficiencia, es muy importante complementar la dieta diaria de los animales con una proporción de fibra efectiva, lo que se puede lograr fácilmente con heno o henilaje de pradera mixta, complementos de pastoreo diario de praderas o uso parcial de pajas de cereales.

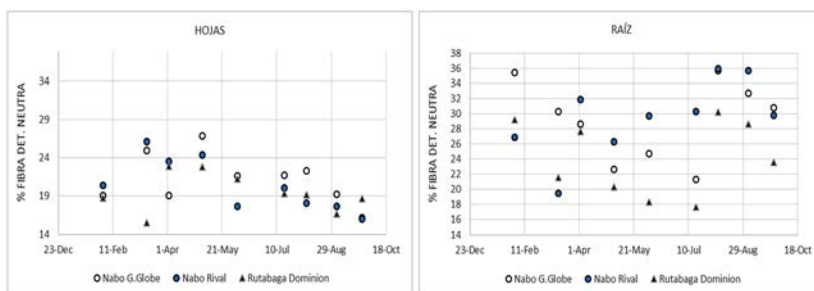


Figura 4.7. Variación de la fibra detergente neutra (% FDN) en hojas (izquierda) y raíces (derecha) de dos variedades de nabo forrajero y una variedad de rutabaga en el período de verano, otoño e invierno. INIA Tamel Aike, Zona Intermedia de Aysén.

En la Figura 4.8 se muestra la variación estacional del porcentaje de fósforo en las hojas y raíces de estas tres BF. Desde el verano, en las hojas se aprecia un aumento sostenido en el contenido de fósforo de las hojas, llegando a más que duplicarse hasta el invierno. En raíces ocurre algo similar en el tiempo. Los contenidos de fósforo tienden a ser más elevados que los que se registran en praderas y muy superiores en las fechas más avanzadas. Considerando estos contenidos de fósforo en estos forrajes, junto con los altos rendimientos que es factible conseguir, es posible apreciar que los niveles de extracción de este elemento por parte del cultivo serán elevados en la temporada. Por ello es importante monitorear el contenido inicial de fósforo en el suelo y proceder a corregir si es necesario, mediante aplicación de fertilizantes.

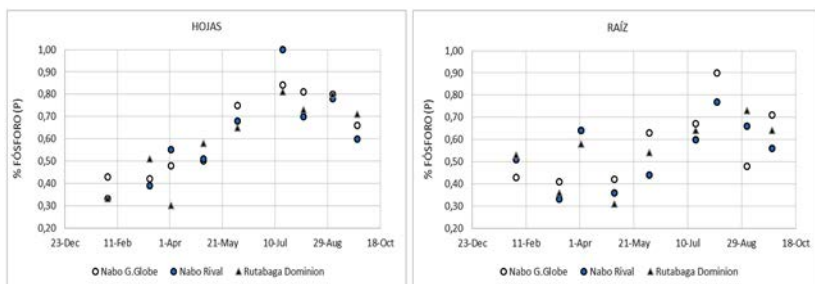


Figura 4.8. Variación de la concentración de fósforo (% P) en hojas (izquierda) y raíces (derecha) de dos variedades de nabo forrajero y una variedad de rutabaga en el período de verano, otoño e invierno. INIA Tamel Aike, Zona Intermedia de Aysén.

Los niveles de potasio en hojas y raíces de estas tres BF se resumen en la Figura 4.9. En ambos órganos se observan elevados niveles de potasio. A pesar de que los suelos de Aysén en muchas zonas tienen suficiente potasio, es importante chequear sus valores antes de las siembras para una eventual corrección. Sin embargo, también hay que considerar que una alta proporción del potasio se recicla a través de la orina y deyecciones animales en las condiciones de pastoreo, por lo que la extracción no es tan considerable.

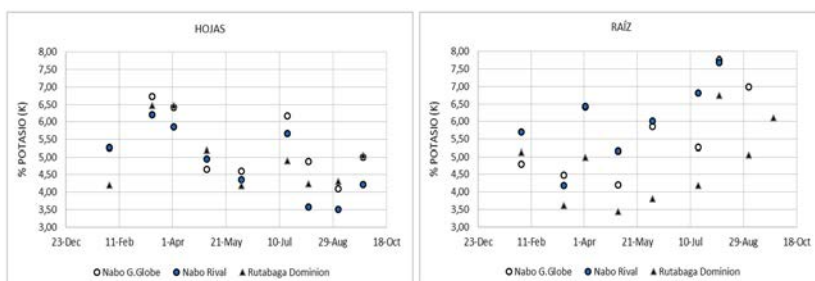


Figura 4.9. Variación de la concentración de potasio (% K) en hojas (izquierda) y raíces (derecha) de dos variedades de nabo forrajero y una variedad de rutabaga en el período de verano, otoño e invierno. INIA Tamel Aike, Zona Intermedia de Aysén.

La variación del contenido de azufre en estos forrajes sigue un patrón similar al observado para el fósforo, aunque en las hojas es posible observar niveles bastante superiores a aquellos de fósforo, llegando a 0,9-1,5 % S en invierno (Figura 4.10). En raíces también se aprecia un aumento del porcentaje de azufre hacia el invierno, pero alcanzan valores cercanos a 1 %. En todo caso, estos contenidos de azufre en el forraje indican que este elemento no puede ser dejado de lado a la hora de cultivar BF y que es necesario conocer los niveles de S en el suelo, para determinar estrategias de fertilización.

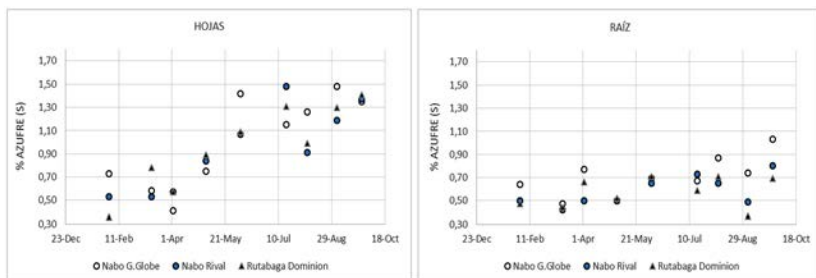


Figura 4.10. Variación de la concentración de azufre (% S) en hojas (izquierda) y raíces (derecha) de dos variedades de nabo forrajero y una variedad de rutabaga en el período de verano, otoño e invierno. INIA Tamel Aike, Zona Intermedia de Aysén.

Las BF de raíz tienen un gran potencial para suministrar forraje suplementario de alto valor nutritivo durante una parte sustancial del año, incluyendo los períodos críticos de bajas temperaturas. Sus características nutricionales las clasificarían como un alimento concentrado pero de bajo contenido de materia seca. Esta condición y su bajo contenido de fibra debe ser suplementada con forrajes más toscos para evitar problemas digestivos en rumiantes.

Tanto la rutabaga, como los dos cultivares de nabo forrajero estudiados, presentan excelentes condiciones de crecimiento en esta zona de la Patagonia. La disponibilidad de forraje en cantidad y alto valor nutritivo en períodos de otoño e invierno, permiten alimentar ganado bovino de carne y/u ovinos y disminuir así la estacionalidad productiva típica de esta zona (Figura 4.11.).



Figura 4.11. Nabos forrajeros en pleno invierno en la Patagonia.

4.1.2. Brásicas forrajeras de hoja

Las brásicas de hoja, particularmente el raps forrajero, presentan un atractivo especial, debido a su capacidad de rebrote y su buena resistencia a condiciones de frío en otoño e incluso en el invierno. Las fracciones consumibles de la planta de raps son fundamentalmente los tallos y las hojas. En la Zona Intermedia de Aysén se estudió el patrón de crecimiento y la partición de estas dos fracciones (tallos y hojas) durante el período de utilización, en dos variedades de raps forrajero.

El experimento se estableció en el centro de investigación INIA Tamel Aike, ubicado en el sector Valle Simpson, Región de Aysén. Se sembraron dos cultivares de raps forrajero (variedad Winfred y variedad Goliath) el 26 de octubre. A partir del mes de febrero se evaluó en forma secuencial la acumulación de biomasa (2 febrero; 14 marzo; 3 abril; 4 mayo; 5 junio; 18 julio; 7 agosto; 4 septiembre; 27 septiembre). En la biomasa cosechada, en cada caso se evaluó el rendimiento total, de hojas y de tallos, además de la densidad de plantas y el valor nutritivo de los componentes.

En promedio, ambas variedades de raps acumularon una cantidad similar de biomasa total (12,7 vs 13,3 t MS/ha) para Winfred y Goliath, respectivamente. Tampoco hubo diferencias en rendimiento promedio de hojas (7,2 vs 6,6 t MS/ha) y tallos (5,5 vs 6,6 t MS/ha), para los mismos cultivares respectivamente.

Al analizar la evolución de la biomasa en cada fecha de evaluación, prácticamente en todas ellas las diferencias no son estadísticamente significativas, salvo al final del período (septiembre), en que la variedad de raps Goliath presentó más tallos que Winfred (9,22 vs 5,25 t MS/ha; Figura 4.12). En el mes de junio se registraron los mayores rendimientos de materia seca de tallos en ambas variedades (7,1 t MS/ha en Winfred y 9,6 t MS/ha en Goliath, diferencias que no alcanzaron a ser estadísticamente significativas.

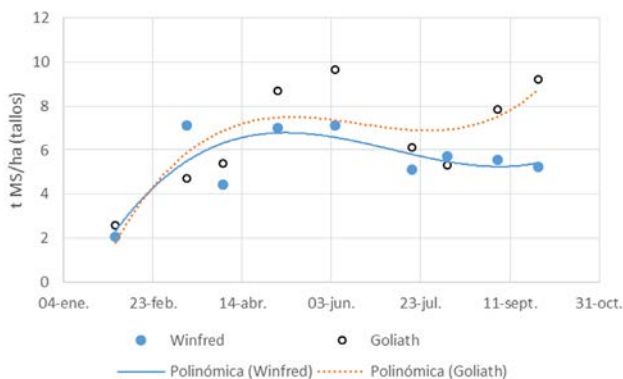


Figura 4.12. Acumulación de biomasa de tallos (t MS/ha) en dos cultivares de raps forrajero en nueve fechas de corte. INIA Tamel Aike, Valle Simpson, Región de Aysén.

En pleno invierno se produce una declinación de rendimientos en tallos, para luego recuperarse parcialmente en un rebrote de salidas de invierno, lo que fue más notorio en la variedad Goliath.

Para el componente de hojas, ocurre algo similar, salvo en algunas fechas de invierno (agosto y septiembre), en que la variedad Winfred tiene significativamente más hojas que Goliath (Figura 4.13). Los mayores rendimientos de materia seca de hojas de raps se produjeron en el mes de marzo en ambas variedades, y fueron similares, alcanzando 11,6 t MS/ha en Winfred y 10,8 t MS/ha en Goliath. Hacia el otoño tiende a declinar el rendimiento de hojas en ambas variedades, siendo más intenso en la variedad Goliath.

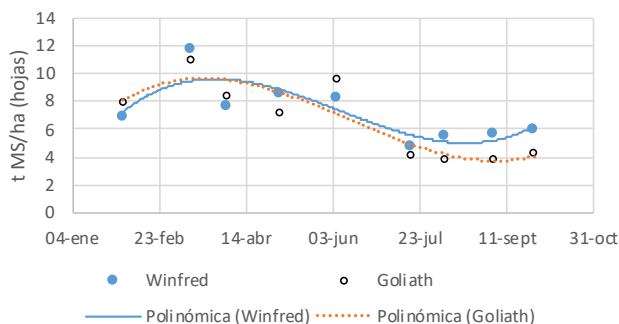


Figura 4.13. Acumulación de biomasa de hojas (t MS/ha) en dos cultivares de raps forrajero en nueve fechas de corte. INIA Tamel Aike, Valle Simpson, Región de Aysén.

En cuanto a producción total de biomasa (Figura 4.14), en todas las fechas no se presentaron diferencias significativas entre las dos variedades. Sin embargo, los máximos rendimientos totales de materia seca se produjeron en marzo con la variedad Winfred (18,7 t MS/ha) y en mayo para Goliath (19,2 t MS/ha).

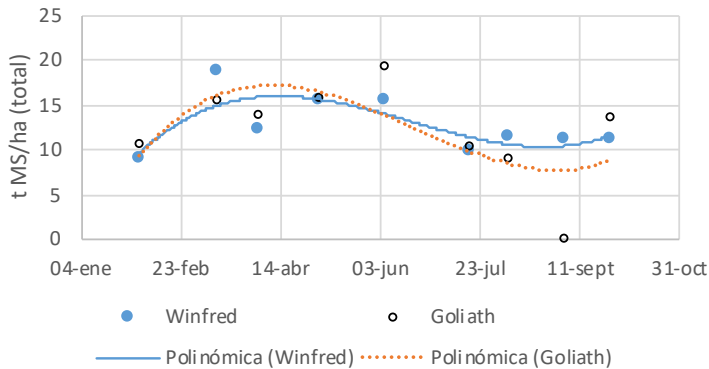


Figura 4.14. Acumulación de biomasa total (t MS/ha) en dos cultivares de raps forrajero en nueve fechas de corte. INIA Tamel Aike, Valle Simpson, Región de Aysén.

En general, se observó una tendencia a una mayor producción de tallos en el raps Goliath, mientras que el cultivar Winfred tiende a tener mayor proporción de hojas. La variedad Goliath se generó en base a un hibridaje con la col forrajera, lo que influye en la arquitectura de esta planta, con mayores componentes de tallos. Igualmente, durante el invierno, se observó una mayor acumulación de material muerto en Winfred respecto a Goliath. Ambos cultivares de raps presentaron altas tasas de crecimiento en verano (sobre 125 kg MS/ha/d en febrero y marzo), las que luego fueron declinando. Considerando todo el período de crecimiento de los cultivos, la tasa de crecimiento promedio fue similar en ambas variedades, con 42,1 kg MS/ha/d para Goliath y 35,0 kgMS/ha/d para Winfred. Durante el verano, ambos cultivos presentaron una densidad de plantas parecida, de entre 26,7–31,3 plantas/m², que fue luego declinando para llegar a 15–16 pl/m² al final de la temporada.

El Cuadro 4.2 muestra los valores promedio para diferentes variables nutricionales del cultivo de raps forrajero. Se observa que las hojas tienen niveles de proteína cruda que prácticamente duplican los de los tallos. Éstas son asimismo más digestibles y energéticas que los tallos, aunque muy bajas en contenido de fibra. Vale aquí la misma precaución que se indicaba para las brásicas de raíz, en el sentido de que es necesario suministrar fibra efectiva al ganado a la hora de

pastorear este tipo de cultivos. No se observaron diferencias significativas para los promedios de valor nutritivo en ambas variedades de raps. Otros autores han indicado que en los altos rendimientos y valor nutritivo inciden también factores de una alta intensidad lumínica y temperaturas que promuevan el crecimiento y desarrollo en estos cultivos, muy adaptados a climas fríos, típicos de latitudes altas en el planeta.

En las dos variedades de raps forrajero (Winfred y Goliath), se analizaron una serie de parámetros nutricionales para cada fecha de utilización, de modo de registrar los cambios que pudieran ocurrir durante el desarrollo del cultivo.

Existe una marcada diferencia en los niveles de proteína cruda en hojas y tallos de raps forrajero. Se aprecia en la Figura 4.15 que las hojas tienen elevados niveles de PC, la que se encuentra entre 22 y 30 % en verano y otoño, llegando incluso a 32 % hacia fines de invierno. Si bien existe cierta pérdida de hojas en invierno producto de las bajas temperaturas, el cultivo mantiene un alto tenor de PC en sus hojas durante todo el período de utilización. Por otra parte, los tallos presentan menores concentraciones de proteína, manteniéndose en rangos de 12-18 % en la mayor parte del período de uso. En términos de proteína, estos cultivos exceden los requerimientos de proteína, incluso para animales en crecimiento, por lo que se recomendaría complementar con otros forrajes para no generar excesos de proteína en la dieta, que son desaconsejados.

Cuadro 4.2. Valor nutritivo promedio de hojas y tallos de dos variedades de raps forrajero (Winfred y Goliath) (promedio de fechas de utilización). INIA Tamel Aike, Valle Simpson, Región de Aysén.

		Hojas		Raíces	
		Winfred	Goliath	Winfred	Goliath
Proteína cruda	%	26,5	26,4	14,7	14,8
Digestibilidad in vitro	%	91,6	90,3	81,7	82,4
Fibra detergente neutro	%	18	18,6	37,2	39,2
Energía metabolizable	Mcal/kg MS	2,77	2,66	2,59	2,53
Fósforo	%	0,58	0,56	0,4	0,43
Potasio	%	4,89	5,43	4,2	5,23
Azúfre	%	1,04	1,05	0,82	0,86

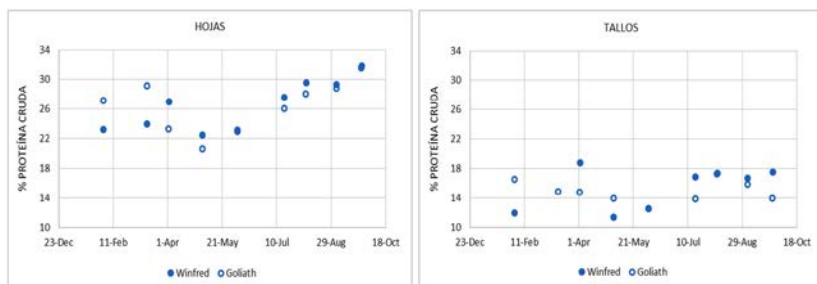


Figura 4.15. Variación de la proteína cruda (% PC) en hojas (izquierda) y tallos (derecha) de dos variedades de raps forrajero en el período de verano, otoño e invierno. INIA Tamel Aike, Zona Intermedia de Aysén.

La Figura 4.16 muestra la variación de la digestibilidad in vitro (DIV) de estos forrajes en el tiempo, para dos variedades diferentes. Ambas tienen muy alta DIV en hojas, superando 90 % en verano e inicios de otoño, pero que se mantiene siempre sobre 85 % al avanzar la temporada. Los tallos tienen algo inferior DIV y ésta decae hasta niveles de 74–80 % hacia finales del invierno.

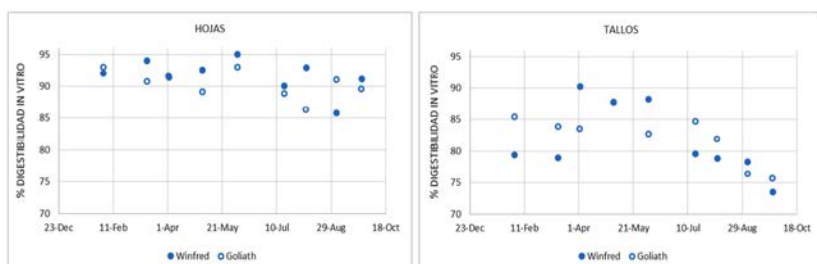


Figura 4.16. Variación de la digestibilidad in vitro (% DIV) en hojas (izquierda) y tallos (derecha) de dos variedades de raps forrajero en el período de verano, otoño e invierno. INIA Tamel Aike, Zona Intermedia de Aysén.

En la Figura 4.17 se aprecia como varía la energía metabolizable de los cultivos durante el período de utilización. La EM de las hojas es bastante estable en el tiempo, en el rango 2,6–2,9 Mcal/kg MS, aunque tiende a decaer algo hacia fines del período. En los tallos, se aprecia que a partir del mes de mayo, aproximadamente, empieza a descender la EM, desde niveles de 2,6 Mcal/kg MS, para terminar a fines de invierno en un rango de 2,2–2,3 Mcal/kg MS.

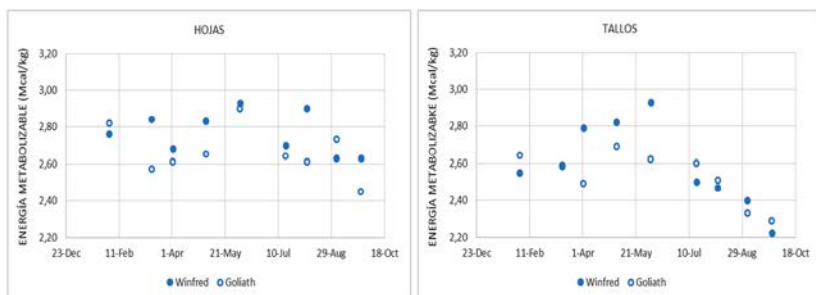


Figura 4.17. Variación de la energía metabolizable (Mcal/kg MS) en hojas (izquierda) y tallos (derecha) de dos variedades de raps forrajero en el período de verano, otoño e invierno. INIA Tamel Aike, Zona Intermedia de Aysén.

A pesar de estos descensos, el valor energético del raps forrajero es adecuado para niveles de producción en bovinos de carne, prácticamente durante todo el período.

De acuerdo a la Figura 4.18, los componentes fibrosos del raps son muy bajos en las hojas. En ningún momento de la temporada superan el 25 % FDN y en ciertos períodos incluso están más cercanos al 15 % FDN. Todos estos valores son muy bajos para constituir una dieta completa en bovinos de carne, por lo que será necesario suplementar con alimentos fibrosos durante el pastoreo del cultivo.

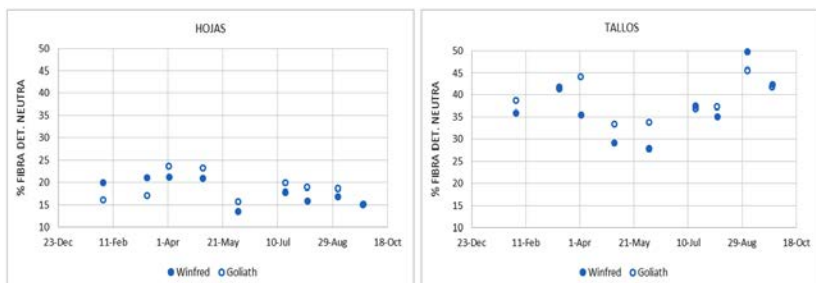


Figura 4.18. Variación de la fibra detergente neutra (% FDN) en hojas (izquierda) y tallos (derecha) de dos variedades de raps forrajero en el período de verano, otoño e invierno. Zona Intermedia de Aysén. INIA Tamel Aike.

Sin embargo, los tallos presentan mayor contenido de FDN, al ser órganos estructurales de la planta. En general se sitúan en rangos que superan el 35 % FDN, salvo un período en otoño, en que fueron más bajos (25-35 %). Hacia el final del invierno tienden a aumentar los niveles de FDN en los cultivos, llegando cerca del 50 %. Si se combina el tallo y las hojas, y los tallos efectivamente son consumidos íntegramente por los animales (cosa que muchas veces no ocurre en etapas más avanzadas de desarrollo), este forraje se acercaría más a los requerimientos de FDN para bovinos de carne. Sin embargo, siempre será conveniente disponer de alimentos fibrosos durante el pastoreo, para que los mismos animales puedan dosificar sus necesidades.

En la Figura 4.19 se muestra cómo varía el contenido de fósforo en hojas y tallos de raps forrajero a través de la temporada. Se aprecia un aumento en el % de fósforo desde 0,4 % en febrero hasta cerca de 0,8 % en invierno. En tallos también se observa una tendencia a aumentar en el tiempo.

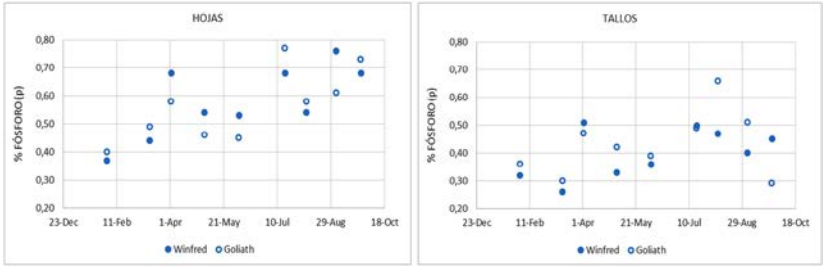


Figura 4.19. Variación de los niveles de fósforo (% P) en hojas (izquierda) y tallos (derecha) de dos variedades de raps forrajero en el período de verano, otoño e invierno. INIA Tamel Aike, Zona Intermedia de Aysén.

La Figura 4.20 muestra los niveles de potasio en hojas y tallos de raps forrajero. En las hojas se ve una tendencia a disminuir al avanzar la temporada, mientras que en tallos se observaron niveles más estables, aunque con mayor variabilidad entre fechas.

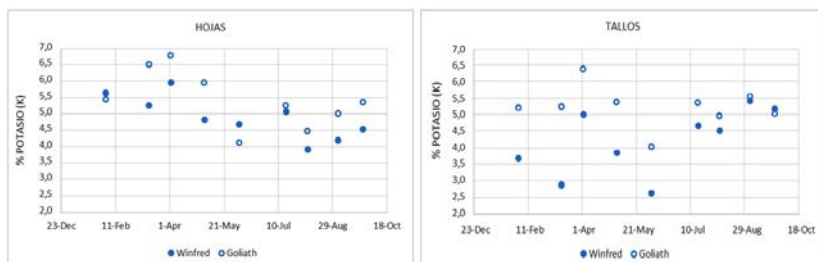


Figura 4.20. Variación de los niveles de potasio (% K) en hojas (izquierda) y tallos (derecha) de dos variedades de raps forrajero en el período de verano, otoño e invierno. INIA Tamel Aike, Zona Intermedia de Aysén

Finalmente, en la Figura 4.21 se indica cómo varió el contenido de azufre en hojas y tallos de raps forrajero desde el verano hasta fines de invierno. En ambos órganos se observa una tendencia de aumento sostenido en el % de S, siendo más bajo en verano y más alto al final de la temporada. En hojas se produce un aumento muy notorio desde valores iniciales de alrededor de 0,5 % hasta 1,4–1,8 % al final del invierno. En tallos el aumento es igualmente sostenido, aunque no llega a valores tan elevados al final.

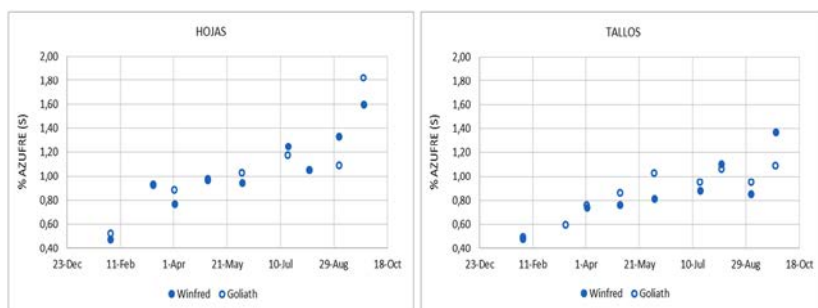


Figura 4.21. Variación de los niveles de azufre (% S) en hojas (izquierda) y tallos (derecha) de dos variedades de raps forrajero en el período de verano, otoño e invierno. INIA Tamel Aike, Zona Intermedia de Aysén.

Tal como se señaló en el caso de las BF de raíz, estos cultivos tienen altos potenciales de rendimiento, por lo que pueden llegar a ser altamente demandantes en nutrientes del suelo, sobre todo en los macronutrientes

N-P-K-S. Por ello, para optimizar los resultados productivos y económicos finales, se recomienda realizar un adecuado muestreo de suelos con suficiente anticipación a la siembra, sobre todo si también se requerirá encalar. Es importante considerar que excesos de fertilización no son recomendables, ya que además de incrementar los costos, puede redundar en consecuencias ambientales negativas (contaminación de aguas subterráneas, eutroficación de cursos superficiales, etc.) o incluso afectar negativamente el desempeño de los animales, induciendo la presencia de compuestos eventualmente tóxicos para los animales en las plantas (por ejemplo, acumulación de nitratos en hojas). Es el caso de excesos de azufre, donde se puede generar una mayor concentración de compuestos azufrados que generan respuestas fisiológicas negativas en el ganado (por ejemplo, glucosinolatos, S-metil sulfóxidos de cisteína (SMCO)). Los SMCO pueden ser especialmente elevados en las flores de BF que puedan consumir los animales.

El raps forrajero demuestra un potencial elevado de rendimiento en condiciones de zonas frías y permite resistir adecuadamente las condiciones invernales (Figura 4.22). Representa un forraje de muy alto valor nutritivo en una época en que las praderas no presentan disponibilidad, permitiendo enfrentar factores de estacionalidad de los sistemas productivos australes. Ambos cultivares de raps forrajero son alternativas atractivas para uso en la ganadería de la Patagonia húmeda.



Figura 4.22. Cultivo de raps forrajero en la Zona Intermedia de Aysén. Fuente de forraje para períodos estratégicos en que falta volumen de forraje y valor nutritivo para sustentar los sistemas ganaderos.

4.2. Requerimientos de fertilización

Las BF son cultivos que pueden llegar a rendimientos muy elevados, pero que dependerán mucho de la especie seleccionada y de las características agroclimáticas y de suelo donde se vayan a establecer. Es por ello que no se pueden hacer recomendaciones generales sobre sus requerimientos de fertilización.

En ese sentido, es importante conocer la demanda aproximada que tendrá el cultivo, la que depende directamente del rendimiento esperado y factores de demanda de cada nutriente (Cuadro 4.3) y que deriva finalmente de la composición nutricional de éste.

Cuadro 4.3. Demanda promedio de cultivos de BF para diferentes rendimientos esperados. Elaborado en base a promedios de factores de demanda, a partir de datos UACH.

Kg de nutriente por ha				
Rendimiento esperado (kg MS/ha)	N	P	K	S
5.000	101	10	108	20
6.000	122	12	129	24
7.000	142	14	151	28
8.000	162	16	172	32
9.000	182	18	194	36
10.000	203	21	215	41
11.000	223	23	237	45
12.000	243	25	258	49
13.000	263	27	280	53
14.000	284	29	301	57
15.000	304	31	323	61
16.000	324	33	344	65

Una estimación de la demanda de nutrientes de los cultivos es uno de los antecedentes importantes de conocer. Para lograr un buen desempeño productivo del cultivo debe haber un adecuado suministro de nutrientes y para ello es necesario contar con un análisis del suelo, que indique disponibilidad de los diferentes elementos minerales. Lo anterior determinará si es necesario suplementar con aplicación de fertilizantes y en qué magnitud. Debe considerarse también que fuera de los nutrientes disponibles que indica el análisis de suelo, hay aportes de nutrientes desde el suelo, particularmente en nitrógeno y azufre, y que durante la temporada hay aportes desde la mineralización de la materia orgánica.

De los diferentes macronutrientes, el nitrógeno es el más demandado en BF y normalmente debe ser suministrado en la fertilización, ya que la demanda del cultivo supera los aportes del suelo, especialmente si los rendimientos esperados son altos. En zonas con veranos secos, los rendimientos pueden afectarse y por ello la necesidad de nitrógeno podría ser inferior a zonas sin déficit hídrico estival. La dosis de nitrógeno puede parcializarse, aplicando una parte a la siembra y otra luego de la primera utilización.

Muchas veces, las BF se establecen como cabeza de rotación, es decir, en potreros de fertilidad muchas veces baja o media, por lo que normalmente se requerirá fertilizar con nitrógeno y también con fósforo. Los excesos de fertilización nitrogenada no son recomendables, ya que puede desencadenar concentraciones elevadas de compuestos tóxicos, especialmente en hojas, como el caso de los nitratos. Asimismo, alrededor del 70 % del nitrógeno consumido es reciclado nuevamente al suelo a través de la orina, lo que puede llevar a pérdidas de lixiviación y eventuales problemas ambientales.

En la región de Aysén se han utilizado dosis habituales de nitrógeno de alrededor de 100 kg N/ha. Sin embargo, como ya se señaló, éstas pueden ser excesivas en cultivos de bajo rendimiento o insuficientes en cultivos con alto potencial por las condiciones del sector.

El fósforo es requerido en menores cantidades por el cultivo, pero es igualmente importante. En suelos con bajo fósforo disponible, como ocurre en diferentes sectores de la región de Aysén, las respuestas a fósforo serán significativas. Sin embargo, en suelos con mayor concentración de fósforo disponible sobre (por ejemplo, sobre 20 mg/kg) probablemente las respuestas serán menores y se reduzca notablemente la necesidad de aplicar fósforo. Algo similar ocurre en el caso de azufre, donde muchos predios cuentan con niveles disponibles muy bajos de este elemento. El azufre es un nutriente de gran importancia en las BF y que tendrá que ser aplicado en la mayoría de los casos. Sin embargo, en suelos con mayores niveles de azufre disponible (por ejemplo, sobre 15 mg/kg), la aplicación de azufre podría llevar a acumulaciones de compuestos azufrados en el cultivo, con potenciales efectos nocivos para los animales que los consuman.

Las BF tienen altos niveles de potasio en sus tejidos, por lo que su requerimiento es elevado. Sin embargo, muchos suelos en la región de Aysén tienen altos niveles de potasio disponible, que muchas veces es suficiente para suministrar los requerimientos del cultivo. Para detectar potreros o sectores con menores niveles de potasio en el suelo es recomendable contar con un análisis de suelo

que indique la eventual necesidad de fertilizar con este elemento.

En algunos suelos de la Región de Aysén se registran niveles relativamente bajos de boro, microelemento cuya deficiencia puede afectar el normal desarrollo de los cultivos de brásicas de raíz. Uno de los signos más frecuentes de esta situación es la presencia de necrosis celular en la zona central de la raíz, que genera pérdidas de rendimiento. Por este motivo, resulta conveniente corregir esta deficiencia de boro con la inclusión de compuestos boratados, siendo uno de los más habituales en el país, la boronatrocálcita.

Las BF resisten ciertos niveles de acidez en el suelo, aunque idealmente se debiera establecer estos cultivos en suelos que tengan ojalá valores de pH superiores a 5,8. En general, se considera limitante un suelo que tenga un pH inferior a 5,5, situación en que se recomienda realizar enmiendas calcáreas para restablecer niveles dentro de rangos aceptables para el cultivo. Es necesario aplicar la cal con bastante antelación a la siembra (meses), de modo que se pueda activar y ejercer su efecto neutralizante de la acidez. Idealmente se debe trabajar con cal incorporada en el suelo para un mejor resultado. Es necesario considerar la capacidad tampón de pH del suelo para determinar la dosis de cal que se requiere aplicar.

Considerando la importancia de la fertilización en el resultado del cultivo y la variabilidad que existe en las condiciones en que se van a desarrollar éstos, es recomendable obtener asesoría especializada. Ello, por las consideraciones productivas, económicas y ambientales que conlleva dicha práctica.

4.3. Efectos de la época de siembra

A la hora de decidir la introducción de BF en un sistema ganadero, es importante definir cuál será el período en el cual se desea suministrar el forraje. Ello estará relacionado con períodos estratégicos en que no se pueda contar con adecuado aporte de pastoreo de las praderas, o bien se desee complementar la alimentación de animales con un forraje de mayor valor nutritivo.

En base a esa definición, se puede planificar la fecha de siembra del cultivo, considerando la especie que se utilizará y la precocidad de la variedad

seleccionada. La elección de la variedad es importante, ya que dentro de las especies existen diferentes alternativas de variedades comerciales desde precoces, semi-precoces y tardías. Ellas se diferencian en cuanto a los tiempos requeridos desde la siembra hasta alcanzar su madurez y máximo potencial de producción. En ese sentido, hay que diferenciar cultivos que tienen posibilidades de ser utilizados en varias ocasiones durante la temporada, como el raps forrajero, el cual puede pastorearse y luego rebrota para una utilización posterior. Hay otros cultivos de BF que se utilizan completamente en una sola ocasión, como el caso de nabos y rutabagas.

Para determinar los efectos de la fecha de siembra sobre el desarrollo y producción de brásicas de raíz, en la Zona Intermedia de Aysén se compararon cuatro fechas de siembra de dos variedades de nabo forrajero: Rival (precoz) y Green Globe (más tardío), además de rutabaga. Se sembraron el 23 de septiembre, 20 de octubre, 30 de noviembre y 27 de diciembre, en hileras a 15 cm y con una fertilización N-P-K-S de 150-150-130-75, respectivamente, además de 30 kg/ha de boronatrocalcita como aporte de boro. Todos los cultivos se cosecharon el 30 de mayo del año siguiente y se determinó el rendimiento y su composición (hojas, raíces, flores, malezas y material muerto).

Las BF son plantas bianuales y de acuerdo a su ciclo de desarrollo, requieren de un período frío (vernalización) que luego induce el crecimiento reproductivo, con la emisión del tallo floral, producción de semillas y muerte posterior de la planta. Sin embargo, normalmente en los sistemas ganaderos no se experimentará esta fase, ya que la planta será consumida por los animales antes del proceso de vernalización, el que ocurre habitualmente en los meses fríos del invierno. Más aún, la emisión de tallos florales va a afectar el valor nutritivo del forraje, dificultará el manejo de pastoreo en terreno y disminuirá la eficiencia de utilización del cultivo, por lo que siempre se deberá evitar llegar a esta condición.

En la Figura 4.23 se aprecia que en las siembras más tempranas de nabos forrajeros se indujo el crecimiento reproductivo en las plantas, emitiendo éstas parcialmente sus tallos florales (consecuencia de la vernalización en la primavera fría). Ello no ocurrió con las siembras de noviembre y diciembre. En rutabaga no se observó vernalización, siendo además un cultivo más tardío en su desarrollo. En nabo Green Globe se obtuvieron los mayores rendimientos con siembras de octubre (casi 12 t MS/ha total) con una mayor proporción de raíces. Siembras más tardías generaron rendimientos con mayor proporción de hojas. En nabo Rival, con casi 13 t MS/ha, el mayor rendimiento se obtuvo con siembras de noviembre, fecha con las mejores producciones en raíces y en hojas en

comparación a otras fechas. En la rutabaga fueron menos claras las diferencias y probablemente podría haber sido cosechada más tarde en el otoño. En esta ocasión, sus rendimientos fueron inferiores a los de nabos forrajeros. Hay que considerar que, si bien la siembra más tardía evita en gran medida la floración precoz del cultivo, si es demasiado tardía, el rendimiento se verá afectado, sobre todo en variedades más tardías. En las siembras tempranas, al momento de la utilización se observó también mayor proporción de material senescente en el cultivo, lo que puede afectar el valor nutritivo general.

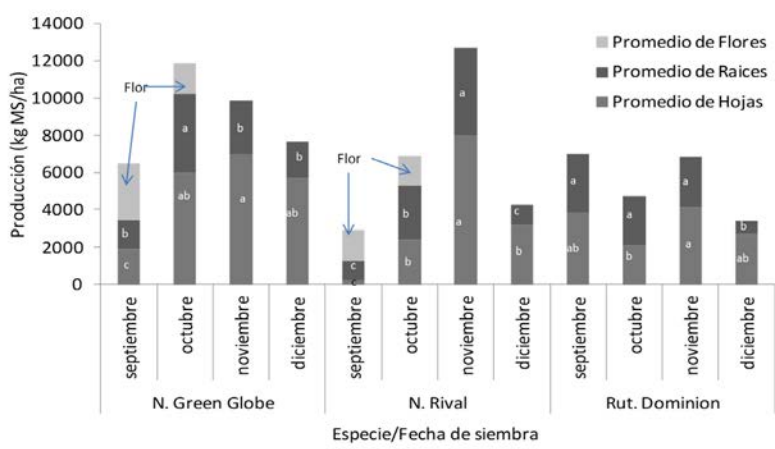


Figura 4.23. Partición del rendimiento de tres brásicas forrajeras sembradas en cuatro fechas diferentes. Cosecha 30 de mayo 2011. Zona Intermedia, Valle Simpson, Región de Aysén. Letras diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas para los componentes (hojas, raíces) entre fechas y dentro de especies.

En BF como nabo forrajero y rutabaga la raíz tiene una concentración alta de energía metabolizable (>3 Mcal/kg MS) y las hojas son más ricas en proteína. Por ello interesa tener una buena relación de ambos componentes. En la Figura 4.24 se muestra que en siembras más tempranas (mayor período de siembra a cosecha), existe tendencia a aumentar la relación raíces: hojas. Un caso extremo se produjo con el nabo Rival (variedad precoz), con una alta proporción de raíces en relación a hojas. En variedades precoces ocurre también antes la senescencia de hojas, lo que afecta directamente esta relación.

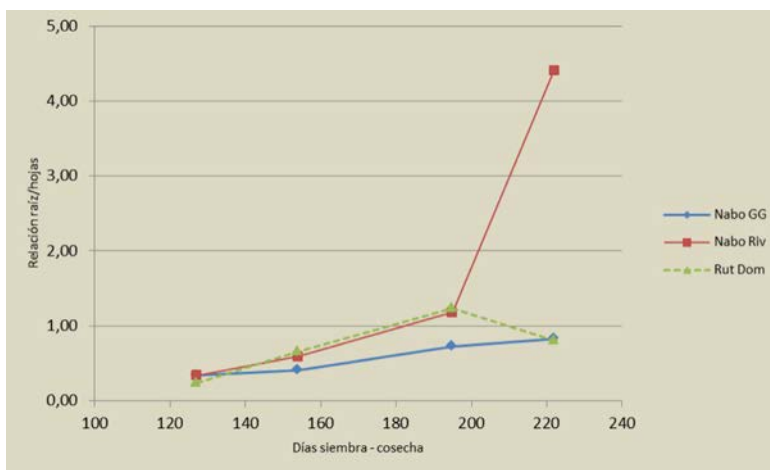


Figura 4.24. Relación raíces: hojas en nabos forrajeros y rutabaga cosechados con diferentes rangos de siembra - cosecha (ligado a diferentes fechas de siembra).

En la Figura 4.25 se muestra el cultivo de nabo forrajero sembrado en tres fechas diferentes. Se aprecia que durante el verano ya hay emisión de escapos florales en aquellas plantas sembradas más temprano en la temporada, mientras que en las más tardías el estado es 100 % vegetativo.



Figura 4.25. Cultivo de nabo forrajero con tres fechas de siembra.

En la Figura 4.26 se muestra una planta de nabo forrajero que vernalizó y emitió su tallo floral. Si bien los animales consumen las flores del cultivo, éste pierde palatabilidad y se complica el manejo con cerco eléctrico con avances diarios, que es la forma habitual de pastoreo más eficiente. También, con un cultivo más alto y con mayor densidad de tallos, se produce más daño de pisoteo y con ello una menor eficiencia de utilización del cultivo.



Figura 4.26. Planta de nabo forrajero vernalizada, con escapos florales.

Adicionalmente, se estableció un experimento para determinar el efecto de la época de siembra sobre el rendimiento y partición de éste (hojas, tallos y flores). Para ello, se sembraron en cinco fechas diferentes la col forrajera (Sovereign) y dos variedades de raps forrajero (Goliath y Winfred) en el sector de Valle Simpson en la Zona Intermedia de Aysén. Los resultados de sólo cuatro fechas son presentados, debido a que el cultivo en la primera fecha de siembra (marzo) no se estableció (Figura 4.27).

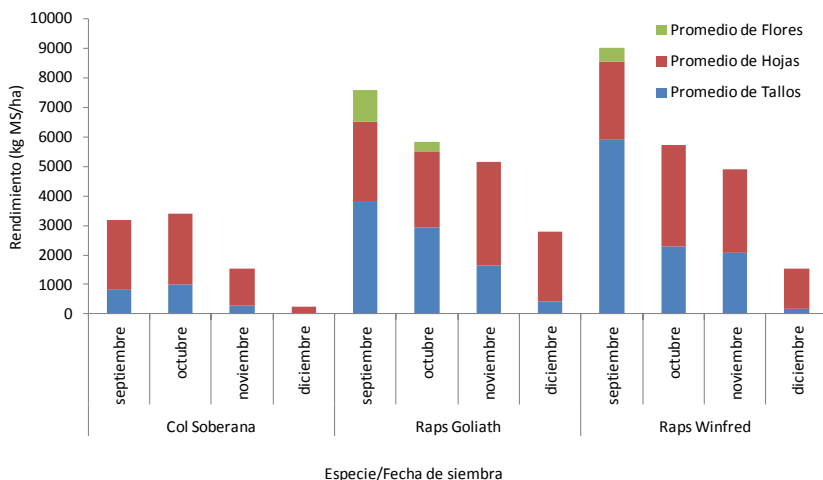


Figura 4.27. Partición del rendimiento de tres BF de hoja sembradas en cuatro fechas diferentes y cosechadas el 30 de mayo 2011. Valle Simpson, Zona Intermedia, Región de Aysén.

Se observó una marcada diferencia de rendimiento entre col forrajera y raps en este experimento. En el caso de la col forrajera, que es un cultivo de ciclo largo, las siembras más tardías tienden a disminuir fuertemente su rendimiento. Asimismo, la col en esta zona no alcanza los potenciales que se logran en zonas más templadas de la Zona Húmeda, siendo más recomendable el raps forrajero en estas condiciones más frías y de menor precipitación.

En ambos cultivares de raps forrajero evaluados se observó un aumento en el rendimiento con siembras tempranas (septiembre). Sin embargo, tanto el cultivar de raps Goliath como Winfred, presentaron una proporción de plantas que florecieron prematuramente, emitiendo su tallo floral en la primera temporada de crecimiento, a pesar de ser de hábito bianual, similar a lo presentado anteriormente con las BF de raíz. Incluso en siembras de octubre se presentó floración prematura en la variedad Goliath, no así en Winfred, que se mantuvo en estado vegetativo. Es probable que la variedad Winfred tenga requerimientos mayores de acumulación de horas de frío, siendo una variedad más apropiada para siembras de primavera.

En general, siembras más tardías en primavera evitarán los problemas de vernalización en las plantas, pero los rendimientos totales podrán ser menores. Otro aspecto a considerar en siembras más tardías es que estas fechas coinciden

con una mayor incidencia de vientos, lo que genera riesgos importantes de erosión eólica. Por ello, es muy recomendable seleccionar con cuidado los potreros donde se van a sembrar las BF, evitando aquellos demasiado expuestos a los fuertes vientos de primavera en la Zona Intermedia de la Patagonia Húmeda. El cultivo de raps forrajero pareciera ser el más recomendable entre las BF de hoja para las zonas de menor pluviometría, particularmente el caso de la Zona Intermedia.

4.4. Frecuencia y altura de utilización en raps forrajero

Las brásicas de hoja están representadas por el raps forrajero, el nabo de hoja y la col forrajera. De estas tres, el raps forrajero es el más usado en la región de Aysén y tiene la capacidad de ser utilizado en forma reiterada a través de ciclos de pastoreo y rebrote. Dependiendo de las condiciones locales, se pueden dar hasta tres, pero lo más normal son dos pastoreos en la temporada.

El rebrote del raps se obtiene de yemas axilares ubicadas preferentemente en la base de los tallos, las que deben quedar bajo la altura de pastoreo, permitiendo la recuperación y rebrote una vez concluido éste. Por ello, factores como la intensidad y la frecuencia de pastoreo son de importancia para manejar este cultivo.

Para conocer los efectos de diferentes frecuencias e intensidades (alturas de residuo) de utilización, se realizó un ensayo en el centro de investigación INIA Tamel Aike, ubicado en el sector Valle Simpson, Región de Aysén, cercano a la ciudad de Coyhaique. Se sembraron dos variedades de raps (Winfred y Goliath) el 26 de octubre y se inició su utilización en el mes de febrero. Las parcelas experimentales se evaluaron mediante corte, con tres frecuencias diferentes (cada 4 semanas: febrero, marzo, abril, mayo, junio); cada 8 semanas: febrero, abril, junio; o bien sólo dos veces: febrero y junio).

Dentro de cada frecuencia, el cultivo se sometió a tres alturas diferentes de corte (0 cm (nivel del suelo); 5 cm y 10 cm). En la biomasa cosechada en cada caso se evaluó el rendimiento total, de hojas y tallos, además del valor nutritivo de los componentes.

En promedio, los rendimientos totales de biomasa para la temporada no fueron estadísticamente diferentes al comparar ambos cultivares (13,1 t MS/ha en Winfred vs 13,9 t MS/ha en Goliath), para el promedio de frecuencias y alturas de corte (Cuadro 4.4). En el mismo cuadro se aprecia que tampoco hubo diferencias en los componentes de tallos (3,34 vs 3,99 t MS/ha) y hojas (9,79 vs 9,90 t MS/ha), para las mismas variedades, respectivamente. La tasa de crecimiento promedio general para todo el período experimental fue de 62,8 versus 66,4 kg MS/ha/d, respectivamente.

Cuadro 4.4. Producción promedio total de dos variedades de raps forrajero de hoja y su crecimiento (promedio de diferentes frecuencias y alturas de corte). Valle Simpson, Región de Aysén.

Especie	Variedad	Tallos	Hojas	Total	Tasa crecimiento promedio
		kg MS/ha			kg MS/ha/d
Raps	Winfred	3.336 a	9.785 a	13.122 a	62,8 a
Raps	Goliath	3.985 a	9.897 a	13.882 a	66,4 a

Sin embargo, al comparar las diferentes frecuencias de corte (Cuadro 4.5), se aprecia que a menor frecuencia, la producción tiende a aumentar. En el caso de dos cortes (feb/jun) se tiene una producción total de 15,2 t MS/ha, similar a las 14,5 t MS/ha en el caso de 3 cortes (cada 8 semanas), pero significativamente mayor, en ambos casos, a la frecuencia más alta (cada 4 semanas), que sólo produce en total 10,8 t MS/ha.

Cuadro 4.5. Producción de tallos, hojas y total promedio de dos variedades de raps forrajero, con tres frecuencias de corte Valle Simpson, Región de Aysén (letras diferentes en columnas indican diferencias significativas).

Frecuencia	Nº Cortes	Tallos	Hojas kg MS/ha	Total	Material muerto
Febrero y junio	2	4.460a	10.765 a	15.225 a	3.800 a
8 semanas	3	3.749 b	10.758 a	14.507 a	3.016 b
4 semanas	5	2.773 c	8.001 b	10,774 b	2.638 b

Estas diferencias se observan con la misma tendencia en hojas, mientras que en tallos hay diferencias significativas entre todas las frecuencias de corte, donde la mayor producción de tallos se alcanza con la menor frecuencia de corte o utilización (Cuadro 4.5). Asimismo, se observa una mayor acumulación de material muerto en la frecuencia menor (dos cortes), respecto de las frecuencias mayores (3,8 vs 2,6 t MS/ha).

En las tres alturas de corte probadas (0, 5 y 10 cm) no se observaron diferencias en cuanto a rendimiento de hojas, tallos y total, como tampoco en la tasa de crecimiento promedio (Cuadro 4.6). Lo anterior indicaría que este cultivo, en ambas variedades evaluadas, tiene un alto potencial de rebrote y que las yemas residuales, incluso a ras de suelo, son capaces de rebrotar. Sin embargo, es posible que en condiciones de déficit hídrico (por ejemplo en el verano), la intensidad de utilización pueda jugar un rol en la recuperación del cultivo. Por lo tanto, sería recomendable no pastorear el raps a nivel de piso, dejando algo de follaje para el rebrote y asegurando una cantidad de yemas para generar nuevo tejido foliar.

Cuadro 4.6. Producción promedio de tallos, hojas y total de dos variedades de raps forrajero con tres alturas diferentes de corte. Valle Simpson, Región de Aysén (sin diferencias significativas).

Altura corte	Tallos	Hojas	Total	Tasa crecimiento promedio
	kg MS/ha			kg MS/ha/d
0 cm	4.020 a	9.255 a	13.275 a	63,5 a
5 cm	3.477 a	9.846 a	13.324 a	63,8 a
10 cm	3.485 a	10.423 a	13.908 a	66,6a

El valor nutritivo de ambas variedades de raps fue similar, con promedios de 26,4 % de proteína cruda (PC); 90,8 % de digestibilidad in vitro (DIV); 2,71 Mcal/kg de energía metabolizable (EM) y 18,3 % de fibra detergente neutro (FDN), en la fracción de hojas. Por su parte, en los tallos se determinó en promedio 14,8 % PC; 82,0% DIV; 2,56 Mcal kg⁻¹EM y 38,2 % FDN.

Autores que han evaluado el rebrote de raps forrajero bajo corte, indican que en condiciones sin cortes intermedios se produce el máximo rendimiento. Otros no han encontrado grandes diferencias entre manejos de intensidad de pastoreo vs rendimiento y consumo total del cultivo, aunque se indica que los

manejos intermedios parecen ser los más recomendables. Sin embargo, ambos señalan que la cantidad de yemas axilares remanentes post corte condicionan la recuperación del cultivo (Figura 4.28).

Bajo las condiciones evaluadas, el rendimiento de raps forrajero presentó una disminución frente a frecuencias más altas de corte y no se observaron diferencias significativas entre diferentes alturas de corte, ni entre los dos cultivares evaluados. La frecuencia de utilización parece ser más importante que la intensidad de utilización.



Figura 4.28. Rebrote de raps forrajero desde yemas axilares remanentes luego de la utilización.

4.5. Materia seca de los cultivos de brásicas forrajeras

Una característica a tener en consideración a la hora de utilizar BF en alimentación animal, fuera de su bajo contenido de fibra efectiva, es su bajo contenido de materia seca (MS). Como estos cultivos se utilizan generalmente en estado vegetativo, su contenido de agua es muy elevado.

En el Cuadro 4.7 se muestran tres cultivos de BF de una unidad demostrativa de la Zona Húmeda de Aysén, donde se aprecian elevados rendimientos para todos los cultivos. El contenido de materia seca de las raíces (en el caso de nabo

y rutabaga) es de sólo 6,5-8,5 % y los tallos de col forrajera tienen solamente de 13-14 % MS. En las hojas de los cultivos se midió entre 10-13 % MS aproximadamente.

Cuadro 4.7. Porcentaje de materia seca de dos componentes productivos, de tres especies de brásicas forrajeras, cultivadas en la Zona Húmeda de Aysén.

		kg MS/ha			% MS	
Especie	Variedad	Raíz/tallo	Hoja	Total	Raíz/tallo	Hoja
Sector La Junta						
Col	Sovereign	10,4	8,7	19,1	13,5 %	12,8 %
Nabo	Rival	6,3	11,8	18,1	6,3 %	10,5 %
Rutabaga	Dominion	8,1	6,8	14,9	8,0 %	11,6 %
Sector Palena						
Col	Sovereign	11,8	10,1	21,8	14,4 %	13,9 %
Nabo	Rival	6,3	10,3	16,6	6,5 %	11,5 %
Rutabaga	Dominion	11,5	10,9	22,4	8,5 %	11,9 %

En todos los cultivos que se muestran en el Cuadro 4.7 se aprecian elevados rendimientos totales, que incluso superan las 22 t MS/ha en una localidad. A pesar de estas altas producciones de materia seca, debe tenerse en cuenta que los animales al consumir estos cultivos también están ingiriendo una gran cantidad de agua. Por ello, consumos excesivos de BF en la dieta diaria pudieran llevar también a restricciones del consumo voluntario de los animales. De esta forma, nuevamente se resalta la importancia de complementar el consumo de BF en pastoreo, con adecuadas cantidades de heno u otro forraje rico en fibra, que solucionará esta situación. El forraje toscó puede estar a libre disposición en el potrero y los animales dosificarán su consumo.

Capítulo 5

Utilización de brásicas forrajeras con ovinos en la Patagonia (Región de Aysén)

Camila Reyes y Felipe Elizalde

La estacionalidad de la producción ovina en el país, se acentúa aún más para el caso de los sistemas de producción ovina de la Patagonia, que es tradicionalmente pastoril, extensiva y estacional, produciéndose la mayor oferta de corderos a comienzos del verano. La mayor proporción de los sistemas de crianza ovina se encuentran en la Zona de Estepa de la región de Aysén.

Los mejores precios de venta se alcanzan a fines de diciembre, gatillados por las fiestas de fin de año. Luego, el precio comienza a bajar dada una mayor oferta y menor demanda local. Esto impulsa a buscar otros mercados, a través de la faena en frigoríficos, para venta nacional y de exportación, donde el peso de la canal cobra mayor importancia. Sin embargo, en los sistemas tradicionales con ventas al destete, los corderos no siempre alcanzan los pesos requeridos para este tipo de mercado. Una alternativa para este grupo es trasladarlos a sectores de valles para ser terminados a pastoreo.

Los corderos son habitualmente engordados en rebrotes de praderas que han sido utilizadas para conservación de forrajes a fines de primavera, y rezagadas hacia el verano. Sin embargo, el rebrote es altamente dependiente de las precipitaciones que se produzcan en ese periodo, las que son muy variables de año a año.

Estudios realizados por el INIA Tamel Aike en base a los datos climáticos de la Dirección Meteorológica de Chile, permiten verificar que en la Región de Aysén es habitual que se presente un periodo de déficit hídrico estival de 3 a 5 meses en las zonas Intermedia y de Estepa. Esta deficiencia hídrica afecta tanto la producción como la calidad de las praderas perennes, incluso hacia fines de verano.

Por ello, durante el periodo estival, las brásicas forrajeras (BF) pueden adquirir relevancia en los sistemas de finalización de corderos en la Zona Intermedia. Asimismo, su uso a fines de verano y comienzos de otoño, permite alcanzar mejores tasas de crecimiento en borregas y realizar manejos de “flushing” (también conocido como golpe nutricional o acondicionamiento) incrementando el plano nutricional en el periodo de pre-encaste y encaste.

Por otro lado, desde mediados a fines de otoño, las praderas naturales, naturalizadas, mejoradas y sembradas comienzan a detener su crecimiento en todas las zonas agroecológicas de la región de Aysén. Esto es producto de la abrupta disminución de la temperatura y de las horas de luz, lo que provoca que los sistemas ganaderos entren en un período de baja disponibilidad de forrajes en pie, que se extiende hasta salidas de invierno (octubre).

El uso de cultivos forrajeros como las BF, permite contrarrestar esta falta de alimento en periodos críticos, tanto en verano como en el período otoño/invierno, debido a que acumulan altos niveles de materia seca, de alto valor nutritivo y que pueden ser utilizados directamente por los animales en pastoreo durante este período (Figura 5.1).



Figura 5.1. Pastoreo con ovinos en brásicas forrajeras.

5.1. Consideraciones para iniciar el pastoreo de brásicas con ovinos

El manejo controlado del pastoreo en los cultivos de BF es esencial para maximizar el rendimiento, la calidad del alimento, la utilización, como también minimizar potenciales enfermedades y trastornos alimenticios de los animales.

5.1.1. Problemas de sanidad animal

A pesar de las buenas características nutritivas que presentan las BF, hay que tener en cuenta algunos aspectos que van a influir de forma negativa sobre el consumo y la salud de los animales. Ello se relaciona a la presencia de sustancias químicas cuyo objetivo es ejercer mecanismos de defensa en la planta. Tales sustancias son llamadas compuestos secundarios, siendo los más predominantes en las BF los glucosinolatos y nitratos.

La ingesta de estos compuestos se asocia a diversos tipos de enfermedades como hipotiroidismo, anemia por coles, hemólisis, fotosensibilidad, meteorismo espumoso, intoxicación por nitratos, timpanismo, acidosis ruminal, y daño hepático, entre otras. Si bien el desarrollo y manifestación de estas enfermedades son relativamente raras en ovinos, éstos pueden deprimir el consumo voluntario afectando la ganancia de peso de los animales.

La clave para evitar estos problemas es comprender cómo se debe utilizar el cultivo. De esta manera, permitiendo tiempos de acostumbramiento y monitoreando las reacciones adversas, se puede prevenir la mayoría de los problemas de salud animal.

5.1.2. Consumo

Los animales que van a pastorear por primera vez en un cultivo de BF deben ser introducidos en forma paulatina, de modo que la microflora del rumen tenga la oportunidad de adaptarse a la nueva dieta. Normalmente, un animal tardará hasta una semana en acostumbrarse al nuevo alimento.

Lo ideal es comenzar permitiendo que el rebaño acceda al cultivo durante una o dos horas al día, aumentando el acceso sin restricciones después de siete a diez días. Nunca se debe permitir que animales hambrientos o en ayuno prolongado tengan la oportunidad de “llenarse” con el pastoreo exclusivo de BF.

Por otra parte, el alto contenido de nutrientes solubles que presentan estas especies, sugiere la necesidad de suplementar con una fuente de fibra para poder mejorar la eficiencia en el funcionamiento ruminal. Por ello, el acceso a forraje adicional, como heno o ensilaje, puede proporcionar una dieta más equilibrada y mejores ganancias de peso. Esto también puede ayudar a racionar la cosecha de BF y mejorar la eficiencia de utilización.

Tradicionalmente se ha aconsejado que la suplementación con BF no debiera ser mayor al 50 % del consumo de materia seca diaria en ovinos. Sin embargo, la experiencia sugiere que se puede lograr con éxito hasta un 70 % de inclusión. Además, es factible que los animales puedan autorregular el consumo de fibra si se permite el acceso a un área adyacente de pradera.

El rebaño siempre debe tener acceso a abundante agua. Los suministros de agua ilimitados asegurarán que no se suprima el apetito de los animales y se satisfagan sus necesidades metabólicas. Esto es especialmente importante durante el verano, cuando las tasas de evaporación son más altas.

5.1.3. Utilización de los cultivos

La mejor forma de utilizar un cultivo de BF en pastoreo con ovinos es instalando mallas eléctricas o cerco eléctrico móvil de, a lo menos, tres hebras. Ello permitirá limitar la cantidad del cultivo que se otorga y manejar el tiempo de pastoreo, con el objetivo de disminuir las pérdidas por pisoteo y aumentar la eficiencia de utilización. El pastoreo en áreas pequeñas proporcionará la utilización más eficiente, mientras que pastorear en áreas más grandes aumentará el pisoteo y el desperdicio. Además, se debe considerar que las pérdidas pueden ser mayores durante lluvias fuertes. Si el potrero tiene pendiente, se recomienda comenzar el pastoreo desde la parte más alta para reducir la escorrentía.

Si bien lo ideal es mover el cerco a diario, con rebaños pequeños es habitual calcular franjas de pastoreo de 3 a 7 días con lo cual se alcanzan buenos resultados de utilización, además de disminuir las labores de movimiento de cercos.

A nivel regional, en un ensayo realizado en el sector de Coyhaique Alto, se compararon dos sistemas de pastoreo (rotativo versus continuo), en un cultivo de raps cv Goliath con corderas de reemplazo. El sistema continuo consistió en la entrada de los animales en un potrero de 3.000 m², mientras que el rotativo consistió en el uso de cuatro franjas o potrerillos de 750 m², donde las corderas permanecían en promedio una semana o cuando consumían el 75 % de la planta (100 % de las hojas y el 50 % de los tallos en estado tierno). Las corderas manejadas con sistema de pastoreo continuo registraron un incremento de peso vivo de 190 g/d, mientras que con el sistema rotativo se lograron 230 g/día (Figura 5.2). Las mayores diferencias se hacen significativas a partir del día 21, cuando la oferta de forraje en el sistema continuo comenzó a ser limitante. El peso final de los animales en el sistema continuo fue de 32 kg versus 36 kg en el sistema rotativo, debido a que estos últimos permanecieron en pastoreo 10 días más, producto del consumo del rebrote de los dos primeros potrerillos.

Ganancia de peso en corderos bajo dos sistemas de pastoreo

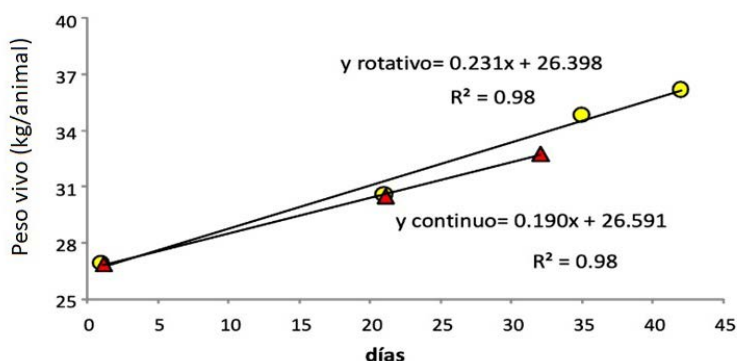


Figura 5.2. Ganancias de peso en corderas alimentadas con brásicas forrajeras, mediante dos sistemas de pastoreo.

Antes de instalar la malla o el cerco eléctrico, es conveniente cortar el forraje en la franja donde pasará el cerco (Figura 5.3). Esto permitirá que las líneas electrificadas no queden en contacto con el forraje, evitando la pérdida de corriente. En BF de hoja, como el raps o coles, se deberá instalar un cerco adicional, que evite que el rebaño pueda reingresar a una sección ya pastoreada. Así se logrará evitar un pastoreo excesivo, para permitir el rebrote posterior del cultivo (Figura 5.4).



Figura 5.3. Instalación de mallas eléctricas para pastoreo ovino.



Figura 5.4. Uso de malla eléctrica para permitir el rebrote en brásicas de hoja.

El Cuadro 5.1 muestra un ejemplo para el cálculo de requerimientos de alimentación y dosificación del cultivo. Aquí se entrega un detalle paso a paso de cada cálculo, el que puede ser usado como guía. En este caso, considerando un consumo del 70 % de la dieta en base a BF y con un 75 % de utilización, en 1 ha del cultivo, se puede mantener un rebaño de 125 ovejas en pastoreo por 38 días. En este ejemplo, deberá suplementarse con heno o ensilaje el otro 30 % de la dieta.

Cuadro 5.1. Estimación de los requerimientos y dosificación de brásicas en sistemas ovinos.

Paso	Descripción	Valores
1	Estimar la ingesta diaria total sobre la base de un requerimiento de materia seca del 3 % del peso vivo. <i>(Ejemplo basado en 1 oveja de 60 kg)</i>	1,8 kg de MS/día
2	Cantidad de brásicas en la dieta. <i>(¿Qué proporción de la dieta corresponde al pastoreo de BF?)</i>	70 %
3	Requerimiento diario de BF <i>(paso 1 multiplicado por paso 2, dividido por 100)</i>	1,26 kg MS
4	Número de animales en pastoreo	125 ovejas
5	Número de días en una franja <i>(Cada cuando días moverá el cerco eléctrico)</i>	4 días
6	Requerimiento de BF para el rebaño <i>(Paso 3 multiplicado por paso 4, multiplicado por paso 5)</i>	630 Kg MS
7	Rendimiento estimado de MS del cultivo/m ² <i>(Basado en rendimientos de cultivos de 8 t MS/ha = 0,8 kg/m², multiplicado por 75 % utilización y dividido en 100)</i>	0,6 kg MS/m ²
8	Área de pastoreo total requerida por franja <i>(paso 6 dividida por paso 7)</i>	1050 m ²
9	Ancho de pastoreo <i>(Normalmente el ancho del potrero)</i>	50 m
10	Distancia de avance del cerco eléctrico <i>(paso 8 dividido por paso 9)</i>	21 m
11	Nº de franjas en 1 ha <i>(10.000 m² dividido en paso 8)</i>	9,5 franjas
12	Días de pastoreo por ha <i>(paso 11 multiplicado por paso 5)</i>	38 días

Cabe mencionar que pastoreos demasiado tardíos en la temporada, pueden causar un desperdicio excesivo del cultivo y una pérdida de la calidad del alimento, consiguiéndose un menor porcentaje de utilización. También puede causar una mayor susceptibilidad a los ataques de insectos y enfermedades.

5.2. Pastoreo de brásicas forrajeras de hoja

La mayoría de los cultivares de raps forrajero, podrán ser pastoreados entre 10 a 14 semanas después de la siembra. El pastoreo no debe comenzar hasta que las plantas estén con una coloración púrpura o rojiza de las hojas (madurez

fisiológica). Por su lado, los híbridos y nabos de hoja pueden pastorearse antes de que se produzcan cambios en el color de las hojas. De los híbridos actuales, algunos requieren un pastoreo relativamente temprano (6 a 8 semanas desde la siembra), y pueden perder palatabilidad y valor nutritivo rápidamente si el pastoreo se atrasa demasiado.

En el caso de la col forrajera, ésta se puede pastorear en cualquier etapa, pero generalmente se mantiene durante el invierno y se pastorea cuando los tallos son gruesos y carnosos. Se trata de un cultivo que se ha utilizado tradicionalmente en otras regiones del país, especialmente en sistemas lecheros. El comportamiento productivo de las coles en Aysén es adecuado, en especial en la Zona Húmeda, logrando rendimientos cercanos a 12 t MS/ha en la localidad de La Junta (Zona Húmeda). Sin embargo, su uso para ovinos a nivel regional no ha sido reportado, debido a un mejor comportamiento productivo del raps forrajero en los sectores donde se concentra la ovejería de Aysén (Zona Intermedia y Zona de Estepa). Al respecto, autores señalan que la respuesta de ovinos en crecimiento es menor con el uso de coles, en relación a otras BF de hoja, y ello se atribuye a un mayor contenido de fotoquímicos secundarios, tales como glucosinolatos en las coles, lo que produciría una depresión de la respuesta animal.

Por otra parte, en todas las BF de hoja es esencial poder evitar la sobre maduración del cultivo, ya que una mayor proporción de tallos en relación a las hojas, o bien tallos engrosados, serán de difícil consumo para los ovinos y de menor valor nutritivo.

Además, cuando el cultivo sufre un proceso de vernalización se gatillará la emisión del tallo floral, que dificultará el manejo, especialmente con cerco eléctrico y los porcentajes de utilización serán naturalmente menores, debido a la lignificación del tallo (Figura 5.5).

En general, los cultivos de hojas se adaptan mejor al pastoreo con ovinos que las BF de raíz. De acuerdo a las condiciones de fertilidad del suelo, época de uso y estado de las plantas post utilización (residuo), es posible lograr uno o dos rebrotes.



Figura 5.5. Residuo de plantas de raps en estado de madurez avanzado.

5.3. Pastoreo de brásicas de raíz

Hay una gama de variedades de nabos forrajeros en el mercado, con diferentes tiempos de madurez (precocidad) y, lo que es muy importante, diferentes formas de la raíz. Las variedades más nuevas tienen forma alargada con la ventaja de crecer parcialmente por encima del suelo (parte de la raíz desenterrada) para que el ganado pueda acceder a ellas más fácilmente. Los tipos redondos, enterradas en mayor proporción, son más difícil de consumir por los ovinos, afectando el porcentaje de utilización. A esto se suma que, las raíces huecas o parcialmente comidas a las que el ganado no puede acceder, pueden finalmente descomponerse y perderse. Esto ocurre a menudo después de las heladas, cuando el agua se congela y rompe los tejidos dentro de la raíz.

Otro aspecto a considerar es el tamaño de la raíz. Si bien todos los tamaños son consumidos, con ovinos se generan mayores pérdidas cuando el tamaño es excesivamente grande (Figura 5.6).

Las rutabagas madurarán un poco más tarde que los nabos forrajeros, pero se utilizan de la misma manera. En general, la raíz es más dura que la de los nabos. Por ello, se recomendaría en lo posible no pastorear con ovejas viejas en cultivos de BF de raíz, ya que pueden generar daño o producir mayor desgaste de los dientes.



Figura 5.6. Residuo de plantas de nabo con raíces de un tamaño excesivo para el pastoreo de ovinos.

5.4. Experiencia en el uso de brásicas forrajeras con ovinos en Aysén

A continuación se describen algunas experiencias realizadas en la Región de Aysén, con pastoreo de BF en rebaños ovinos.

5.4.1. Pastoreo de BF con ovinos durante el verano

En el verano, principalmente en años secos, es habitual que las praderas de la Zona Intermedia de Aysén pierdan calidad y disminuyan o detengan su crecimiento, por falta de humedad en los suelos. Ello hace necesario poder contar con cultivos estratégicos, que permitan contrarrestar la escasez de forraje estival.

Dentro de las opciones de forraje, las BF y los cereales constituyen alternativas viables para la Región de Aysén, que permiten intensificar la producción ovina.

Con el objetivo de determinar la respuesta productiva de corderos en engorda durante el verano, pastoreando distintos cultivos suplementarios, en INIA

Tamel Aike se estableció un ensayo para comparar el uso en pastoreo de: avena (variedad Nehuen); trigo (variedad Otto); y raps forrajero (variedad Goliath). La fecha de siembra fue el 15 de octubre.

Los cultivos fueron pastoreados con corderos Corriedale provenientes de la estepa, con un peso promedio de $24,6 \pm 1,2$ kg. Los corderos permanecieron pastoreando estas praderas por un período de acostumbramiento de 7 días y luego, en forma continua por 40 días (entre el 19 de enero y 28 de febrero) (Figura 5.7).



Figura 5.7. Corderos en engorda pastoreando el rebrote (2° pastoreo) de raps durante el mes de febrero, en la Zona Intermedia de Aysén.

La franja de pastoreo (oferta de forraje) se calculó semanalmente, para cubrir un requerimiento del 3 % del peso vivo promedio de los animales, en base a la producción de materia seca de cada cultivo. En las franjas de cereales (avena y trigo), se realizó un pastoreo previo con ovinos en el mes diciembre, para mantener el cultivo en estado vegetativo. Las disponibilidades de forraje de entrada a pastoreo fluctuaron entre 2,8 y 7,0 t MS/ha.

El valor nutritivo del raps fue superior al de los cereales, tanto en proteína cruda como en energía metabolizable durante todo el ensayo. Entre los cereales las diferencias fueron mínimas, con valores levemente inferiores en la avena (Figura 5.8). En todo caso, los tres cultivos presentaron buenos niveles de energía y proteína para esta fase de engorda de los ovinos.

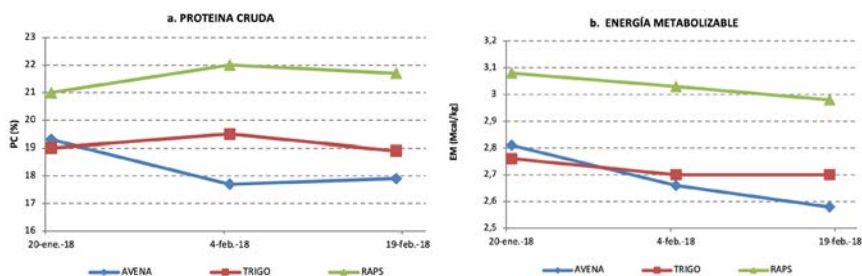


Figura 5.8. Evolución del valor nutritivo del forraje (a. Proteína cruda y b. Energía metabolizable) de tres cultivos suplementarios, destinados a pastoreo para engorda de corderos en verano.

En el Cuadro 5.2 se presentan los resultados de la respuesta productiva de cada lote de corderos. En todos los tratamientos se alcanzó un peso de faena de sobre 35 kg de peso vivo, con tasa de ganancias diarias de peso entre 232 y 265 g/día, sin diferencias significativas entre tratamientos.

Estos resultados validan el valor forrajero que poseen tanto el raps forrajero como los cereales en estudio, para los sistemas de engordas estivales de corderos en la Zona Intermedia de Aysén, permitiendo alcanzar una terminación anticipada de los corderos, así como una alta productividad.

En las variables analizadas post faena, si bien el peso de la canal fría fue superior cuando pastorearon raps, las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Sin embargo, las variables de rendimiento de canal y punto GR muestran un mejor desempeño en los animales que pastorearon raps, en comparación a los que pastoreaban cereales (trigo y avena). Esto indicaría una mejor terminación de los corderos engordados con raps, lo que estaría dado por el mejor valor nutritivo que posee este cultivo.

Cuadro 5.2 Efecto del tipo de cultivo suplementario sobre la respuesta productiva de corderos en engorda.

	Raps	Avena	Trigo
Peso inicial (kg)	24,4	24,9	25,7
Ganancia de PV (kg/día)	0,265	0,245	0,232
Peso final (kg)	35,5	35,2	35,5
Peso vara fría (kg)	15,7	14,7	14,9
Rendimiento canal (%)	43,9 a	41,7 b	42,0 b
GR (mm)	6,2 a	3,8 b	3,8 b

GR: Medida de la profundidad (en milímetros) de los tejidos sobre la 12ª costilla, a 11 cm de la línea media del cuerpo. Letras distintas en las filas indican diferencias estadísticamente significativas.

5.4.2. Pastoreo de brásicas con ovinos durante el otoño/invierno

Entre los usos más frecuentes de BF con ovinos, destacan su utilización en sistemas de engorda de corderos “cola de parición” (corderos más jóvenes que no alcanzan peso de faena al destete), en el período final de verano y otoño.

La primera experiencia se realizó con corderos livianos (de 25 kg de peso vivo aproximado) provenientes de la estepa, los que fueron trasladados a la Zona Intermedia para ser finalizados a pastoreo, en un rebrote de pradera compuesta por alfalfa/pasto ovillo y con tres niveles de suplementación con nabo forrajero (cv. Green Globe), equivalentes a: 0 (testigo), 33 y 66 % del consumo diario.

Los resultados (Cuadro 5.3) mostraron una respuesta favorable a la suplementación con nabo forrajero respecto al tratamiento testigo (sin BF), logrando una ganancia de peso vivo promedio de 115 g/d versus 85 g/d, en un periodo de alimentación de 47 días. Cabe hacer notar que las diferencias en consumo de nabo entre ambos tratamientos con suplementación, no se tradujo en diferencias de incrementos de peso vivo. Sin embargo, a medida que aumentó la suplementación con nabo forrajero, se observó una tendencia a un mayor peso vivo final.

Cuadro 5.3. Efecto de la dieta con diferentes niveles de inclusión de nabo forrajero, sobre la respuesta productiva de los corderos. Letras distintas en las filas, indican diferencias estadísticamente significativas.

	66 % nabo	33 % nabo	Sólo Pradera
Peso inicial (kg)	25,8 ^a	25,4 ^a	25,1 ^a
Incremento de PV (g/día)	114,4 ^b	114,9 ^b	85,1 ^a
Consumo de nabos (g/día)	445,3	268,0	–
Consumo de pradera (g/día)	436,6 ^b	597,7 ^{a b}	916,0 ^a
Consumo total (g/día)	881,9 ^a	865,7 ^a	916,0 ^a
Peso Final (kg)	31,2 ^a	30,8 ^a	29,1 ^a

Por otra parte, desde mediados de otoño hasta fines de invierno, gran parte de la oferta forrajera depende de forrajes conservados (henos, ensilajes), por la marcada estacionalidad de los sistemas ganaderos ovinos en la Patagonia. La duración de este periodo de forrajeo podría verse disminuido por la utilización de cultivos suplementarios, que acumulen altos niveles de materia seca, de buen valor nutritivo y que puedan ser utilizados directamente por los animales. Ello permitiría disminuir los costos que significan tener que conservar grandes cantidades de forraje y también aquellos asociados a su distribución.

Para evaluar la respuesta productiva de la utilización de raps forrajero con ovinos dentro de un sistema de finalización en otoño, se utilizaron 28 corderos machos de raza Corriedale, con un peso inicial promedio de 28,8 kg, distribuidos en dos tratamientos: Heno de alfalfa a libre disposición vs Pastoreo de raps forrajero (cv. Goliath). Los animales tuvieron un período de acostumbramiento de 7 días y el período experimental se extendió luego por 69 días. Todos los animales disponían de dormideros techados, y para el caso del tratamiento con heno, éste fue distribuido en comederos.

Los resultados de este estudio mostraron una respuesta favorable de los corderos al pastoreo de raps forrajero, en sistemas de alimentación otoñal, mejorando significativamente los incrementos de peso y el peso vivo final obtenido (Cuadro 5.4). Los corderos que pastoreaban raps forrajero, registraron incrementos diarios de peso vivo de casi el doble respecto a los animales que consumían

heno de alfalfa. En promedio, se observó un 26 % más de consumo de MS en los animales que pastoreaban raps forrajero, respecto a heno. De esta forma, se registró un peso final de un 18 % superior en los animales que pastoreaban raps forrajero, respecto a los que consumían heno de alfalfa.

Cuadro 5.4. Efecto de dos dietas sobre la respuesta productiva de corderos. Letras distintas en las filas, indican diferencias estadísticamente significativas.

	Heno de alfalfa	Raps forrajero
Peso inicial (kg)	29,0 a	28,5 a
Incremento de PV (g/día)	0,106a	0,203 b
Consumo estimado (kg MS/día)	0,89	1,12
Peso Final (kg)	35,9a	42,4 b

Las BF pueden también ser utilizadas para la crianza de corderas de reemplazo, a modo de poder asegurar un peso de encaste adecuado a los 7 – 8 meses de edad y así evitar pasar al año siguiente para iniciar su etapa reproductiva. Una experiencia se realizó en el sector de estepa (Coyhaique Alto), utilizando un cultivo mixto de nabo forrajero (cv Green Globe), nabo de hoja (cv Hunter) y raps forrajero (cv Goliath), sembrados en franjas el 10 de noviembre en un sector de vega. Las corderas, con un peso vivo inicial de 29 kg, venían consumiendo pradera natural fertilizada de valle (vega), entre los meses de febrero y marzo, con una ganancia promedio de 81 g/día.

Al comenzar a pastorear el cultivo de BF, el incremento diario de peso vivo aumentó significativamente, alcanzándose una tasa promedio de 270 g/d. De esta forma, fue posible que este grupo de corderas llegara a un peso de 45 kilos de peso vivo el 14 de mayo, logrando así un adecuado peso de encaste.

5.5. Comentarios finales

La suplementación con BF mejora de forma significativa la eficiencia de los sistemas productivos ovinos basados en pradera. En la ovejería de la Región de Aysén, su uso estratégico constituye una alternativa para intensificar la producción ovina, aumentando los kilos de carne producida por hectárea.

De acuerdo a los ensayos y experiencias evaluadas por INIA Tamel Aike, tanto las especies de raíz, como las de hoja, pueden ser incorporadas para su uso en periodos de verano, otoño o invierno. Además, se ha demostrado que es factible alcanzar ganancias de peso vivo sobre 200 g/día en corderos en crecimiento.

Estos resultados han permitido comprobar el potencial forrajero y la capacidad de adaptación de esta especie a las condiciones locales, así como el uso potencial para determinados procesos y sistemas productivos, como por ejemplo, la engorda de corderos que no alcanzan peso de faena.

Capítulo 6

Utilización de brásicas forrajeras con bovinos de carne en la Patagonia (Región de Aysén)

Christian Hepp y Camila Reyes

Los principales recursos para engordar ganado bovino de carne en Aysén, son la pradera naturalizada fertilizada y las praderas mixtas sembradas. En ambos casos es posible alcanzar buenos rendimientos de materia seca en primavera-verano, pero la producción está limitada a sólo 5-6 meses del año. En la otra mitad del año no se cuenta con recursos abundantes de pastoreo, debido a que las temperaturas descienden bajo los umbrales de crecimiento de las forrajeras tradicionales. Lo anterior exige que la crianza y engorda del ganado deba ajustarse a períodos fijos definidos por la curva de crecimiento de las praderas.

El ajuste de los sistemas productivos de engorda a las curvas de crecimiento de praderas implica una rigidez en cuanto a los períodos de terminación del ganado (marzo a mayo) y su salida al mercado. A fines del verano y comienzos del otoño, la tasa de crecimiento de la pradera es baja y se acerca el período en que ya cesará definitivamente. Si no se tiene recursos forrajeros rezagados o forraje conservado en cantidades suficientes para mantener animales en el predio, para esperar mejores precios o bien para esperar posibilidades de transporte hacia regiones del norte, se pierden posibilidades de negociación que afectan el resultado económico del sistema productivo.

Más aún, en estos sistemas basados en praderas estacionales, se produce en esos meses de otoño una mayor oferta de ganado, lo que implica muchas veces menores precios para los productores.

Para lograr engordar animales en períodos diferentes, manteniendo elevadas tasas de crecimiento en los animales, existen otras alternativas en la región de Aysén, las que han sido evaluadas por el INIA y con buenos resultados. Estas alternativas pueden adaptarse a los sistemas de engorda, pero generalmente requerirán de suelos arables.

Como se ha visto, las brásicas forrajeras (BF) son un grupo de cultivos con una buena adaptación a las condiciones agroclimáticas de la región de Aysén, desde las zonas templado-húmedas de la costa hasta el clima más frío y seco del sector oriental. En ese espectro de situaciones locales, es posible establecer estos cultivos, con diferentes potenciales productivos. En estos casos, las BF pueden suministrar forraje en aquellos momentos estratégicos en que los sistemas productivos no tienen disponibilidad suficiente de forraje en las praderas. Junto a ello, se debe agregar el alto valor nutritivo de estos cultivos, lo que permite lograr metas productivas en períodos en que antes no era posible.

Este grupo de cultivos incluye el nabo forrajero, la rutabaga, el raps forrajero, nabo de hoja y la col forrajera, por mencionar los principales. Algunas especies producen grandes raíces (tallos modificados), ricas en energía y alta digestibilidad, como los nabos y rutabagas, mientras que otros permiten un uso repetido, ya que rebrotan abundantemente, como el raps forrajero. Las hojas de estos cultivos son muy ricas en proteína y su utilización en pastoreo es muy elevada, pudiendo superar el 90 %, sobre todo si se usa con vacas. En engorda de novillos se recomendará usos menos intensos, pero los residuos pueden ser utilizados por animales de menores requerimientos, como las vacas.

Una característica importante de estos cultivos es que permiten aumentar la flexibilidad del sistema productivo, al ofrecer alternativas de pastoreo directo en diferentes épocas del año, pero especialmente en verano (raps), otoño (raps y nabo) e invierno (nabo y rutabaga) (Figura 6.1).

En este capítulo se exponen las principales experiencias con el uso de BF en sistemas bovinos de carne en la Región de Aysén, centrados en aspectos de producción forrajera y resultados de producción animal.



Figura 6.1. Cultivo de nabos forrajeros en Valle Simpson, Zona Intermedia, región de Aysén.

6.1. Uso de brásicas de raíz en sistemas de bovinos de carne

Las BF se pueden dividir básicamente en dos grupos: las BF de hoja y las BF de raíz. En las primeras, se utilizan las hojas y tallos de las plantas como forraje para el ganado, mientras que las raíces permanecen en el suelo. Generalmente permiten más de un pastoreo, ya que se produce rebrote desde yemas axilares remanentes en la parte baja del tallo. Es el caso, por ejemplo, del raps forrajero. Por otra parte, en las BF de raíz se utiliza la planta completa en la alimentación del ganado, por lo que habitualmente no es posible el rebrote, salvo que queden órganos residuales en el suelo y se puede producir rebrote desde yemas de la zona de nacimiento del tallo.

En las BF de raíz, se consumen las hojas, tallos y raíces (Figura 6.2), las que habitualmente son cosechadas en forma directa por los animales a través del pastoreo. Esta utilización será más eficiente si se controla mediante cerco eléctrico. Ejemplos de estas BF son los nabos forrajeros y rutabagas.



Figura 6.2. Planta de nabo forrajero. Se aprecia el desarrollo de las hojas y el tallo engrosado con la raíz en su base.

Las “raíces” que consume el ganado se desarrollan desde tejidos del tallo de la planta, zona que se engrosa significativamente, conformando un órgano voluminoso de reserva, que constituye una parte sustancial del rendimiento total del cultivo. La raíz verdadera se encuentra a continuación y puede o no ser consumida, lo que dependerá del tipo de suelo, el tipo de animal que pastorea y la facilidad para extraerla desde el terreno. En algunas variedades, estos tallos engrosados (que en esta publicación se denominan como “raíces”) están parcialmente fuera del suelo y se tornan de coloración rojiza o púrpura al verse expuestos al sol (Figuras 6.2 y 6.3).



Figura 6.3. Planta de nabo forrajero (variedad Rival). Se aprecia el tallo engrosado con una alta proporción sobre la superficie del suelo, que adquiere la coloración característica.

Las primeras experiencias en Aysén, con utilización de BF, por parte de animales en pastoreo datan de 2008, habiéndose probado previamente diferentes especies y variedades a nivel de parcelas experimentales, para conocer su adaptación, crecimiento y rendimiento.

Como se ha señalado, una de las primeras aplicaciones estratégicas de las BF en sistemas bovinos, fue pensada para extender el período de engorda de novillos en otoño e invierno, rompiendo así la estacionalidad productiva y permitiendo llegar a pesos de faena a aquellos animales que no logran estos pesos de terminación en la época tradicional.

Para ello, uno de los primeros experimentos desarrollados en la región de Aysén, permitió establecer nabo forrajero variedad Green Globe, para evaluar el consumo de esta BF por novillos de engorda. Se utilizaron dietas con dos niveles de inclusión de nabo a pastoreo y con o sin uso adicional de grano de avena, un suplemento tradicional de la zona. Este trabajo se realizó en el sector de Valle Simson, en la Zona Intermedia de Aysén.

Con un cultivo sembrado a inicios de noviembre, se programó su utilización entre el 18 de mayo y 28 de julio del año siguiente (71 días), utilizando novillos híbridos Aberdeen Angus x Hereford, con peso promedio inicial de 362 kg. Estos animales tenían una edad de entre 18-19 meses y no habían logrado el peso de faena en mayo. El cultivo se sembró el 14 de noviembre (3 kg/ha) y se fertilizó con N-P-S (100-60-50).

Los novillos se asignaron a tres grupos, según dieta: a) Nabo forrajero restringido (Nb50) con una franja diaria de pastoreo + heno de alfalfa (5,6 kg/d); b) nabo forrajero de libre disposición (Nb50A) con doble franja de pastoreo + heno de alfalfa (2,8 kg/d); y c) nabo restringido (Nb75) (franja de pastoreo) + heno (5,6 kg) + 1,5 kg grano de avena. El pastoreo se controló mediante cerco eléctrico. En los tratamientos restringidos se esperaba un 50 % del consumo en base a nabo forrajero y en el tratamiento de libre disposición se presumía cercano a 75% de la dieta.

El valor nutritivo de los forrajes utilizados se indica en el cuadro 6.1, destacando el mayor valor energético del nabo forrajero y su alta digestibilidad. La raíz de nabo forrajero superaba el 41% de carbohidratos solubles en su composición. En la Figura 6.4 se muestra la evolución de los pesos vivos de los novillos en los diferentes grupos experimentales. Los tratamientos Nb75 y Nb50A superaron significativamente las tasas de crecimiento respecto a Nb50, ya a partir del primer mes y estas diferencias se fueron acentuando hacia el final del período de pastoreo. Los dos primeros grupos tuvieron pesos finales (julio) de 450 y 438 kg, respectivamente, mientras que Nb50 sólo llegó a 409 kg en promedio. Las ganancias de peso vivo fueron de 1.250; 1.040 y 730 g/d, para Nb75, Nb50A y Nb50, respectivamente.

Cuadro 6.1 Valor nutritivo de nabo forrajero, heno de alfalfa y grano de avena utilizado en experimento. INIA Tamel Aike, Valle Simpson, Región de Aysén.

	Energía metabolizable (Mcal/kg)	Proteína Cruda (%)	Igestibilidad in vitro(%)
Nabo (raíz)	2,97	10,5	93,1
Heno alfalfa	2,32	14,3	72,7
Avena (grano)	2,61	11,5	73,8

Las mayores respuestas animales se sustentaron en parte en la menor limitación de acceso a nabos, lo que se refleja en los menores niveles de utilización (residuos mayores al final del día), como se observa a continuación.

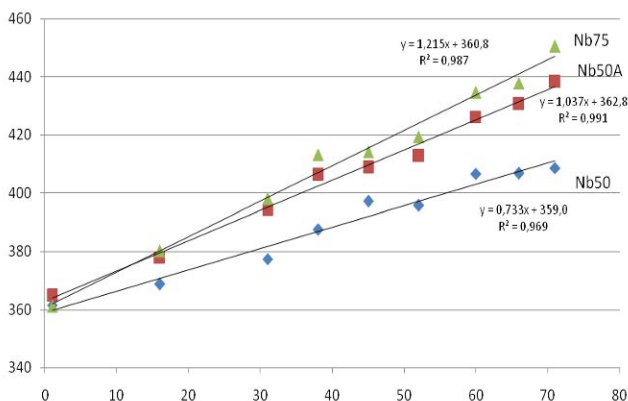


Figura 6.4. Evolución del peso vivo de novillos con tres dietas diferentes en base a nabo forrajero, con diferentes niveles de inclusión en la dieta (días desde 18 de mayo).

La Figura 6.5 muestra la disponibilidad y consumo efectivo de nabo forrajero, en sus componentes de hojas y raíces. Se aprecia que las hojas y raíces son consumidas en una alta proporción en el grupo con nabo restringido (Nb50), con casi 95 % de utilización total. En el grupo donde se agregó grano de avena, las hojas fueron consumidas también en cerca de 95 %, pero las raíces en un 80 %. En el grupo Nb75 las hojas fueron consumidas en un 80 %, mientras que las raíces sólo en 51 %, quedando residuos a nivel de campo luego del pastoreo, lo que refleja que el nabo estaba a libre disposición.

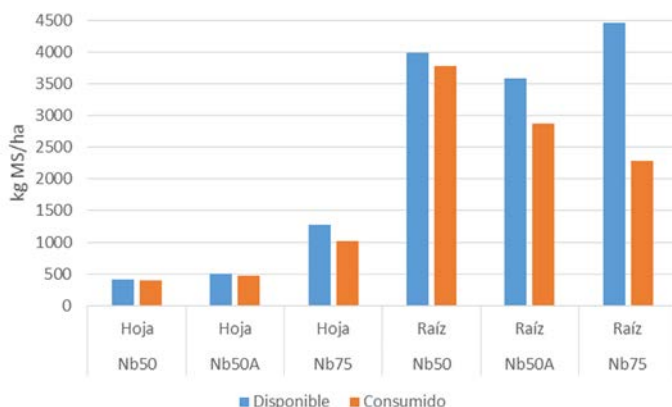


Figura 6.5. Disponibilidad de materia seca de hojas y raíces de nabo forrajero en cada grupo experimental.

En cuanto a la dieta diaria, el consumo de nabos fue el 40 % de la dieta en Nb50 y un 71 % de ésta en Nb75. En Nb50A los animales tendieron a reemplazar parte del nabo forrajero por el grano de avena, y así el nabo pasó a ser sólo el 28 % de la dieta. Los tres grupos tuvieron consumos totales similares de entre 9,4–9,9 kg MS/d, adecuado para estos animales en crecimiento (Figura 6.6).

Cuadro 6.2. Consumo de materia seca (kg MS/d) de los diferentes componentes de la dieta de los novillos.

Tratamiento	Consumo (kg/MS/d)					% pastoreo nabo en dieta
	Nabos	Heno	Avena	Otros	Total	
Nb50	3,3	5,6	-	0,5	9,4	40 %
Nb50A	2,3	5,6	1,5	0,5	9,9	28 %
Nb75	5,2	2,8	-	1,5	9,5	71 %



Figura 6.6. Pastoreo de nabo forrajero con novillos, con diferentes niveles de inclusión en la dieta. INIA Tamel Aike, Valle Simpson, región de Aysén.

El uso de BF en otoño-invierno permite continuar con altas tasas de crecimiento en una época en que ello no es posible con praderas. De esa forma, es factible lograr pesos de faenamiento en meses no habituales, donde además los precios son más elevados, mejorando muchas veces la rentabilidad final.

En otra experiencia se evaluó el uso de nabo forrajero (Green Globe y Rival) y rutabaga (Dominion) en la recría de terneros en invierno durante dos meses en invierno, entre el 22 de junio y el 19 de agosto. La siembra se realizó el 15 de noviembre del año anterior y se fertilizó con N-P-K-S con 100-80-50-50, en la forma de urea, superfosfato normal y muriato de potasio, además de 30 kg/ha de boronatrocalcita para prevenir deficiencias de boro en este cultivo (Figura 6.7).



Figura 6.7. Pastoreo de brásicas forrajeras de raíz con novillos durante el invierno y repaso con vacas para aumentar el porcentaje de utilización final del cultivo.

El cultivo presentó algunas áreas con infestación de malezas, específicamente “yuyo”, al pertenecer a la misma familia botánica que las BF. No obstante, esta maleza es igualmente consumida por el ganado, así que se consideró como parte de la oferta forrajera.

Los terneros eran híbridos Hereford x Aberdeen Angus, con un peso inicial promedio de 235 kg. Los animales tuvieron un período de acostumbramiento al alimento y ambiente por 20 días, previo al inicio del experimento. El período de acostumbramiento es importante, para ajustar la flora ruminal de los animales. Asimismo, en el caso de animales no acostumbrados a consumir BF, es necesario dar un tiempo para que se familiaricen con este alimento. Durante los primeros días, los animales tienden a rechazar el cultivo y prefieren comer pasto o incluso malezas en los márgenes del potrero. Sin embargo, en forma gradual van seleccionando el cultivo, el cual luego consumen normalmente a los pocos días. El pastoreo se realizó con franjas de avance diario, controladas por cerco eléctrico móvil.

El consumo de BF estuvo en el rango de 50-60 % de la dieta diaria, existiendo además disponibilidad de heno de alfalfa como componente de fibra efectiva. Los animales consumieron las BF en un sistema de pastoreo en franjas durante 58 días. El establecimiento de los cultivos fue regular, lo que probablemente impidió un mejor desempeño productivo de los animales. Las ganancias de peso fueron de entre 400-500 g/d en nabo Green Globe y rutabaga, mientras que en el nabo Rival sólo llegaron a 270 g/d (Figura 6.8). Observaciones en terreno han indicado también que los animales de mayor tamaño (novillos, vaquillas, vacas) hacen mejor uso de las raíces de las brásicas forrajeras, en comparación a terneros o terneras.

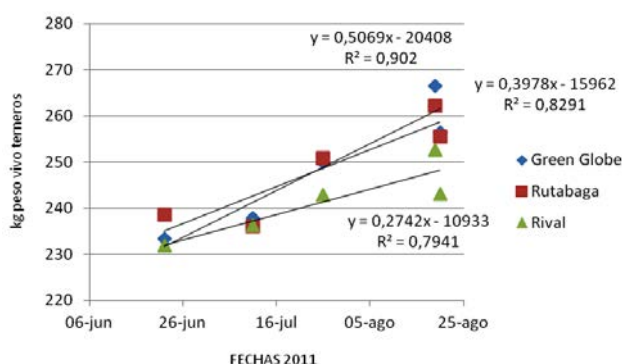


Figura 6.8. Evolución del peso vivo de terneros con tres alternativas de brásicas forrajeras de raíz en pastoreo invernal durante la recría post destete. INIA Tamel Aike, Valle Simpson.

En forma paralela, con los mismos tres cultivos se realizó una comparación con novillos a pastoreo en el mismo período. Se utilizaron 24 novillos híbridos Hereford x Aberdeen Angus, con pesos promedio de 407 kg al inicio de la engorda invernal. Los novillos alimentados con nabo Green Globe lograron las mayores tasas de crecimiento, con un promedio de 845 g/d en pleno invierno. En el caso de los animales consumiendo rutabaga, se obtuvo ganancias de peso de 586 g/d, mientras que con nabo forrajero Rival fue de 638 g/d (Figura 6.9). Los animales se suplementaron además con heno, para complementar los niveles de fibra de la dieta. El heno disponible fue de regular calidad, lo que puede haber afectado y limitado las tasas de crecimiento. La proporción de la dieta con brásicas superó el 60 %.

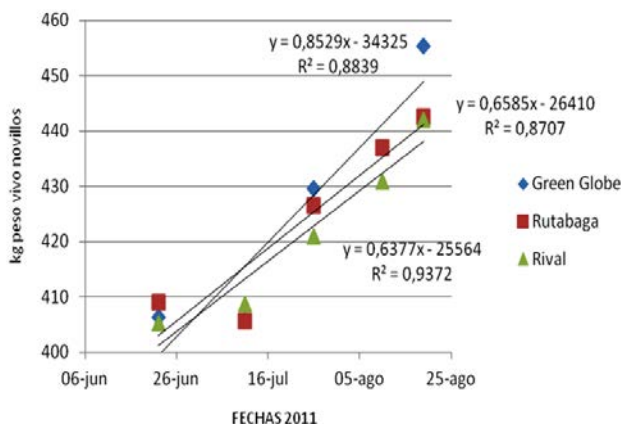


Figura 6.9. Evolución del peso vivo de novillos y ganancia de peso observada con tres alternativas de brásicas forrajeras en pastoreo invernal. INIA Tamel Aike, Valle Simpson.

Ganancias de peso de sobre 800 g/d en novillos, son adecuadas para sistemas de engorda invernal y permiten manejar las estrategias de salida al mercado del ganado en forma más cómoda y planificada. En terneros se observaron ganancias diarias de sobre 500 g/d, lo que permite criar los animales y lograr pesos de salida de invierno mayores. Esto permite programar recrias a pastoreo con término anticipado al lograrse antes el objetivo de peso de faena.

Las BF de raíz, específicamente nabos forrajeros (Figura 6.10) y rutabagas, han demostrado ser una fuente importante en calidad y valor nutritivo para ser consumida por bovinos en crecimiento. Su uso estratégico invernal debe ser evaluado con diferentes categorías animales, para conocer las posibilidades de uso por parte del sector productivo y evaluar las metas productivas que son factibles de lograr en condiciones de campo en la Patagonia en el período de invierno.



Figura 6.10. Nabo forrajero como recurso de pastoreo en recría invernal de bovinos.

Se realizó otro trabajo para evaluar especies de BF de hoja y de raíz, con una engorda de novillos a pastoreo durante el verano y otoño. Se utilizaron cinco cultivos que fueron pastoreados entre enero y junio. El consumo principal de los animales consistió de BF, ya que el forraje fibroso consumido (heno disponible) fue muy bajo. Los animales recibían diariamente una franja fresca de BF para consumir, y su ancho era regulado de acuerdo al consumo observado. El material sobrante era consumido posteriormente por otra categoría de animales adultos (vacas).

En la Figura 6.11 se muestra la evolución del peso vivo de los animales desde el verano hasta fines de otoño (junio). El crecimiento fue similar (y lineal) en todos los casos durante el período experimental. Las tasas de crecimiento promedio del período fluctuaron desde 837 g/d en rutabaga hasta 961 g/d con nabo Green Globe.

Estas tasas de crecimiento son perfectamente compatibles con objetivos de engorda de bovinos de carne en verano-otoño. En todo caso, las tasas de crecimiento pueden ser superiores con mejores condiciones de cultivos. En este caso particular, los cultivos estaban en algunos casos parcialmente vernalizados (con emisión de tallo floral) y su calidad probablemente no era óptima.

Durante el verano es muy difícil mantener tasas de crecimiento de este tipo con praderas, ya que habitualmente se afectan por problemas de déficit hídrico estival, con menor disponibilidad y declinación del valor nutritivo. Por ello, las BF son una alternativa estratégica importante en sistemas con animales en crecimiento.

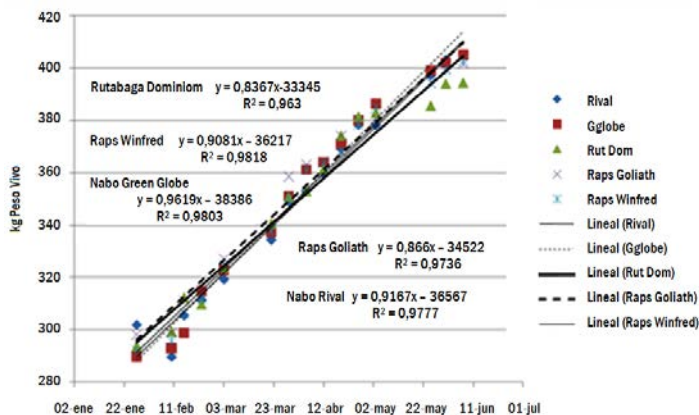


Figura 6.11. Evolución del peso vivo de novillos pastoreando diferentes BF durante el período verano-otoño, en la zona Intermedia de Aysén (Tamel Aike).

En este experimento se midieron los niveles de utilización de los diferentes cultivos durante el proceso de pastoreo (Cuadro 6.3). En general, el consumo de hojas fue bastante completo, con niveles de sobre 90 % en ambos nabos forrajeros (Green Globe y Rival) y en el raps Goliath. En el caso de la rutabaga y del raps Winfred, fue algo inferior, cercano al 80 % de utilización (es decir, residuos de 20 % en hojas).

En el caso de raíces, la utilización promedio de los cultivos fue muy inferior, desde 62 % en nabo Green Globe, 47 % en nabo Rival y 43 % en rutabaga Dominion. En algunos casos, los bajos niveles de utilización se ligan a la presencia de plantas vernalizadas, donde la presencia del tallo floral hace bajar significativamente la palatabilidad del cultivo y aumenta la dificultad de consumo.

Cuadro 6.3. Utilización promedio: 100- (residuo/disponibilidad) de cinco brásicas forrajeras manejadas en pastoreo con novillos durante el periodo verano-otoño, en la Zona Intermedia de Aysén (INIA Tamel Aike).

	Utilización promedio del cultivo				
	Rutabaga Dominion	Nabo Green Globe	Raps Goliath	Nabo Rival	Raps Winfred
Hojas	79 %	95 %	91 %	96 %	82 %
Tallo o raíz	43 %	62 %	31 %	47 %	32 %
Total Planta	55 %	80 %	49 %	72 %	53 %

La utilización promedio del cultivo fue de entre 70 y 80 % en el caso de los nabos forrajeros, de 50-55 % en rutabaga y raps. En este sentido, es importante mencionar que en engordas de novillos no es conveniente llegar a niveles de utilización demasiado altos en tallos y raíces, sobre todo si no hay otros suplementos alimenticios, ya que se resiente la tasa de crecimiento. Los residuos que quedan en el potrero pueden ser luego aprovechados en pastoreo con vacas y se logra así consumir sobre el 95 % del recurso forrajero presente, como ocurrió también en esta ocasión. El suelo queda posteriormente descubierto y apropiado para un siguiente cultivo o establecimiento de pradera. De esta forma, las BF son interesantes como cultivos de cabeza de rotación.

6.2. Uso de raps forrajero en alimentación de bovinos de carne

Junto con la introducción de BF de raíz, particularmente nabo forrajero y rutabaga, se realizaron experiencias de adaptación, crecimiento y desarrollo de raps forrajero. A diferencia de las BF de raíz, esta especie no desarrolla esos tallos engrosados en la base. Los órganos que consumen los animales son las hojas y los tallos, los que presentan alta palatabilidad para el ganado bovino, una vez que éste se acostumbra a su consumo.

De acuerdo a lo detallado en capítulos anteriores, el raps forrajero ha tenido una muy buena adaptación a las condiciones regionales, presentando altos

rendimientos y valor nutritivo. También se ha mostrado cómo esta especie puede suplementar forraje de pastoreo, de alta calidad, en períodos en que la pradera no lo puede hacer, ya sea por la depresión de crecimiento del verano o el receso de otoño e invierno.

Por ello, el raps forrajero se ha transformado en un cultivo estratégico, de alta flexibilidad en su uso, según los requerimientos de los sistemas productivos. Para lograr esto, es importante sincronizar las fechas de siembra, de acuerdo a las fechas de utilización planificadas. Este cultivo tiene la capacidad de rebrotar, por lo que fácilmente puede otorgar dos o más pastoreos durante su período de desarrollo.

A continuación, se entregan resultados de experiencias de utilización de raps forrajero en la región de Aysén, que pueden ser aplicadas a sistemas de producción de bovinos de carne.

Con el objetivo de disponer de recursos forrajeros de pastoreo de alta calidad en verano y otoño se evaluó el crecimiento de novillos durante dicho período, en un cultivo de dos variedades de raps forrajero (Goliath y Winfred). Se utilizaron 4 kg de semilla/ha y se fertilizó con N-P-K-S (100-100- 50-50) y aplicación de 30 kg/ha de boronatrocalcita. Los cultivos fueron sembrados a fines de noviembre y se utilizaron en dos períodos, siendo éstos del 28 de febrero a 28 de marzo y luego entre el 2 de mayo y el 6 de junio (rebrote). Se pastoreó con novillos de aproximadamente 300 kg de peso vivo inicial. Los animales recibieron también suplementación de heno de alfalfa durante los períodos de pastoreo.

La utilización de raps se realizó con una franja diaria de pastoreo, con avance con cerco eléctrico móvil. La disponibilidad promedio durante el primer período de pastoreo fue de 4,5 t MS/ha para la variedad Winfred y de casi 6 t MS/ha para el raps Goliath. Durante el segundo período, la disponibilidad promedio fue de 1,3 t MS/ha para Winfred y de 2,6 t MS/ha en Goliath. Las franjas se ajustaron para que los dos grupos tuvieran disponibilidades totales diarias similares. La utilización promedio del cultivo fue de 84 % y 77 % en el primer período de pastoreo, y de 62 % y 71 % en el segundo, para Winfred y Goliath, respectivamente.

Los novillos tuvieron ganancias promedios de peso de 1,02 kg/d en raps Winfred y de 1,05 kg/d en raps Goliath, con una curva de crecimiento muy similar en ambos casos. Los pesos de finalización se acercaron a los 440 kg con los dos cultivos de raps forrajero (Figuras 6.12 y 6.13).

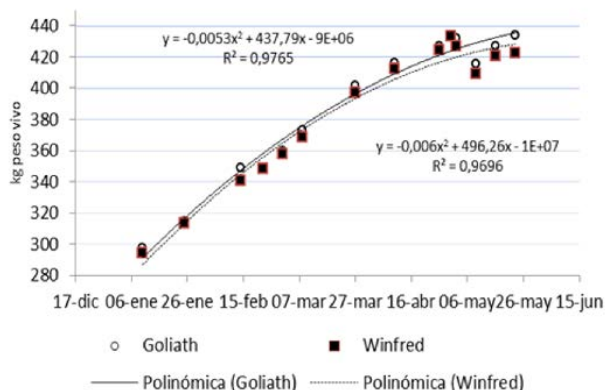


Figura 6.12. Curva de crecimiento de novillos pastoreando raps Winfred y Goliath. Valle Simpson, Zona Intermedia de Aysén.



Figura 6.13. Novillos Hereford pastoreando raps forrajero.

En los sistemas de crianza bovina, una vez destetados los terneros en otoño, se procede a su venta y consiguiente descarga del predio. Sin embargo, los sistemas productivos que trabajan con un ciclo completo, deben definir los criterios para la recría de estos terneros y terneras. Debe tenerse en cuenta que la recría normalmente enfrentará el inicio del invierno, período en que existe fuerte dependencia de los forrajes conservados en la mayoría de los casos.

Dependiendo de las características y potencial de cada predio, las definiciones de cómo enfrentar la recría serán diferentes. También influirán los objetivos productivos. Por ejemplo, para lograr finalizar novillos en forma precoz, se debiera lograr ganancias de peso medias a altas durante la recría. En otros casos, se preferirá mantener tasas de crecimiento más conservadoras y aprovechar el crecimiento compensatorio durante el período de abundancia de primavera. Asimismo, si el objetivo es lograr pesos de encaste en las terneras hacia fines de año, con una edad aproximada de 15 meses, también se tendrá que apuntar a ganancias de peso altas durante el período de recría invernal.

Algunos de los principales recursos forrajeros conservados para enfrentar una recría invernal en la Zona Intermedia de Aysén son, por ejemplo, el heno o ensilaje de praderas mixtas, el heno o henilaje de alfalfa y el heno o ensilaje de cereales, particularmente avena y cebada. A estos forrajes se agrega el raps forrajero, como cultivo de pastoreo para el período de otoño-invierno.

En una experiencia realizada en esta zona, se compararon diferentes fuentes forrajeras: Silo-pack de avena (grano pastoso); silo-pack de cebada (grano pastoso); silo pack de alfalfa pre-marchito; heno de alfalfa; y rebrote de raps forrajero (con franja de asignación diaria) + 2 kg heno de alfalfa. El raps correspondió a la variedad Goliath, sembrada en la primavera anterior y con un pastoreo previo durante el mes de febrero. Durante 83 días se alimentaron terneros híbridos Hereford x Aberdeen Angus entre julio y septiembre, con un peso vivo inicial promedio de 244 kg. El Cuadro 6.4 muestra los diferentes valores nutritivos de los forrajes utilizados, lo que también tiene una relación directa con las respuestas animales observadas.

Cuadro 6.4. Valor nutritivo de forrajes utilizados en recría invernal de terneros en la Zona Intermedia de la Región de Aysén. BCB: bolo de cebada; BAV: bolo de avena; HAL: heno de alfalfa (fardo); BAL: bolo henilaje de alfalfa; *silo-pack; #raps pastoreo en franja.

Tratamiento	% M.S.	pH	NH ₃ /N	% P.C.	% FDN	% DIV	EM Mcal/kg
BCB*	38	4,7	2,7	8,2	64,7	61,6	2,07
BAV*	34,1	4,5	1,5,7	6,7	59,5	67,5	2,29
HAL*	82,8			14,5	53,6	68,9	2,25
BAL*	50,3	5,4	2,6	13	46,7	70,4	2,28
RP hoja#	12,4			27,6	14	96,1	3,02
RP tallo#	13,2			14,3	35,9	83,2	2,61

En el mismo cuadro se puede apreciar que el raps forrajero destaca en valor nutritivo al compararse con los otros forrajes, tanto en niveles de proteína cruda, como en energía metabolizable y digestibilidad. También presenta bajos niveles de materia seca y FDN, lo que es habitual, y que se regula con el heno incluido en la dieta.

El Cuadro 6.5 muestra los resultados en los animales sometidos a las diferentes dietas durante la recría. Con pesos iniciales (julio) similares, se aprecian diferencias muy grandes en los pesos finales (septiembre) entre los grupos.

Los terneros alimentados con raps forrajero ganaron entre 3-5 veces más kilos que aquellos alimentados con ensilaje de cereales y entre 20-40 % más que aquellos alimentados con alfalfa (aunque no logró diferenciarse estadísticamente en este caso). De todas formas, el grupo alimentado con raps destaca con una ganancia de peso diario superior al resto de los grupos, logrando 1,17 kg/d en pleno invierno, en condiciones de pastoreo, a la intemperie, lo que es muy destacable.

Cuadro 6.5. Peso vivo inicial, final y ganancia de peso de terneros en recría, alimentados con diferentes fuentes forrajeras (letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas).

Tratamiento	PV inicial (kg)	PV final (kg)	kilos ganados	GPV (kg/d)
Bolo cebada	244,4 a	265,3b	20,9	0,251 c
Bolo avena	243,1 a	272,7 b	32,6	0,392 c
Heno alfalfa	243,6 a	311 ab	67,4	0,812 b
Bolo alfalfa	243,9 a	323,3 a	80,4	0,969 ab
Raps pastoreo	245,7 a	342,1 a	97,4	1,174 a

La Figura 6.14 muestra cómo evolucionaron los pesos de los terneros durante el período de recría. Se aprecia que el grupo que pastoreaba una franja diaria de raps forrajero, comienza a diferenciarse del resto aproximadamente a partir del día 40 de la recría. Desde ahí aumenta su tasa de crecimiento y se diferencia claramente de los demás grupos experimentales.

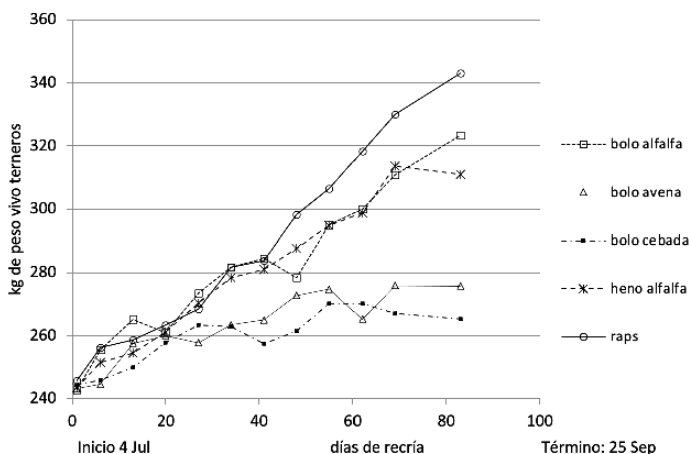


Figura 6.14. Evolución de pesos vivos de terneros en recría invernal, entre julio y septiembre, utilizando cinco diferentes fuentes forrajeras. Valle Simpson. Zona Intermedia, Región de Aysén.

Queda de manifiesto la importancia que tiene el lograr adecuados niveles de valor nutritivo en los forrajes conservados (Figura 6.15). En los cereales utilizados en este experimento, se privilegió el rendimiento final de cosecha (cantidad), con lo que se vio afectado el valor proteico y energético del forraje. Este bajo valor nutritivo no permitió las ganancias de peso necesarias para sistemas más intensivos de recría de terneros. Por otra parte, la incorporación de raps forrajero permitió optar a ganancias de peso superiores a las obtenidas con alfalfa, debido a su valor de energía y proteína (Figura 6.16).



Figura 6.15. Uso de forrajes conservados en alimentación invernal. Valle Simpson, Zona Intermedia de Aysén.



Figura 6.16. Raps forrajero para pastoreo invernal en un sistema de recría. Rebrote de una utilización de verano (disponible para 2º pastoreo). Valle Simpson, Zona Intermedia de Aysén.

Durante el período de recría hubo varios eventos de nieve intensa (Figura 6.17), pero el cultivo de raps resistió adecuadamente, lo que refleja la alta adaptación de este cultivo a las condiciones patagónicas.

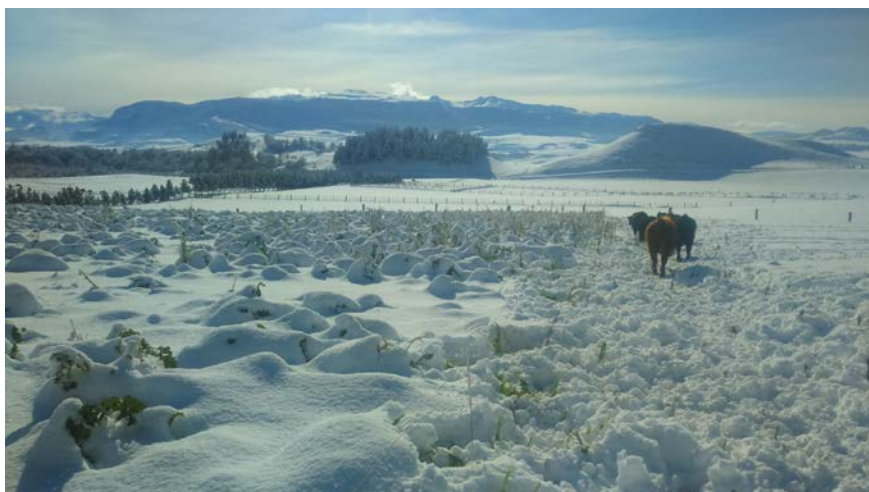


Figura 6.17. Raps forrajero luego de un evento de nieve en experimento de pastoreo. Valle Simpson, Zona Intermedia, Región de Aysén.

Se ha demostrado que en las condiciones regionales, el cultivo de raps forrajero puede mantenerse durante el invierno, incluso con condiciones extremas de nieve. Ello hizo que se probara si era posible mantener un cultivo de raps en pie, de modo de poder utilizarlo en primavera, antes del inicio de crecimiento de las praderas.

El experimento estuvo ubicado en el sector de Valle Simpson, en un sector alto (500 msnm), con un cultivo de raps forrajero variedad Goliath, el que fue sembrado muy tardíamente el 26 de enero. Luego de un buen establecimiento del cultivo, se mantuvo en estado vegetativo durante el otoño. Parte del cultivo fue pastoreado en otoño con novillos, lo que fue interrumpido por una fuerte caída de nieve en julio (120 cm), que aplastó completamente el cultivo. En septiembre comenzó a rebrotar y se recuperó en octubre, lo que permitió iniciar el ciclo de pastoreo de primavera.

Se comparó un sistema de avance diario con cerco eléctrico, con otro de avance semanal, con una superficie de pastoreo total similar. Se utilizaron terneras Aberdeen Angus, las que además fueron suplementadas con heno de alfalfa *ad libitum*. El pastoreo se extendió por cinco semanas, hasta inicios de diciembre.

Con una disponibilidad inicial similar de raps para ambos tratamientos (6,2 t MS/ha), equivalente a 2,5 kg MS raps/cabeza/d. En este caso, el raps representó un suplemento verde a la dieta de las terneras, la que se basó en el heno de alfalfa. Las terneras con avance diario consumieron menos heno que las de cambio semanal (6 vs 7,4 kg MS/d) y tuvieron una utilización más completa del cultivo (92 % vs 78 %), con menos daño de pisoteo en general. Las terneras tuvieron pesos finales similares, aunque las ganancias de peso tendieron a ser algo superiores en el grupo de avance semanal (1,15 vs 1,04 kg/d), sin diferencias significativas.

Otra aplicación del raps forrajero en sistemas productivos bovinos, es para la alimentación de ganado en crecimiento durante el período estival. Por ejemplo, en terneras que fueron seleccionadas para ser encastadas a temprana edad (15 meses), es muy importante contar con una buena alimentación, que asegure que durante el encaste y posterior inicio de preñez, la hembra continúe creciendo adecuadamente. Una buena crianza en ese período permitirá que la vaquilla preñada llegue con un peso adecuado al parto y no vea comprometida su vida productiva y reproductiva posterior.

Si se planifica adecuadamente la fecha de siembra (fines de octubre o inicios de noviembre), el raps forrajero permite realizar un pastoreo en verano, generalmente después de la primera quincena de enero, en las condiciones de la Zona Intermedia de Aysén. En esta zona, muy frecuentemente hay períodos de déficit hídrico estival, que reducen significativamente la disponibilidad de forraje de las praderas, como también su valor nutritivo. En esa época resulta importante tener forraje de buena calidad y en cantidad suficiente como para sustentar el crecimiento de estos animales en crecimiento, los que además están gestando.

Con ese fin, se evaluó el crecimiento de terneras de 15 meses, sometidas a encaste en el mes de diciembre y con pastoreo de pradera mixta de ballica perenne y trébol blanco hasta mediados de enero, para luego iniciar pastoreo de raps forrajero hasta fines de febrero. El cultivo se pastoreó mediante una franja de avance diario, en que las vaquillas consumían el raps delimitadas por un cerco eléctrico móvil. El resto de la dieta fue heno de alfalfa de buena calidad como aporte de fibra efectiva, el que estaba a libre disposición. Contaban con agua disponible y sales minerales.

El Cuadro 6.6 resume la disponibilidad y utilización del forraje de pastoreo. La disponibilidad promedio total fue de 3,4 t MS/ha durante el período de pastoreo, que duró aproximadamente 30 días. Los animales tuvieron un período de acostumbramiento previo de 1 semana. El raps forrajero representaba en promedio el 64 % del forraje verde disponible, mientras que el resto estaba compuesto de gramíneas y especies malezas, especialmente diente de león y otras especies malezas de hoja ancha. La utilización promedio en raps fue de 67 %, algo superior en hojas (70 %) que en tallos (63 %). La utilización promedio del cultivo forrajero y especies acompañantes fue de 69 %.

Cuadro 6.6. Disponibilidad, residuo y utilización de raps forrajero utilizado por terneras en pastoreo durante el verano. INIA Tamel Aike, Valle Simpson, Región de Aysén.

		Hojas	Tallos	Total raps	Gram	Malezas	Total
Disponibilidad	kg MS/ha	1.730	1.754	3.484	514	1.430	5.428
Residuo	kg MS/ha	511	656	1.166	83	463	1.712
Consumo aparente	kg MS/ha	1.219	1.098	2.317	431	967	3.716
Utilización	%	70,5	62,6	66,5 %	83,9 %	67,6 %	68,5

En la Figura 6.18 se observa que las vaquillas venían con una tasa de crecimiento de 770 g/d en la pradera, pero al cambiarse a pastorear un cultivo de raps forrajero su tasa se duplicó, alcanzando en promedio los 1.550 g/d.



Figura 6.18. Engorda de terneras encastadas a los 15 meses (diciembre) para mantener elevadas tasas de crecimiento (kg peso vivo/d) durante el verano. Combina pastoreo de praderas, raps forrajero (variedad Goliath) y trigo vegetativo. Valle Simpson, Región de Aysén.

Otro aspecto que se ha evaluado es el uso de raps forrajero en la fase de terminación de novillos gordos destinados a mercado. En la Zona Intermedia de Aysén, los novillos que han llegado a la última fase de su engorda a principios de otoño se encuentran habitualmente con praderas que están en franca declinación en disponibilidad y valor nutritivo. Ello obliga a que los productores deban comercializar rápidamente su ganado, cuando no se tienen recursos forrajeros adecuados para mantenerlos en el predio a la espera de mejores condiciones de comercialización y/o transporte.

Los novillos, que muchas veces han estado pastoreando praderas naturalizadas fertilizadas (PNF) de buen valor nutritivo, logran elevadas tasas de crecimiento (superiores a 1,5 kg/d). Sin embargo, hacia fines de verano pueden producirse caídas en la cantidad y calidad del forraje, que pueden poner en riesgo la finalización oportuna de los animales. Con el objetivo de evaluar recursos de finalización de novillos en otoño, se probaron dos recursos disponibles como alfalfa de pastoreo y raps forrajero, desde inicios de febrero, hasta mediados de marzo.

En este caso particular, se trató de ver si era posible uniformar el lote de venta de novillos, dando una alimentación preferencial a través del cultivo de raps a aquellos de menor peso (PNF+raps), mientras los más pesados pasaron a pastoreo de rebrote de alfalfa (PNF+alfalfa). Tanto la alfalfa como el raps fueron pastoreados en franjas de movimiento diario según disponibilidad. Los animales pastoreando raps forrajero tuvieron heno disponible para equilibrar deficiencias de fibra efectiva. Los novillos eran híbridos de razas de carne (Aberdeen Angus x Hereford).

El Cuadro 6.7 muestra la disponibilidad de raps forrajero y especies acompañantes. Debe considerarse que este es un rebrote de verano, producto de una utilización anterior. Las disponibilidades de raps forrajero no fueron muy elevadas, existiendo además una gran variabilidad en el potrero, desde algo más de 1.000 kg MS/ha hasta 3.000 kg MS/ha, dependiendo del sector. Además del raps igualmente existían malezas y gramíneas acompañantes, con lo que la disponibilidad total fluctuó entre casi 1.900 kg MS/ha hasta 4.300 kg MS/ha. Con todo, la utilización del forraje fue muy alta, con bajos residuos y un aprovechamiento de entre 82-95 % del forraje disponible.

Cuadro 6.7. Disponibilidad de materia seca (kg MS/ha) en potrero de raps forrajero y eficiencia de utilización a pastoreo, por novillos en etapa de finalización a fines de verano.

Fecha	02 feb	07 feb	15 feb	22 feb	01 mar	09 mar	16 mar
MS Raps	1032	1138	1331	2002	2699	3026	1430
MS resto	839	819	1738	2236	1161	598	410
MS total	1871	1956	3069	4237	3861	36624	1840
MS residuo	332	307	198	207	177	183	212
% utilización	82 %	84 %	94 %	95 %	95 %	95 %	88 %

La Figura 6.18 muestra las curvas de crecimiento de los novillos en los grupos PNF+raps y PNF+alfalfa, incluyendo la etapa en pradera naturalizada y posterior cambio a raps o alfalfa. Luego de la recría invernal, los novillos ingresaron a la pradera naturalizada fertilizada con promedios de peso vivo de 293 kg (grupo que iría a raps, con peso inicial más bajo) y 319 kg (grupo que iría a alfalfa posteriormente, con mayor peso vivo). A fines de enero, al terminar su pastoreo en PNF (día 127), los pesos vivos eran de 425 kg y 457 kg, respectivamente. Las ganancias de peso promedio desde el peso inicial en septiembre hasta fines de enero (127 d) fueron similares, con 1.039 g/d en el primer grupo y de 1.087 g/d en el segundo. Sin embargo, en el período de febrero hasta mediados de marzo (63 d), las ganancias de peso vivo fueron de 1.438 g/d en raps forrajero y de 1.146 g/d en alfalfa, con un peso final similar de 495 y 513 kg, respectivamente.

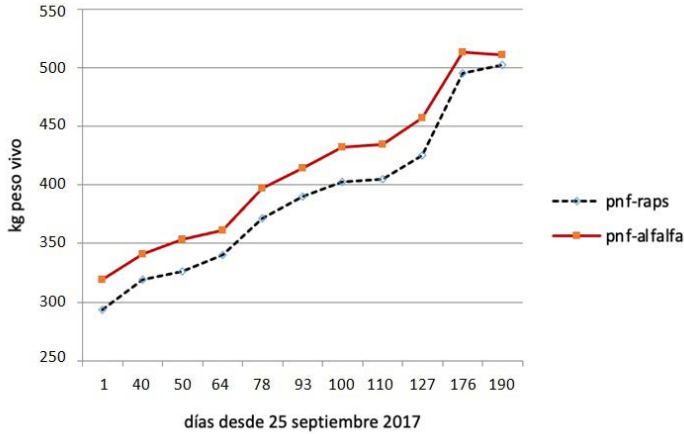


Figura 6.19. Evolución del peso vivo de novillos en pradera naturalizada fertilizada y posterior pastoreo de raps forrajero o alfalfa.

El contar con recursos forrajeros alternativos para el período de finalización de novillos, es estratégico frente a condiciones de déficit de crecimiento en la pradera naturalizada fertilizada (por ejemplo en años con déficit hídrico estival). Tanto el raps forrajero como la alfalfa pueden sustentar adecuadamente ese período con tasas de crecimiento adecuadas.

La estacionalidad productiva en bovinos de carne, puede ser manejada con una diversidad mayor de recursos forrajeros y una planificación adecuada de los balances forrajeros en los predios. Se debe aumentar la producción forrajera en

cantidad y calidad, ya que ella determina la capacidad de poder realizar recrias y engordas eficientes y económicamente rentables. También debe lograrse altos niveles de utilización del forraje, ya que ello introduce factores de eficiencia, considerando que la alimentación es el ítem más significativo en estos sistemas productivos.

Los cultivos de BF presentan plasticidad en cuanto a su época de siembra y utilización, que puede ser acomodada de acuerdo a los requerimientos estratégicos de cada zona o condición particular de un predio. Estas especies tienen potencial de entregar materia seca en cantidad y calidad en períodos en que la pradera aún no ofrece disponibilidad adecuada.

Estas alternativas forrajeras se adecúan también para su uso en períodos críticos, particularmente aquellos relacionados con la sequía estival, situación cada vez más frecuente en la zona intermedia de Aysén. Enfrentar estos períodos con fuentes forrajeras que generen tasas de crecimiento adecuadas en el ganado, son fundamentales para combatir la estacionalidad productiva, con miras a tener ganado gordo en épocas no tradicionales del año.

Capítulo 7

Costos de producción de brásicas forrajeras en sistemas ganaderos de la Patagonia (Aysén)

Dagoberto Villarroel y Christian Hepp

Como se ha mencionado, las brásicas forrajeras (BF) se han introducido con éxito en los sistemas ganaderos de la región de Aysén, presentando una buena resistencia y adaptación a las condiciones frías de la Patagonia, con disponibilidad de grandes volúmenes de forraje de buena calidad, en períodos críticos para la época otoño-invierno.

La incorporación de cultivos de BF en los sistemas productivos, permite manejar de mejor manera los períodos críticos para el ganado, como son las habituales épocas de déficit hídrico estival, como también la falta de forraje en otoño e invierno, que debe ser suplida con alimentos conservados.

En capítulos anteriores se ha demostrado el gran potencial que tienen estos cultivos forrajeros para mejorar el desempeño animal. Sin embargo, junto con verificar los buenos resultados en producción animal, es importante considerar los efectos que tiene el uso de BF en el balance económico del sistema productivo.

7.1. Costos de establecimiento de brásicas forrajeras

Junto con conocer el manejo agronómico, utilización y ventajas de las BF, es importante conocer los costos de establecimiento del cultivo, ya que ello forma parte del análisis de la utilidad que genera la actividad ganadera. Además permite la planificación de acciones técnicas y económicas, con miras a mejorar la eficiencia de producción. En el presente capítulo se presenta el costo de establecimiento de BF, considerando los criterios indicados en el Cuadro 7.1.

Cuadro 7.1. Criterios considerados en los costos de establecimiento de BF.

Cultivo	Brásica: Rutabaga
Maquinaria	Arrendada, valores prestadores de servicios de la Región de Aysén
Fertilización	N+P+K+Mg+S+B
Precio	Valores en peso (\$) a mayo 2021
Eficiencia de utilización	3 Niveles: 70 -80 -90

En el Cuadro 7.2 se presenta la estructura de costos de la siembra para una brásica forrajera (valores mayo 2021). En este caso se utiliza como ejemplo la rutabaga, aunque es aplicable para otras especies de BF.

El costo total del cultivo asciende a \$ 641.772/ha, donde el costo de establecimiento propiamente tal es de \$ 593.135/ha y los otros costos (imprevistos y costo financiero), suman \$ 48.637/ha.

Para el cultivo analizado, bajo una condición de maquinaria arrendada (Figura 7.1), se observa que el ítem de mayor relevancia es el de “fertilizantes”, que alcanza el 46 % del total de los costos, seguido de maquinaria e insumos (semilla y agroquímicos), con un 26 % y 14 %, respectivamente.

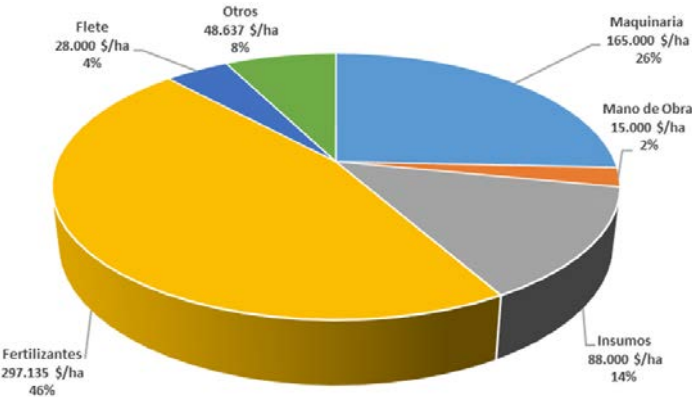


Figura 7.1. Estructura de costo establecimiento de rutabaga.

Cuadro 7.2. Ficha técnica para la siembra de una brásica forrajera en la Zona Intermedia de la región de Aysén.

1. Establecimiento					
Labores	Ítem	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (\$)	Subtotal Ítem
Pre siembra	Tractor + rastra disco	2,0	h/ha	25.000	50.000
	Tractor + vibrocultivador	1,0	h/ha	25.000	25.000
	Tractor + pulverizador	0,5	h/ha	20.000	20.000
	Glifosato	5	h/ha	8.000	40.000
Siembra	Tractor + trompo	1,5	h/ha	40.000	60.000
	Tractor + Rodón	1,0	h/ha	20.000	20.000
	Mano de Obra Siembra	0,5	j/h	15.000	7.500
	Rutabaga	4	kg/ha	12.000	48.000
	Urea	200	kg/ha	414	82.717
	Super Fosfato Triple	200	kg/ha	532	106.384
	Suplomag	225	kg/ha	443	99.639
	Boronatrocálcica	20	kg/ha	420	8.400
Varios	Acarreo de insumos	0,5	j/h	15.000	7.500
	Flete	35	km	800	28.000
Subtotal Costo Establecimiento			\$/ha		593.135
2. Otros costos					
Imprevistos (4 %)					23.725
Costo Financiero (7,2 % anual)					24.912
Costo Total			\$/ha		641.722



7.2. Costo de kilo materia seca de brásicas forrajeras

En cuanto al costo del kilo de materia seca (\$/kg MS) de la rutabaga, se observa que éste está relacionado, por una parte, al nivel de producción que alcanzó el cultivo, donde a medida que hay mayor rendimiento, menor es el costo del kilo de MS. Por otra parte, para un nivel de producción determinado, se relaciona a la eficiencia de utilización del cultivo por parte de los animales a pastoreo (%). La eficiencia de utilización hace variar el costo del kg de MS, ya que a mayor eficiencia de utilización, menor es el costo del kg MS (Figura 7.2).

A manera de ejemplo, si se considera un nivel de producción de 10.000 kilos de MS/ha, el kilo de materia seca tiene un costo de \$64, con un 100 % de eficiencia. Ello implicaría que los animales consumen toda la materia seca que se ha producido, lo que en la práctica difícilmente ocurre. Por ello, si esta producción se utiliza con una eficiencia del 90 %, el costo del kilo de materia seca aumenta a \$71 y si la eficiencia es menor, por ejemplo de un 70 %, el costo sería de \$92/kg de MS. De ahí la importancia de poder lograr los mayores niveles de producción en el cultivo y utilizarla con la mayor eficiencia posible, para que los costos del kilo de materia seca sean los más bajos posibles.

Es importante entonces que los productores calculen sus costos de kilo de materia seca de acuerdo a la utilización real que logran en el terreno. Ello dependerá también del tipo de animal que hace uso del cultivo, ya que con animales en crecimiento no se debería pastorear con excesiva intensidad, ya

que se resentirán las tasas de crecimiento. No obstante, en las BF los niveles de utilización pueden superar el 90 % si se utilizan con vacas u otros animales adultos, que no se encuentran en fases de crecimiento y desarrollo.

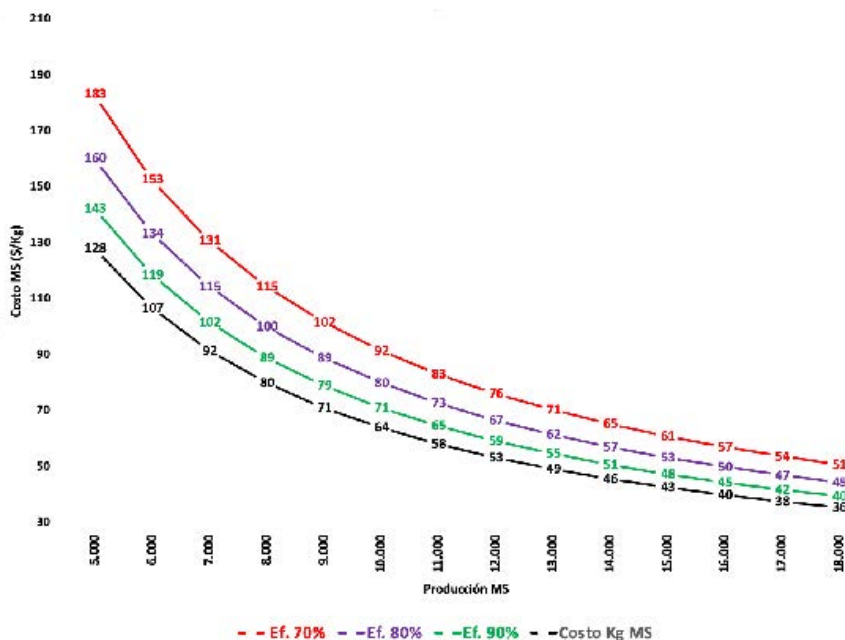


Figura 7.2. Costo kg MS (\$/kg) de rutabaga a distintos niveles de producción y distintas eficiencias de utilización del cultivo por parte de los animales en pastoreo.

En el Cuadro 7.3 se comparan diferentes alternativas forrajeras de pastoreo y conservación de forraje que son habituales en los sistemas ganaderos de la región de Aysén. Se aprecia que, en todos los casos, el costo unitario depende del nivel de rendimiento (cosecha o utilización efectiva).

Cuadro 7.3. Comparación del costo del kilogramo de materia seca de brásica forrajera con diferentes fuentes forrajeras conservadas (Henilaje, Heno), pastoreo (Past) y un concentrado en base a coseta de uso frecuente en sistemas de carne (Conc). PNF= pradera naturalizada fertilizada. Valores calculados con diferentes niveles de rendimiento de las praderas o cultivos y considerando rendimientos utilizables. Valores de mayo 2021.

Rend	PNF	PRADERA MIXTA			ALFALFA		BRÁSICA	CEREALES		PELLET
kg MS/ha	Past	Past	Henil	Heno	Henil	Heno	Past	Henil	Heno	Conc
2.000	\$50	\$127	\$141	\$118	\$202	\$180	\$321	\$388	\$374	\$313
4.000	\$25	\$63	\$106	\$84	\$137	\$114	\$160	\$225	\$212	
6.000	\$17	\$42	\$94	\$72	\$115	\$93	\$107	\$171	\$157	
8.000	\$12	\$32	\$89	\$66	\$104	\$82	\$80	\$144	\$130	
10.000		\$25	\$85	\$63	\$98	\$75	\$64	\$128	\$114	
12.000			\$83	\$61	\$93	\$71	\$53	\$117	\$103	
14.000							\$46	\$109	\$95	

Los valores de costo unitario en las brásicas forrajeras, se comparan de modo competitivo con opciones de forrajes conservados más tradicionales, aproximadamente a partir de un rendimiento de 6.000 kg/ha, sobre todo con henilajes de alfalfa y cereales con rendimientos similares. La gran ventaja adicional de las BF es que son cultivos de pastoreo, mientras que otros recursos requieren de conservación, almacenamiento y otros. Es importante mencionar que al costo del forraje conservado que se presenta hay que agregarle el costo de distribución y forrajeo, además de las pérdidas de almacenamiento. En todos los casos hay que ponderar adicionalmente por la eficiencia de utilización de los forrajes.

Con rendimientos superiores a los 8.000 kg MS/ha, las BF compiten positivamente en costo del kilo de materia seca, con prácticamente todas las alternativas disponibles para el período de otoño-invierno.

Si se compara el costo de las BF con aquel de un concentrado habitual en base a coseta (por ejemplo, Cosetán), el kilo de materia seca de las brásicas resulta significativamente más conveniente que el concentrado, incluso con rendimientos de cultivo relativamente bajos. Adicionalmente, como se ve más adelante, la BF tendría mucho mejores niveles de energía y proteína (variable según la especie de BF) que este concentrado.

En el Cuadro 7.3 se incluyeron también los costos de kilo de materia seca de recursos de pastoreo, como la pradera naturalizada fertilizada y la pradera mixta.

Sus costos son siempre inferiores a todas las demás alternativas y resulta la modalidad más económica para los sistemas de producción animal de la región. Sin embargo, hay que tener presente que, las praderas de pastoreo, en la mayoría de los casos, sólo están disponibles durante la temporada de crecimiento, de modo que normalmente no serán una alternativa viable en otoño-invierno (salvo en casos de reservas como heno en pie).

En el Cuadro 7.4 se puede ver los costos del kilo de proteína cruda de tres alternativas forrajeras invernales, además del concentrado mencionado anteriormente. Queda de manifiesto que las BF ofrecen en la mayoría de los casos la alternativa más económica como fuente de proteína durante los períodos críticos de los sistemas productivos. Asimismo, se observa que la proteína que aporta la BF puede salir entre tres a casi seis veces más barata que aquella que proviene de un concentrado de este tipo. Dependiendo del contenido proteico del henilaje de las otras fuentes forrajeras, la BF también resulta más barata en términos de aporte de ese nutriente.

Cuadro 7.4. Costo del kilogramo de proteína cruda en diferentes fuentes forrajeras. Considera henilaje de alfalfa con 15 % PC, henilaje pradera mixta con 12 % PC y brásica forrajera con promedio de 16 % de PC. Valores calculados para diferentes niveles de rendimiento utilizables de las praderas/cultivos. Valores de mayo 2021.

Rendimiento (kg MS/ha)	Henilaje alfalfa	Henilaje pradera mixta	Brásica forrajera	Concentrado 17 % PC
4000	\$912	\$1.172	\$1.003	\$1.841
6000	\$767	\$884	\$669	
8000	\$694	\$787	\$501	
10000	\$651	\$739	\$401	
12000	\$622	\$711	\$334	

En el Cuadro 7.5 se muestran los costos de la megacaloría de energía metabolizable provista por las mismas tres fuentes forrajeras anteriores y el concentrado. En este sentido, las BF también presentan ventajas con respecto a los henilajes evaluados. Respecto del aporte energético de este concentrado, resulta también entre 3-6 veces más barato utilizar la brásica forrajera.

En todos los casos, debe tenerse en cuenta que la dieta de los animales no puede provenir exclusivamente de la brásica forrajera, por razones de tipo

nutricional y eventualmente sanitaria. Se ha señalado en capítulos anteriores que las BF tienen niveles muy bajos de fibra efectiva, la que es fundamental para el funcionamiento normal del sistema digestivo de los rumiantes. Por ello, la BF habitualmente será una parte de la dieta, que debe ser complementada por otros alimentos, más ricos en fibra.

Cuadro 7.5. Costo de la megacaloría de energía metabolizable (Mcal/kg EM) en diferentes fuentes forrajeras. Considera henilaje de alfalfa con 2,3 Mcal EM/kg, henilaje pradera mixta con 2,2 Mcal EM/kg y brásica forrajera con promedio de 2,7 Mcal EM/kg. Valores calculados para diferentes niveles de rendimiento utilizable de las praderas/cultivos. Valores de mayo 2021.

Rendimiento (kg MS/ha)	Henilaje alfalfa	Henilaje pradera mixta	Brásica forrajera	Concentrado 17 % PC
4000	\$57	\$46	\$59	\$125
6000	\$48	\$41	\$40	
8000	\$43	\$39	\$30	
10000	\$41	\$37	\$24	
12000	\$39	\$36	\$20	

Finalmente, en el Cuadro 7.6 se muestra un ejemplo con tres dietas utilizadas en recría de terneros, las que son similares en términos de aporte de proteína y energía y se encuentran en los rangos requeridos para obtener ganancias de peso de al menos 800 gramos diarios. Con niveles similares de consumo diario, se puede determinar que la dieta más económica es aquella que utiliza BF (por ejemplo raps forrajero), en este caso representando un 62 % del consumo total. La dieta con pastoreo de BF (dieta 2) resultó un 36 % más económica que aquella con henilaje de alfalfa (dieta 1) y 56 % más económica que la dieta con henilaje de pradera mixta + concentrado.

Cuadro 7.6. Comparación de tres dietas en recría de terneros de 250 kg de peso vivo.

Componente	Dieta 1 (kg/d)	Dieta 2 (kg/d)	Dieta 3 (kg/d)
Henilaje pradera mixta		2,0	4,0
Henilaje alfalfa	5,3		
Concentrado 17 %			1,5
Brásica		3,3	
Total MS (kg/d)	5,3	5,3	5,5
Costo diario de la ración	\$581	\$425	\$766
Proteína cruda (g/	795	768	735
Energía metabolizable (Mcal/d)	12,2	13,5	13,0

Queda de manifiesto que el uso de brásicas forrajeras en los sistemas ganaderos puede aportar altos rendimientos (volumen de materia seca), como también elevados aportes de energía y proteína. Lo más interesante es que estos aportes ocurren en períodos en que las praderas habitualmente no crecen o tienen tasas muy bajas, y en esas fases la BF es muy competitiva en términos de costos con otras fuentes de forraje conservado. Esta ventaja es cada vez más conveniente en la medida que los rendimientos del cultivo sean adecuadamente altos.

Capítulo 8

Bibliografía consultada

- Ayres, L., and B. Clements. 2002. Forage Brassicas: quality crops for livestock production. Agfact P2.1.13, 1st ed. New South Wales, Australia. 13 p.
- Barry, T.N. 2013. The feeding value of forage brassica plants for grazing ruminant livestock. *Anim. Feed Sci. Tech.* 181(1):15-25.
- Belesky, D., Neel, J. y Ruckle, J. 2006. Prairiegrass-Brassica hybrid swards for autumn dry matter production. *Agronomy Journal* 98: 1227-1235.
- Chakwizira, E., Sinton, S., Reid, J.B., Zyskowski, R.F. Y Meenken, E.D. 2014. The Ballance Agri-Nutrients brassica calculator - improvement of the turnip model. *Agronomy New Zealand*, 44, 2014 p: 37-47.
- Delgado, I. 1984. El nabo forrajero. Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. LSB.N.: 84-341-03605 - Depósito legal: M. 21.977-1984 (25.000 ejemplares) Neugrafis, S. L. - Santiago Estévez, 8-28019-MADRID.
- Demagnet, R. 2014. Manual de Especies Forrajeras. Plan Lechero Watt´s. Imprenta América. Chile. 164 p.
- De Ruiter, J., D. Wilson, S. Maley, A. Fletcher, T. Fraser, W. Scott, S. Berryman, A. Dumbleton, and W. Nichol. 2009: Management practices for forage brassicas. Forage Brassica Development Group. Christchurch, New Zealand. 62 p.
- Elizalde, H.F. 2011. Utilización de brásicas forrajeras con ovinos. En: Cultivo y utilización de brásicas forrajeras en la Patagonia húmeda (Aysén). Hepp, C. (ed). Boletín INIA N° 228, 92- 102.
- Fulkerson, B. 2008. Growing forage rape (Brassica napus) in autumn. Future Dairy Tech. Note. Univ. of Sydney, Australia. Available at <http://futuredairy.com.au/wp-content/uploads/2016/02/TechNoteBrassica2008.pdf>. 6 p.
- Genever, L. 2017. Using brassicas for Better Returns. Manual 6. Better Returns Programme.

- AHDB Beef & Lamb. Warwickshire, UK. 16 pp. (on line) < <https://projectblue.blob.core.windows.net/media/Default/Imported%20Publication%20Docs/Using%20brassicas%20for%20better%20returns.pdf>>
- González, V. y O. Teuber. 2019. Cero Labranza, Una Alternativa para la Región de Aysén. Ficha técnica Tamel Aike N° 25. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/31139>. 2 p.
- Gowers, S. 2010. Swede and turnip. In: J.E. Bradshaw (ed.), Root and tuber crops, Handbook of Plant Breeding 7. doi: 10.1007/978-0-387-92765-7_8.
- Griffin, J., G. Jung, and N. Hartwig. 1984. Forage yield and quality of Brassica sp. established using preemergence herbicides. Agron. J. 76:114-116.
- Guillard, K. y Allinson, D.W. 1988. Yield and nutrient content of summer and fall-grown forage Brassica crops. Can. J. Plant. Sci. 68: 721-731.
- Hepp, C. 2011. Utilización de brassicas forrajeras con bovinos de carne en crecimiento. En: Cultivo y utilización de brassicas forrajeras en la Patagonia Húmeda (Aysén) (ed. C. Hepp), Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Boletín INIA N°228, p.76-92.
- Hepp, C., Reyes, C. y Muñoz, R. 2018. Análisis de datos históricos de cinco estaciones meteorológicas de la Región de Aysén. Boletín Técnico N° 365. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro de Investigación INIA Tamel Aike, Coyhaique, Chile 199 pp.
- Kunelius, H., J. Sanderson, and P. Narasimhalu. 1987. Effect of sowing date on yield and quality of green forage crops. Can. J. Plant Sci. 67:1045-1050.
- Lemus, R. and J. White. 2014. Forage Brassicas for winter grazing systems. Cooperative Extension Center, Mississippi State University. Available at <http://msucares.com/pubs/publications/p2845.pdf>.
- Lemus, R. 2009. Forage Brassicas for Winter Grazing Systems. Available at <http://msucares.com/crops/forages/newsletters/09/9.pdf>. 6p.
- McCartney, D., J. Frazer, and A. Ohama. 2009. Potential of warm-season annual forages and Brassica crops for grazing: A Canadian review. Can. J. Anim. Sci. 89:431-440.
- Mengyang Liu, Niccolo Bassetti, Stefan Petrasch, Ningwen Zhang, Johan Bucher, Shuxing Shen, Jianjun Zhao & Guusje Bonnema. 2019. What makes turnips:

- anatomy, physiology and transcriptome during early stages of its hypocotyl-tuber development Horticulture Research volume 6:38. Acceso: <https://www.nature.com/articles/s41438-019-0119-5>.
- Miller, S.M. 2002. Practical Approaches to Improve the Value of the Falkland Island's Sheep and Wool Industry. Ph.D. Thesis. University of Queensland, St. Lucia, Australia.
- Morton J, P Campbell. 1997. Disease signs reported in south-eastern Australian dairy cattle while grazing Brassica species. Aust Vet J 75, N°2, 109-113.
- Neilsen, J., B. Rowe, and P. Lane. 2008. Vegetative growth and development of irrigated forage turnip (*Brassica rapa* var. *rapa*). Grass Forage Sci. 63:438-446.
- Rao, S., and F. Horn. 1986. Planting season and harvest date effects on dry matter production and nutritional value of brassica spp. in the Southern Great Plains. Agron. J. 78:327-333.
- Reid, R; Puoli, J; Jung, G; Cox-Ganser, J; McCoy, A. 1994 Evaluation of Brassicas in grazing systems for sheep: I. Quality of Forage and Animal Performance. Journal of Animal Science, Vol 72, Issue 7: 1823-1831.
- Riquelme, J., S. Yoshikawa, C. Aliaga. 2005. Cero Labranza. Principios y Equipamientos. En: Serie Actas - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 26. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/8458>. Pp. 247-267.
- Rowe, B and J. Neilsen. 2010. Effects of irrigating forage turnips, *Brassica rapa* var. *rapa*, during different periods of vegetative growth. 1. Turnip yields, yield components and growth rates. Crop Pasture Sci. 61:885-891.
- Salvo, R.; Teuber, O.; Almonacid, P. y C. Fernandez. 2010. Evaluación de cinco cultivares de rutabaga forrajera (*Brassica napobrassica*) con dos niveles de cal en la Zona Húmeda de la Región de Aysén. In: XXXV Congreso Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA) y I Congreso Internacional Agroforestal Patagónico. 27 al 29 de octubre del 2010, Coyhaique, Chile. Pag. 81-82.

- Salvo, R. y O. Teuber. 2011. Establecimiento y Manejo de Brásicas Forrajeras en Aysén. En: C. Hepp (Ed). Cultivo y Utilización de Brásicas Forrajeras en la Patagonia Húmeda (Aysén). Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Coyhaique (Chile). Pp 15–32.
- Smith, D., and M. Collins. 2003. Forbs. p. 215–230. In Barnes, R.F., C.J. Nelson, M. Collins, and K.J. Moore (ed). Forages: An introduction to grassland agriculture (6th ed.). Iowa State Press, Ames, IA.
- Stewart, A.V. y H.G. Judson. 2004. The SMCO content of grazing radish compared with other brassicas in New Zealand. *Agron. N. Z.* 34:9–12.
- Tapia M. 2011. Aspectos de salud animal asociados al consumo de brassicas. En: Cultivo y utilización de brásicas forrajeras en la Patagonia húmeda (Aysén). Hepp, C. (ed). Boletín INIA N° 228, 105– 115.
- Teuber, O. 2008. Brassicas forrajeras para Aysén: Antecedentes Generales, Producción y Manejo. Informativo INIA Tamel Aike. no. 1–08. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/4885>. 4 p.
- Undersander, D. 2013. Alternate forage crops. Planting dates, yield and quality potential. University of Wisconsin–Agronomy Department. Available at <http://www.uwex.edu/ces/forage/pubs/altcrp.pdf>. 2p.
- Spurway, R.A., Wheeler, J.L. y Hedges, D.A. 1974. Effect of height of cutting on the regrowth of rape. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 14(70) 629 – 631.
- Ward, G.N y Jacobs, J.L. 2013. Effects of defoliation intensity at the first grazing of forage rape (*Brassica napus* L.) by dairy cattle on subsequent regrowth potential, total DM consumed, nutritive characteristics and nutrient selection. *Animal Production Science* 53(3) 226–233.
- Westwood, C., and H. Mulcock. 2012. Nutritional evaluation of five species of forage brassica. *Proc. of the New Zealand Grassland Association.* 74:31–38.



Boletín INIA / N° 441
www.inia.cl

