

Capítulo 3

Establecimiento de brásicas forrajeras por medios convencionales y cero labranza

Oswaldo 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.

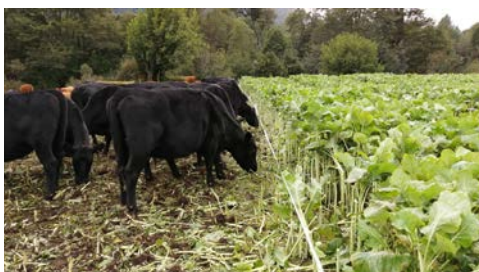


Figura 3.2. Coles forrajeras pastoreadas por bovinos de carne, La Junta, Aysén.

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 rotofresadora, 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 radicarán 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 escapen 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 maquina 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 P₂O₅ (Superfosfato Triple), 80 kg de K₂O (Muriato de Potasio) y 50 kg de S (Sulpomag).

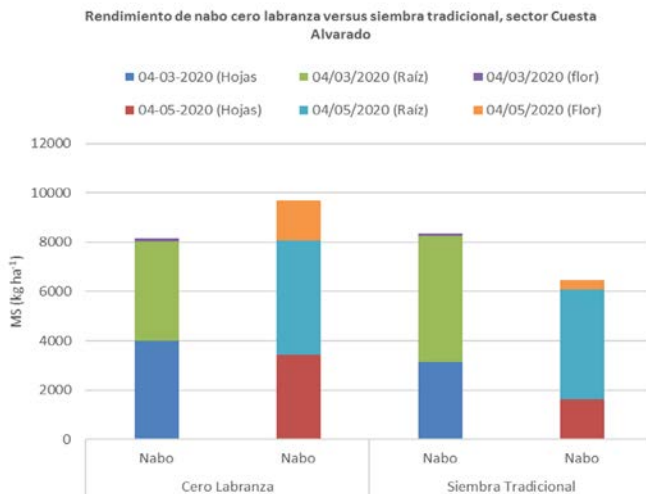


Figura 3.15. Rendimiento de nabos de raíz (kg MS/ha) por componente productivo, con CL versus LT, sector Cuesta Alvarado, Zona Intermedia de Aysén.

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.

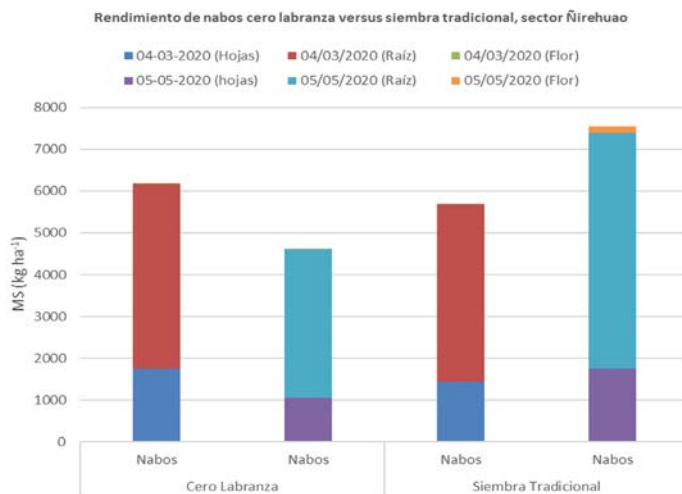


Figura 3.16. Rendimiento de nabos de raíz (kg MS/ha) por componente productivo, con CL versus LT, sector Ñirehuao, Zona de Estepa, Aysén.

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 P₂O₅ (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.

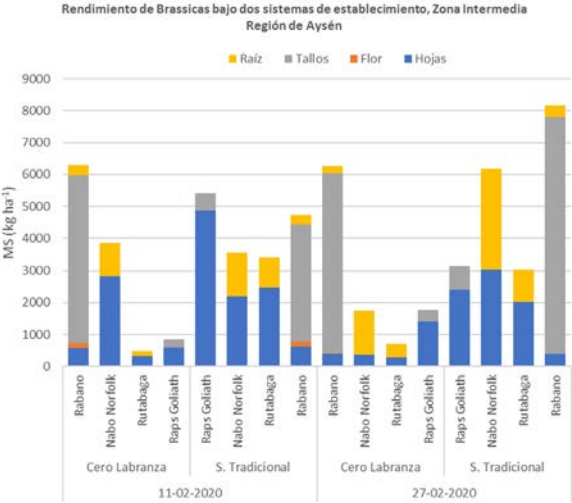


Figura 3.17. Rendimiento de cuatro especies de BF (kg MS/ha), por componente productivo, en el sector Santa Elena (Valle Simpson, Aysén).

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.

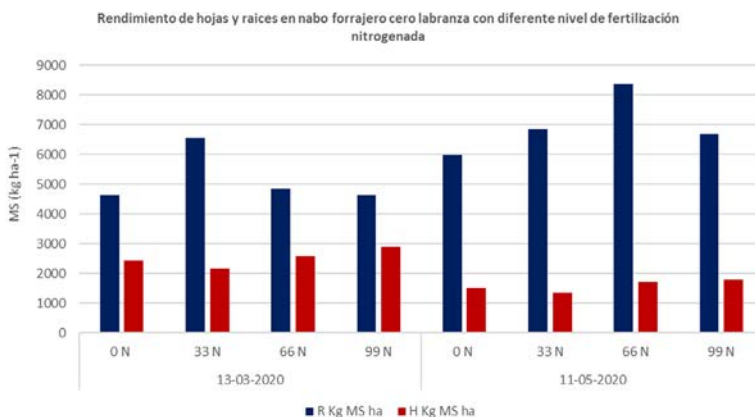


Figura 3.23. Rendimiento de raíces y hojas de nabo forrajero con siembra de CL, con distintos niveles de fertilización estival de nitrógeno, en la Zona Intermedia de Aysén.

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.