



Establecimiento de pasturas

Rolando Demanet Filippi
Universidad de La Frontera

Praderas y Pasturas
2022

Objetivos de la siembra de una pastura

El objetivo que tiene el establecimiento de una pastura es cubrir alguna carencia de las praderas naturales y naturalizadas

Las carencias pueden estar relacionadas con la producción anual,
producción estacional y calidad bromatológica del forraje

Para definir las carencias hay que tener información de la productividad de las praderas y conocer su composición botánica que determina la calidad del forraje disponible para los animales

Además, hay que situarse en el contexto histórico de los pastizales del área donde se establecerán las pasturas y conocer exactamente los requerimientos de las pasturas a introducir junto a las características del sitio donde serán establecidas

Las praderas naturales y naturalizadas presentan características que son comunes independiente del lugar donde se ubiquen

- ✓ Polifíticas
 - ✓ Estacionales
 - ✓ Producción variable entre años
 - ✓ Calidad diversa
-



La diversidad florística es una característica de las praderas y sus componentes compiten por el espacio epigeo e hipogeo otorgando a los animales una densidad de bocado variable compuesto por plantas con diferentes estados fenológicos



Enero



Agosto

La estacionalidad es una característica típica de las praderas naturales y naturalizadas



La productividad de las praderas es función de las condiciones ambientales,
en especial el suelo y el clima y el nivel de rendimiento es muy variable
0,5 ton MS/ha a 16 ton MS/ha



La calidad bromatológica de las praderas esta relacionada con la composición botánica y el estado fenológico de sus componentes

Tipos de pasturas

Para definir el tipo de pastura a establecer se debe tener claridad cuál será el uso en el sistema productivo: pastoreo, soiling, ensilaje, heno, henilaje o multipropósito



En sistemas pastoriles se
prefiere el
establecimiento de
pasturas permanentes



En conservación de forraje se utilizan pasturas
de rotación corta



En sistemas mixtos de pastoreo y corte las pasturas pueden ser de rotación y permanentes

Periodo de utilización

Al definir una pastura además de determinar cual es la forma en que se entregara a los animales es necesario determinar en que momento el rebaño va a consumir el pasto, esto es:

- ✓ Utilización durante todo el año
 - ✓ Uso invernal
 - ✓ Uso estival
-



Praderas permanente para consumo durante
todo el año



Brassica para uso estival



Ballica de rotación para
uso invernal

Longevidad y persistencia

Longevidad y Persistencia: Corresponde al tiempo de vida productivo de una pastura medida en años

- ✓ **Pastura de rotación corta:** son aquellas cuya vida productiva corresponde a una o dos temporadas
 - ✓ **Pastura de rotación larga:** poseen una longevidad que va de tres a cinco años
 - ✓ **Pastura permanente:** son aquellas que tienen una vida productiva superior a cinco años
 - ✓ **Pastura de resiembra anual:** son las que cumplen su ciclo productivo y reproductivo en una temporada y se re siembran en forma natural
-

Número de componentes

Luego de definir el objetivo existen dos posibilidades, establecer pasturas monofíticas que corresponden aquellas que poseen una sola especie o pasturas polifíticas que son aquellas constituidas por dos o más especies



Pastura monofítica compuesta por alfalfa y su objetivo es la elaboración de ensilaje



Pastura polifítica compuesta por ballica perenne, festuca y pasto ovido y su objetivo principal es el uso en pastoreo

- ✓ En pasturas polifíticas, es necesario tener conocimiento de la arquitectura, tasa de crecimiento, distribución estacional y calidad bromatológica de los componentes individuales
 - ✓ Esta información es necesaria para la construcción de **pasturas armónicas**, donde las especies y cultivares generen sinergia al estar asociados y no una competencia entre ellos (competencia heterotípica)
-

En la construcción de una pastura polifítica los elementos más importantes están referidos a la arquitectura de las especies componentes (gramíneas, leguminosas, otras), donde la tasa de crecimiento de cada uno **no debe tener puntos extremos**, para así lograr la armonía y persistencia de cada componente

Pasturas polifíticas: Armonía de especies

Especies	Longevidad	Arquitectura
Mezcla perenne		
ballica perenne	perenne	achaparrada
festuca	perenne	achaparrada
trébol blanco	perenne	rastrera
Mezcla trianual		
ballica bianual	bianual	erecta
trébol rosado	trianual	erecta
achicoria	trianual	semi erecta
Mezcla anual		
avena	anual	erecta
ballica anual	anual	erecta
trébol encarnado	anual	erecta



Ballica perenne
Festuca
Pasto ovido
Trébol blanco



Ballica híbrida
Trébol rosado
Achicoria

Mezcla de especies que carece de armonía

Espece	Longevidad	Arquitectura
Ballica cv. Tama	Anual	Erecta
Trébol rosado cv. Quiñequeli	Tri anual	Erecta
Ballica cv. Nui	Perenne	Achaparrada
Trébol blanco cv Huia	Perenne	Rastrero

- ✓ La asociación presentada carece de armónica pero ha tenido mucho éxito por la alta producción del año de establecimiento
 - ✓ El problema es la longevidad y arquitectura de sus componentes
-



Año 1

La densidad y producción del año de establecimiento es alta donde las especies de crecimiento erecto dominan la composición botánica



Año 2

Desaparece el
componente anual
dejando espacio a la
invasión de especies
residentes
naturalizadas



Año 3

Se entrelaza con las especies sembradas las plantas residentes de alta capacidad de invasión como es el vinagrillo



Año 4

En algunos sectores
hay plantas aisladas
de las
originalmente
sembradas pero ya
se observa un
dominio de
especies
naturalizadas



Año 5

La pastura esta
compuesta por
especies diferentes a
las sembradas y
existe domino de
plantas naturalizadas
como chéptica y
especies de hoja
ancha



Año 5

En pasturas de uso continuo con ganado ovino la vegetación presenta alta cobertura pero baja producción

- ✓ En definitiva la competencia interespecífica que se generó con plantas de diferente arquitectura y velocidad de crecimiento inicial impidió el establecimiento de una pastura permanente
 - ✓ Su mayor logro fue la alta producción inicial y su mayor menoscabo la nula capacidad de generar una pastura permanente
-

- ✓ Las mezclas sin armonía generan desconcierto y falsas expectativas
 - ✓ Sólo se traducen en un mayor costo de producción y generan una ilusión de futuro que en la práctica es inexistente
-

Definición de especies y cultivares

La información sobre cuales especies y cultivares se adaptan en mejor forma a la zona y específicamente al lugar debe ser buscada en centros serios de investigación y en el conocimiento de los lugareños que siempre harán un aporte a la decisión final





✓ El país posee poca oferta de cultivares propios de especies

✓ La mayor oferta proviene de Nueva Zelanda y algunos países europeos

Número de cultivares de especies forrajeras disponibles en el país

Especie	N° cultivares	Especie	N° cultivares
Ballica anual	9	Avena	10
Ballica bianual	13	Trigo	2
Ballica híbrida	9	Triticale	4
Ballica perenne	20	Cebada	3
Festuca	10	Centeno	2
Festulolium	2	Maíz	56
Pasto ovilla	10	Sorgo	4
Bromo	2	Nabos forrajeros	9
Trébol blanco	12	Rutabaga	4
Trébol rosado	5	Raps forrajero	6
Trébol subterráneo	4	Coles forrajeras	6
Trébol balansa	2	Remolacha forrajera	10
Medicagos anuales	5	Achicoria	4
Alfalfa	10	Plantago	1
		Arveja	2
		Vicia	2

Habilitación de sitios de siembra

La incorporación al área productiva de otras opciones de siembra ha inducido a los sistemas ganaderos a habilitar suelos ocupados con matorrales y bosques devastados



Con maquinaria especializada se intervienen los sitios ocupados por matorrales y renovales de baja productividad



La reducción de la quema y la incorporación de la materia orgánica es un proceso que prevale en los sistemas de habilitación

Proceso de siembra de pasturas

El proceso de siembra de una pastura corresponde a una labor donde deben ser considerados diversos aspectos tecnológicos de alta trascendencia y que determinan la calidad de la pastura establecida

Antes de realizar la siembra de una pastura, es necesario acondicionar el sitio de establecimiento considerando todos los elementos necesarios para que en el periodo productivo y de utilización, como pastoreo y conservación del forraje, las labores se realicen con facilidad

- ✓ Previo a la siembra se debe considerar la extracción de agua (drenaje), nivelación del terreno, eliminación de áreas de matorral bajo, elaboración de cercos, puertas, pasos de animales y puentes
 - ✓ Además, es necesario localizar las fuentes de aguas y construir la red de bebederos o aguadas
 - ✓ Junto a lo anterior, la corrección de los parámetros de acidez y fertilidad de suelo, será un proceso ineludible en la preparación de un sitio para establecer una pastura
-



- ✓ Empozada en sitios no acondicionados correctamente para el establecimiento de una pastura
-



Extracción de agua en una pastura establecida que no fue sometida a un proceso de acondicionamiento previo a la siembra

- ✓ El omitir estas labores puede significar en ocasiones la pérdida parcial de la pastura o el desarrollo de labores correctivas posteriores, que solo incrementan el costo de producción de forraje y reducen la calidad del proceso de siembra
-

Corrección de los parámetros químicos del suelo

Para lograr un adecuado establecimiento es necesario evaluar las características del suelo

- ✓ Temperatura
 - ✓ Humedad
 - ✓ Profundidad
 - ✓ Textura
 - ✓ Estructura
 - ✓ Fertilidad
 - ✓ Actividad biológica
-

Contenido de nutrientes en el suelo

Nutriente	Unidad	Valor
Fósforo	mg/kg	> 20
Potasio	mg/kg	200
Calcio	cmol+/kg	> 8
Magnesio	cmol+/kg	> 2
Sodio	cmol+/kg	> 1
Suma de Bases	cmol+/kg	> 12
CICE	cmol+/kg	> 12
Azufre	mg/kg	> 20
Boro	mg/kg	1
Zinc	mg/kg	1
% Saturación de Aluminio	%	< 1
pH		> 6



Muestreo de suelos

Profundidad de muestreo

Cero labranza

Regeneración

10 cm

Con preparación de suelo

20 cm

Tamaño de la muestra

2 kg

Corrección de la acidez del suelo

Para establecer una pastura una vez solucionado los problemas de drenaje, relieve y ordenamiento del sitio se requiere solucionar un factor limitante importante en la zona templada como es la **acidez de los suelos**

Los suelos de la zona sur son derivados de cenizas volcánicas, cuyo riesgo de acidificación es alto producto de la pérdida de bases generado por la concentración de las precipitaciones y el uso de fertilizantes nitrogenados acidificantes como son la urea, fosfato mono amónico y fosfato diamónico



Suelos de Origen Volcánico

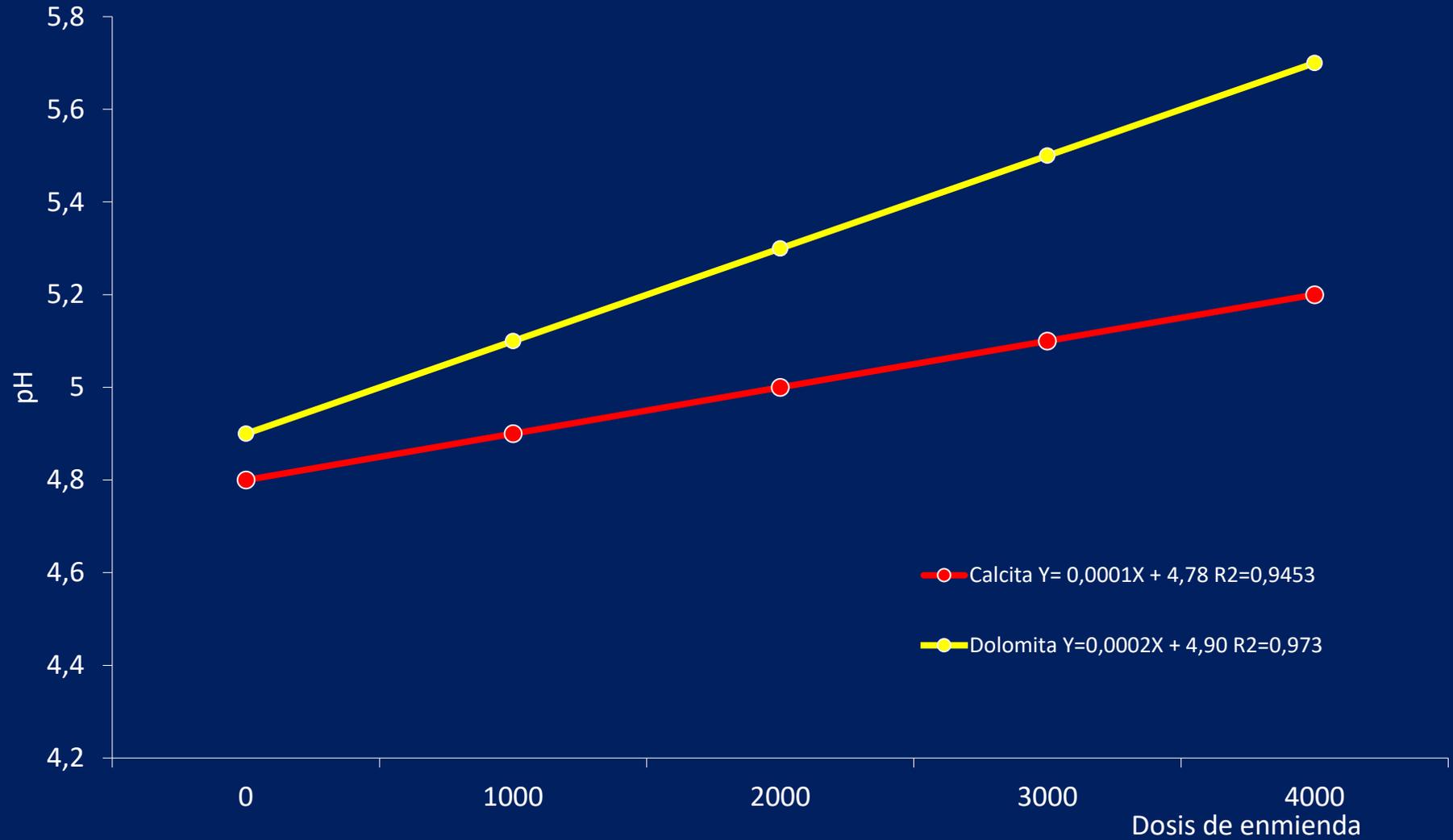
- ✓ Un elemento que caracteriza los suelos volcánicos del sur del país, es la existencia de aluminio en diferentes concentraciones
 - ✓ La presencia de Al genera toxicidad y es un factor que limita el crecimiento de las plantas, siendo particularmente importante en áreas donde es habitual el uso de fertilizantes nitrogenados de origen amoniacal y cuya neutralización a través de la aplicación de enmiendas calcáreas no se respeta
-

La presencia de aluminio de intercambio en los suelos ácidos genera diversos efectos en las plantas y su productividad:

- ✓ Reduce la capacidad de profundización de las raíces en el suelo
 - ✓ Incrementa la susceptibilidad de las plantas a la sequía
 - ✓ Disminuye el uso de nutrientes del subsuelo
 - ✓ Inhiben la elongación radical
 - ✓ Disminuye el crecimiento de la planta
 - ✓ Aumenta la sensibilidad a los cambios ambientales (frío, sequía, inundaciones, sobre pastoreo)
 - ✓ Limita la nutrición y productividad de las pasturas
-

La alternativa para corregir los problemas de acidez en los suelos es el uso de enmiendas calcáreas que aumenten el contenido de bases y neutralizan los protones que resultan del proceso de acidificación

- ✓ La incorporación de las enmiendas al suelo se puede hacer previo al establecimiento de las pasturas a través del uso de rastra, vibrocultivador o incorporadores de rastrojos durante el proceso de preparación de suelo
 - ✓ En siembra sin movimiento de suelos, donde la enmienda se aplica en cobertera es la lluvia, riego y pisoteo animal que incorpora la cal al suelo
-



Efecto promedio de la cal y dolomita sobre el pH de los suelos de la Región sur
(Fuente: Mora, 2010)

Valor neutralizante de algunas enmiendas

Tipo de enmienda	Valor neutralizante
Carbonato de calcio	100
Oxido de magnesio	248
Oxido de calcio	179
Hidróxido de magnesio	172
Hidróxido de calcio	138
Carbonato de magnesio	119
Dolomita	109
Silicato de magnesio	100
Silicato de calcio	86

Tamaño de partícula



20 mesh



60 mesh



140 mesh



270 mesh

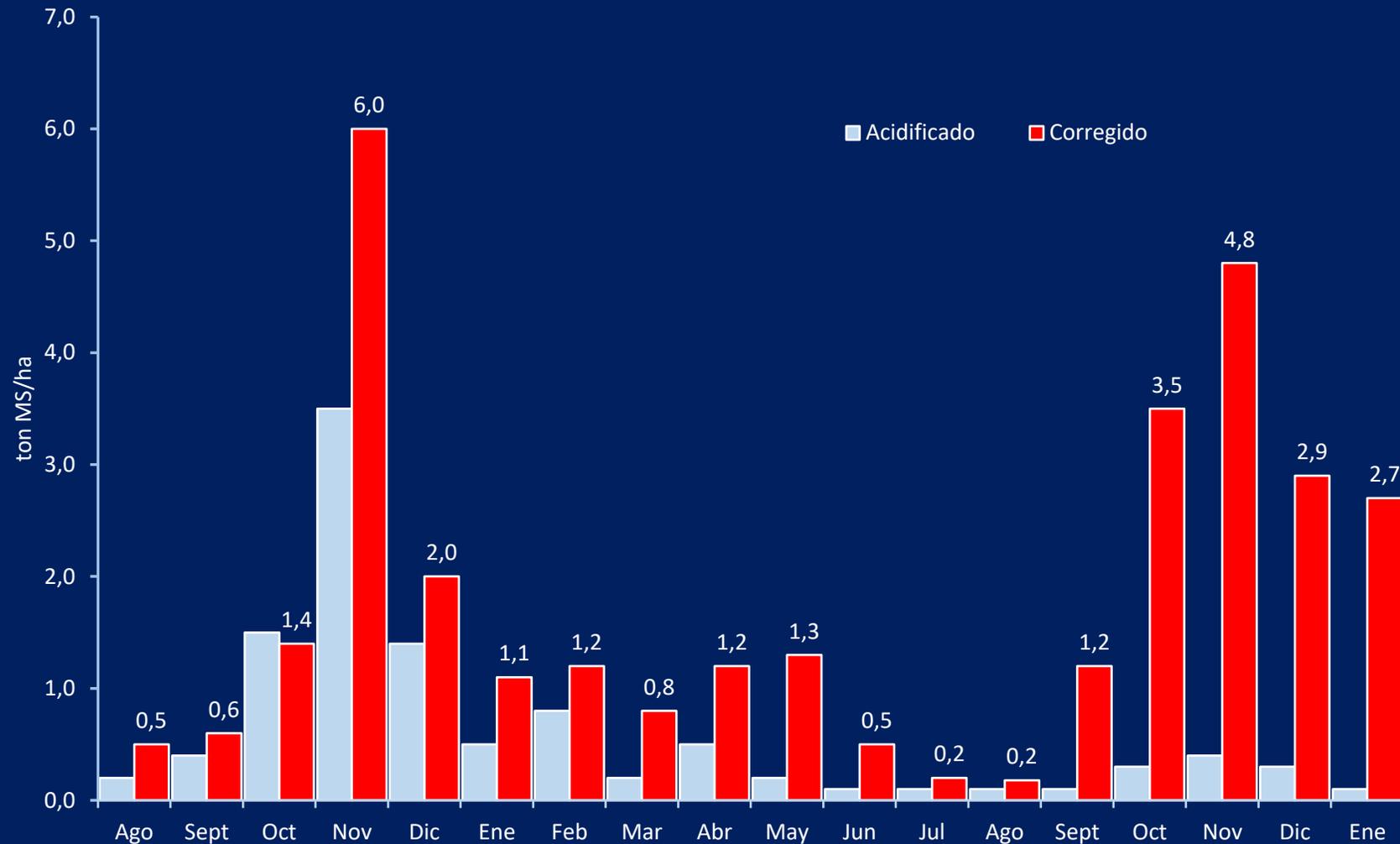


Aplicación de dolomita



Aplicación de Calcita

La reacción de los materiales encalantes que permiten la neutralización de la acidez, solo se verifica cuando la enmienda se pone en contacto con el agua, es por esta razón que la velocidad de corrección y neutralización de las enmiendas calcáreas es función, no sólo de la dosis y solubilidad de la enmienda, sino también de la humedad del suelo



Reducción de la presencia de las especies sembradas al segundo año de establecimiento de una pastura de ballica perenne + trébol blanco, bajo una condición de suelo acido sin corregir y corregido con enmienda calcárea

(Fuente: Mora, 2000)

Barbecho químico



En cada una de las formas de establecimiento de pasturas se considera la aplicación de barbecho químico, labor que debe ser realizada con la suficiente anticipación para que el producto seleccionado actúe en plenitud y logre el objetivo que es el control del tapiz vegetal

- ✓ La aspersión de los productos sobre la vegetación se realiza sobre plantas que posean áreas fotosintéticamente activas (plantas verdes)
 - ✓ En plantas sin actividad el efecto del barbecho es limitado
-

- ✓ Independiente de la fecha de siembra, la aplicación del barbecho químico se realiza con al menos 45 días previo al inicio de las labores de preparación de suelos o siembra
 - ✓ En el caso de doble aplicación de herbicida, la primera aspersión se hace con al menos 70 días de anticipación
-

Algunas opciones de glifosato disponibles en el mercado nacional

Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Nombre químico	Eq. Ácido (g/L)	Concentración	L/Ha
Roundup	Glifosato	Sal monoamónica de N-fosfonometil glicina	360	396 g/L	4
Rango 480 SL	Glifosato	Sal isopropilamina de N-fosfonometil glicina	360	480 g/L	4
Panzer	Glifosato	Sal isopropilamina de N-fosfonometil glicina	360	480 g/L	4
Glyruk	Glifosato	Sal isopropilamina de N-fosfonometil glicina	360	480 g/L	4
Glifosato Dupont	Glifosato	Sal isopropilamina de N-fosfonometil glicina	360	480 g/L	4
Atila	Glifosato	Sal isopropilamina de N-fosfonometil glicina	360	480 g/L	4
Credit Full	Glifosato	Sal Potásica + Sal monoisopropilamina	540	622 g/L	3
Panzer Gold	Glifosato	Sal dimetilamina N-fosfonometil glicina	480	608 g/L	3
Rango Full	Glifosato	Sal potásica de N-fosfonometil glicina	540	622 g/L	3
Roundup Full II	Glifosato	Sal potásica de N-fosfonometil glicina	540	622 g/L	3
Touchdown IQ	Glifosato	Sal potásica de N-fosfonometil glicina	500	500 g/L	3



Con un barbecho químico realizado en forma oportuna y en dosis correcta, se logra el control total del tapiz vegetal que reduce y facilita las labores de preparación de suelos



Un mal barbecho químico permite que las especies residentes se desarrollen antes que la emergencia de la pastura sembrada



Un adecuado
barbecho
químico
reduce las
labores de
preparación
de suelos

Sistema de siembra

Existen diversas formas de establecer una pastura: Labranza convencional, mínima labor, cero labranza y regeneración son las principales opciones de siembra, donde cada una tiene atributos y complejidades

Labranza convencional

- ✓ Este sistema incluye la roturación de suelos para preparar la cama de semilla y lograr que quede mullida
 - ✓ Se inicia con la aplicación de barbecho químico, seguido de incorporador de rastrojo, arado cincel o subsolador, preparador de cama de semilla y finaliza con el paso del rodón
-

- ✓ Los sistemas convencionales actuales han eliminado el uso de arados tradicionales que invierten el suelo como son el arado de disco y vertedera
 - ✓ Esto ha sido reemplazado por arados que trabajan en profundidad sin inversión de suelos como son el arado cincel y subsolador
-



El paso de arados que invierten el suelo genera una pérdida de al menos 2,5 ton de carbono orgánico/ha equivalente a 5 ton de materia orgánica/ha, situación que genera cambios negativos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo



La incorporación de rastrojos permite devolver al suelo parte de los nutrientes extraídos por el cultivo, incorpora materia orgánica, mejora la actividad biológica y aumenta la capacidad de retención de humedad



La quema de rastrojos es una práctica obsoleta que genera pérdidas irreparables de materia orgánica del suelo

Manejo de residuo



Empaque de los residuos
dejados por la cola de la
máquina cosechadora
del cereal



Picado de los residuos de
cereal previo a la
incorporación



Incorporación de
residuos de cereales
previo al establecimiento
de pasturas

Roturación de suelos



Arado subsolador



Arado subsolador



Preparador cama
de semilla



Preparador cama
de semilla



Cambridge Walze



Güttler Walze

Paso de rodón



Rodillo de neumáticos



Un suelo bien preparado es un suelo compactado



La compactación permite
a la semilla lograr un
apropiado contacto con el
suelo

Labores de mejoramiento



Nivelación



Extracción de piedras



Elaboración de badenes



Proceso de siembra



Siembra de maíz ensilaje



Siembra en suelo con defectos de micro nivelación

- ✓ La labranza convencional ha sido una de las practicas que ha provocado la mayor erosión y degradación de los suelos
 - ✓ Este proceso, a veces silente, hoy se intenta reducir utilizando prácticas de siembra un poco más conservacionistas que incluyen la no inversión del suelo y la incorporación de los rastrojos
-

Mínima labor

- ✓ En esta forma de siembra se considera la aplicación de barbecho químico y el paso de un cultivador multifuncional o incorporador de rastrojo
 - ✓ Las labores son habitualmente superficiales y finaliza con el paso de rodón
-

Responde a la necesidad de mantener un balance de carbono un poco menos negativo y con ello, reducir la pérdida de materia orgánica manteniendo las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos



Los cultivadores de cama de siembra permiten reducir las labores de mullido del suelo y micro nivelación para la siembra de especies forrajeras



Incorporación de rastrojos y preparación de cama de semilla

Cero Labranza

- ✓ Esta técnica nace como una necesidad de generar una agricultura un poco más conservacionista
 - ✓ Al evitar la rotura de los suelos, esta opción permite mantener la cubierta orgánica reduciendo los procesos de erosión y degradación de los suelos
-

Este sistema genera un ambiente equilibrado donde se desarrollan en forma armónica microorganismos y fauna de anélidos invertebrados (lombrices), todos benéficos para el proceso de descomposición de la materia orgánica, mineralización de nutrientes y mantención de la fertilidad de los suelos

- ✓ La cero labranza sólo considera la aplicación de barbecho químico y siembra con maquinaria especializada
 - ✓ Este es un sistema de menor costo de establecimiento que los anteriores y supone la generación de pasturas más productivas y estables
-



Para reducir los problemas de babosas que afectan la siembra cero labranza con residuos de cereales se utiliza el Claydon straw rake

- ✓ **Claydon straw rake** genera una micro preparación de suelo en los primeros 30 mm utilizando la humedad retenida para la germinación rápida y uniforme de las semillas
 - ✓ Al rastrillar destruye las plantas al estado de cotiledón y de una hoja, eliminándolas como fuente de alimento de babosas
 - ✓ Rompe el ciclo de babosas exponiendo sus huevos a la luz del sol
 - ✓ A velocidad de 25 km/hora es capaz de romper la paja permitiendo una rápida descomposición
-



Siembra cero labranza de
una pastura de rotación
corta



Siembra cero labranza de
maíz para ensilaje



Siembra cero labranza con máquina regeneradora con disco rotativo que realiza una micro preparación de suelos en el surco de siembra



La turbulencia generar una nube de polvo fino que cubre la semilla y el disco compacta el surco

Regeneración

- ✓ El objetivo de este sistema es elevar la producción de la pradera a través de un cambio en la composición botánica y un rejuvenecimiento de las especies presentes en el pastizal
 - ✓ A diferencia de la cero labranza, la regeneración no considera la aplicación de barbecho químico, pero si eventualmente algún herbicida controlador de alguna especie no deseada
-

Ventajas de la regeneración

- ✓ Menor costo de siembra
 - ✓ Es factible utilizar en suelos no aptos para labranza convencional
 - ✓ Se logra una rápida respuesta productiva y utilización
-

Ventajas de la regeneración

- ✓ Existe una menor alteración de la estructura y de la actividad biológica del suelo
 - ✓ Mantiene una producción de forraje más estable en el tiempo
 - ✓ Hay mayor disponibilidad de nutrientes al no invertir el suelo
 - ✓ Se reducen los problemas de erosión
 - ✓ En ocasiones disminuye problemas de descalce
-

Indicaciones para lograr éxito

- ✓ Antes de regenerar la pastura debe estar talada o corta a piso
 - ✓ La cobertura de la pastura a regenerar debe ser inferior a 60%. Con mayor cobertura la factibilidad de éxito es reducida
 - ✓ Las especies que se incluyan en la regeneración deben ser agresivas y con buen vigor y poder germinativo
 - ✓ Es ideal que el suelo este seco con el objetivo que el paso de la máquina genere una turbulencia tal que permita que todas las semillas queden tapadas
-



Regeneración sobre
pradera degradada con
máquina de cero labranza

Indicaciones para lograr éxito

- ✓ La máquina regeneradora debe tener la capacidad de cortar el suelo y tener rueda compactadora lisa o dispuesta en V para evitar que la semilla quede descubierta sobre el suelo
 - ✓ Junto a la semilla en el surco de siembra, nunca se debe considerar el uso de fertilizantes nitrogenados, solo es factible incluir fósforo, potasio, magnesio, azufre y otros fertilizantes de baja solubilidad. El nitrógeno se debe aplicar una vez emergidas las plántulas
-

Indicaciones para lograr éxito

- ✓ El primer talaje se debe realizar una vez emergidas y arraigadas las plántulas
 - ✓ Habitualmente la mayor respuesta del proceso de regeneración se observa a partir del segundo año en adelante, donde es fácilmente observable las líneas de siembra
-



Sistema boca anal

La diseminación de las semillas a través de las bostas es una opción de regeneración



Sistema boca anal

Las leguminosa son las que se utilizan en este sistema

Recuperación de semillas de leguminosas y gramíneas en relación al contenido total de semillas consumidas por ovinos

Espece forrajera	Semillas viables recuperadas (%)
<i>Trifolium pratense</i>	10,01
<i>Trifolium repens</i>	1,16
<i>Trifolium subterraneum</i>	5,89
<i>Festuca arundinacea</i>	0,58
<i>Lolium perenne</i>	0,78
<i>Lolium multiflorum</i>	1,72

Fuente: Adaptado de Alomar *et al.* (1994)



Regeneración sobre una pradera degradada de baja cobertura



Regeneración con trébol blanco al voleo sobre pastura de segundo año

Porcentaje de *Trifolium pratense* y producción de forraje de una pradera permanente regenerada con tres métodos (Osorno)

Métodos	Producción (ton MS/ha)		% Trébol	
	Año1	Año 2	Año 1	Año 2
Testigo	7,9	9,9	0,4	0,0
Voleo + pisoteo	8,2	12,3	26,4	36,1
Vía tracto digestivo	10,7	13,0	40,3	38,4
Voleo + pisoteo + estiércol	9,3	13,4	24,5	42,7

Fuente: Siebald *et al.*, 1985

Producción (ton ms/ha), de cuatro alternativas de mejoramiento de una pradera naturalizada en el secano interior Pidima - IX Región

Alternativas	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Promedio
Pradera Naturalizada	0.40 b	0.35	0.69 b	0.69 b	0.53
Pradera Fertilizada	0.75 b	0.73	1.29 ab	1.70 a	1.12
Pradera Regenerada	1.41 ab	0.42	1.52 a	2.01 a	1.34
<i>Trifolium subterraneum</i>	2.07 a	0.40	1.44 a	1.57 a	1.37
<i>T. subterraneum + F. arundinacea</i>	1.94 a	0.66	1.94 a	2.04 a	1.65

Fuente: Demanet & Contreras, 1992

Compactación de suelos

- ✓ Corresponde a un proceso acumulativo que se genera por el paso de maquinaria y pastoreo animal
 - ✓ La reducción de los intersticios del suelo genera una reducción del volumen del suelo y por consiguiente un incremento en su densidad
-

Todos los suelos que están dedicados a la ganadería sufren este proceso con diferente grado de intensidad, lo que reduce la capacidad de infiltración de agua del suelo, disminuye la posibilidad de exploración radical en profundidad y por consiguiente la absorción de nutrientes

- ✓ Durante el proceso de preparación de los suelos, es necesario considerar este efecto utilizando implementos que permiten descompactar y, por consiguiente, airear los suelos
 - ✓ Estos implementos son el arado subsolador que actúa en profundidad y el arado cincel cuyo efecto es más superficial
 - ✓ Ambos deben ser utilizados en suelos secos con el objetivo de lograr el resquebrajamiento del perfil del suelo y permitir la aireación y descompactación deseada
-



Arado cince



Arado subsolador



El proceso de corrección de la capacidad de infiltración de agua en los suelos, es particularmente relevante en suelos bajo riego, que basan el incremento de la productividad en la utilización correcta del agua en el cultivo

Cada suelo es diferente y el proceso de compactación se verifica en forma distinta, por ello, es necesario monitorear a través de calicatas o agujas de medición el nivel de compactación, para así decidir el paso del arado subsolador



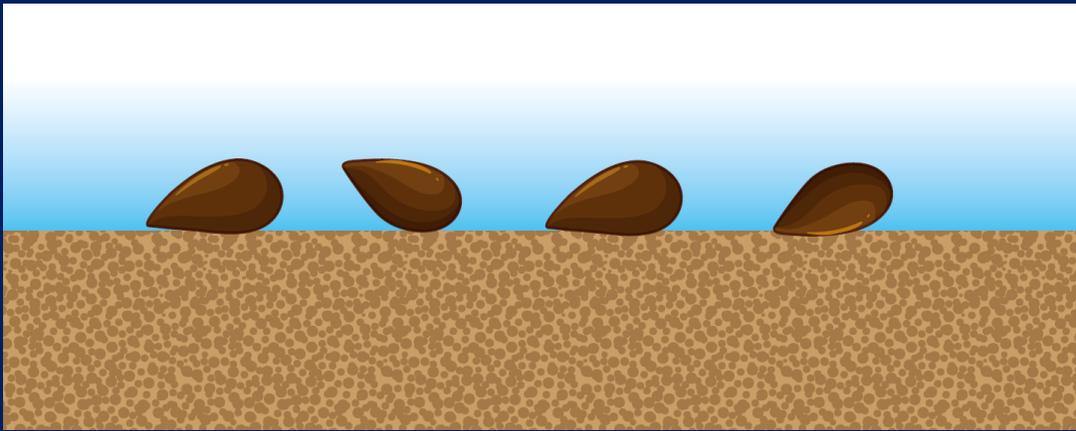
Suelo con baja capacidad de infiltración producto de una reducción del espacio poroso

Forma de siembra

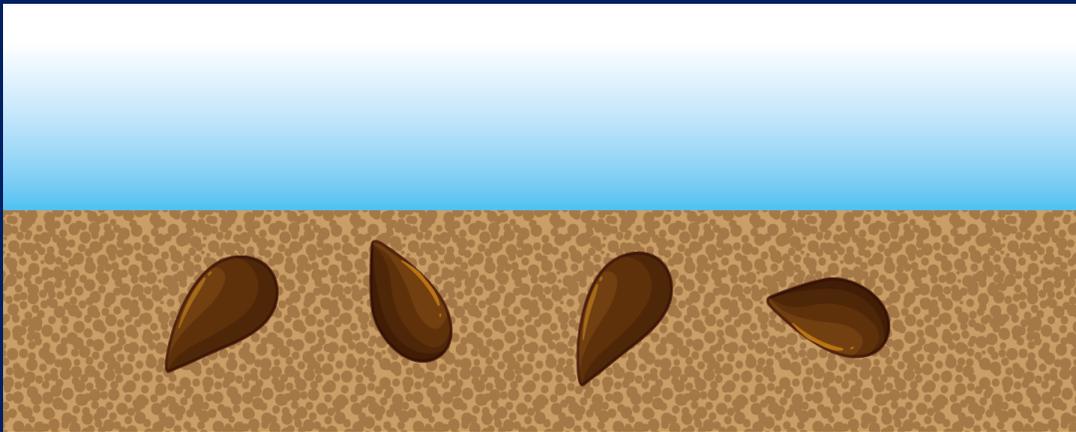
Una vez desarrollado el proceso de habilitación del sitio de siembra, es necesario decidir si la siembra se realizará al voleo o en línea

Siembra al voleo

La siembra al voleo se caracteriza por distribuir en forma uniforme la semilla sobre el suelo, que es incorporada en el perfil a través de elementos de presión tales como rodón, rodillo brillion y ruedas compactadoras de las sembradoras



Al voleo la semilla queda sobre el suelo



Algo debe presionar la semilla para que logre el íntimo contacto con el suelo



Siembra al voleo con perfecta distribución y profundidad

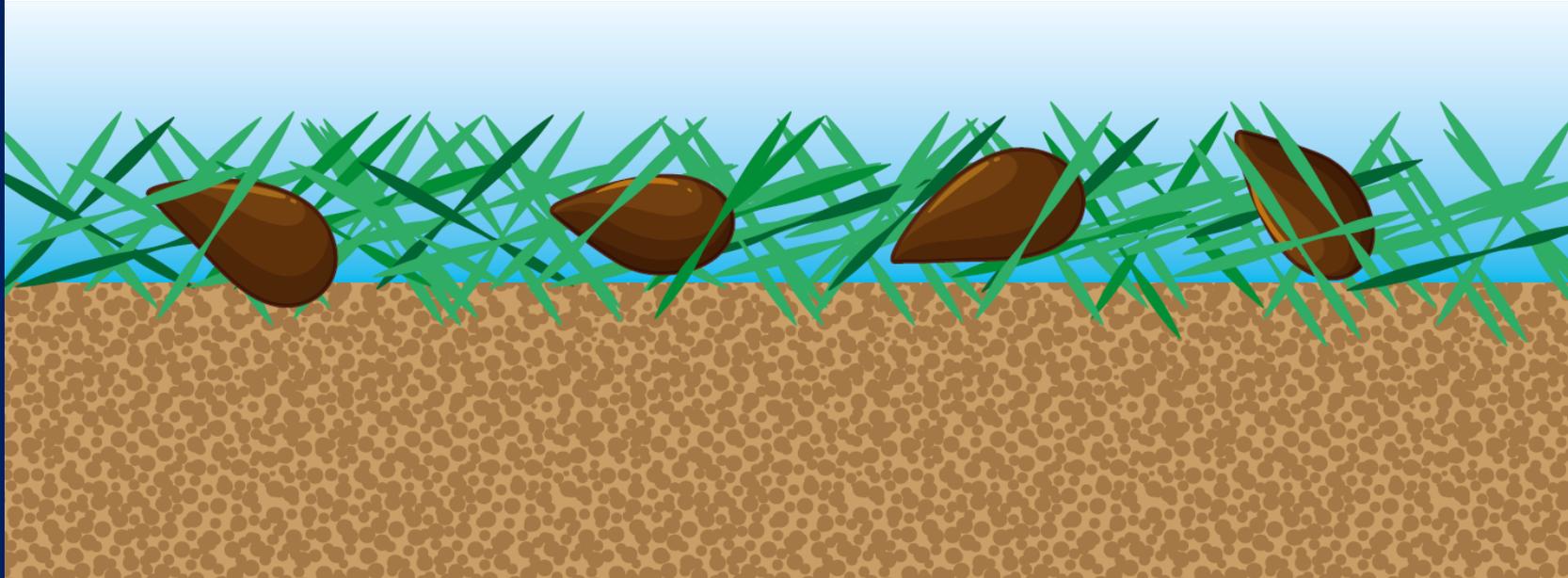
Este sistema logra tener una distribución espacial de la semilla que evita la competencia homotípica (entre la misma especie) y permite alcanzar la máxima cobertura de suelo en un mínimo de tiempo, transformando a la especie sembrada en una planta muy competitiva por espacio, luz y nutrientes con las malezas (competencia heterotípica)

Al obtener una rápida cobertura del suelo, este sistema permite reducir los procesos de erosión que habitualmente se producen post siembra, en especial cuando existen eventos de lluvia con abundante precipitación

En la zona de suelos de origen volcánicos, que corresponde prácticamente a toda la zona sur, el éxito de una siembra al voleo depende del nivel de fósforo existente en el suelo

- ✓ Esta metodología de siembra requiere que el suelo posea un nivel de fósforo igual o superior a 30 mg/kg
 - ✓ Niveles inferiores generan deficiencias de este elemento que retrasan el desarrollo inicial de las plantas, situación que las expone a una fuerte competencia con las especies residentes, habitualmente más agresivas que las introducidas
-

- ✓ Otra limitante de este sistema es la presencia de residuos vegetales u otros obstáculos físicos que pueden existir en la superficie del suelo que impiden el contacto de la semilla con el suelo
 - ✓ La posibilidad de depredación de las semillas ubicadas en la superficie del suelo o la pérdida de viabilidad por exposición del sol y altas temperaturas, determinan que, en los sistemas de siembra al voleo, sea necesario incrementar la dosis de siembra entre un **20% a 40%**
-



Presencia de mantillo en la superficie impide el contacto de la semilla
con el suelo



Presencia de mantillo en suelo de habilitación



En áreas despejadas las
plántulas emergen en
forma uniforme



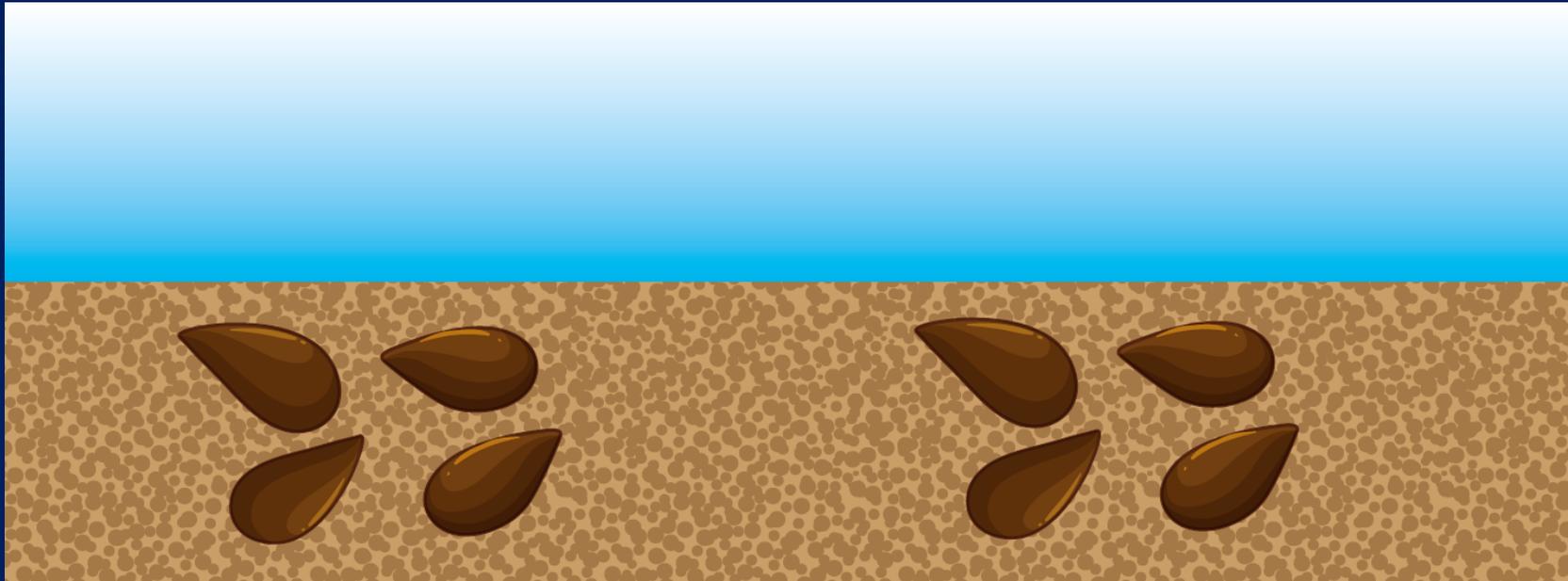
Siembra al voleo de
ballica anual + avena

Siembra en línea

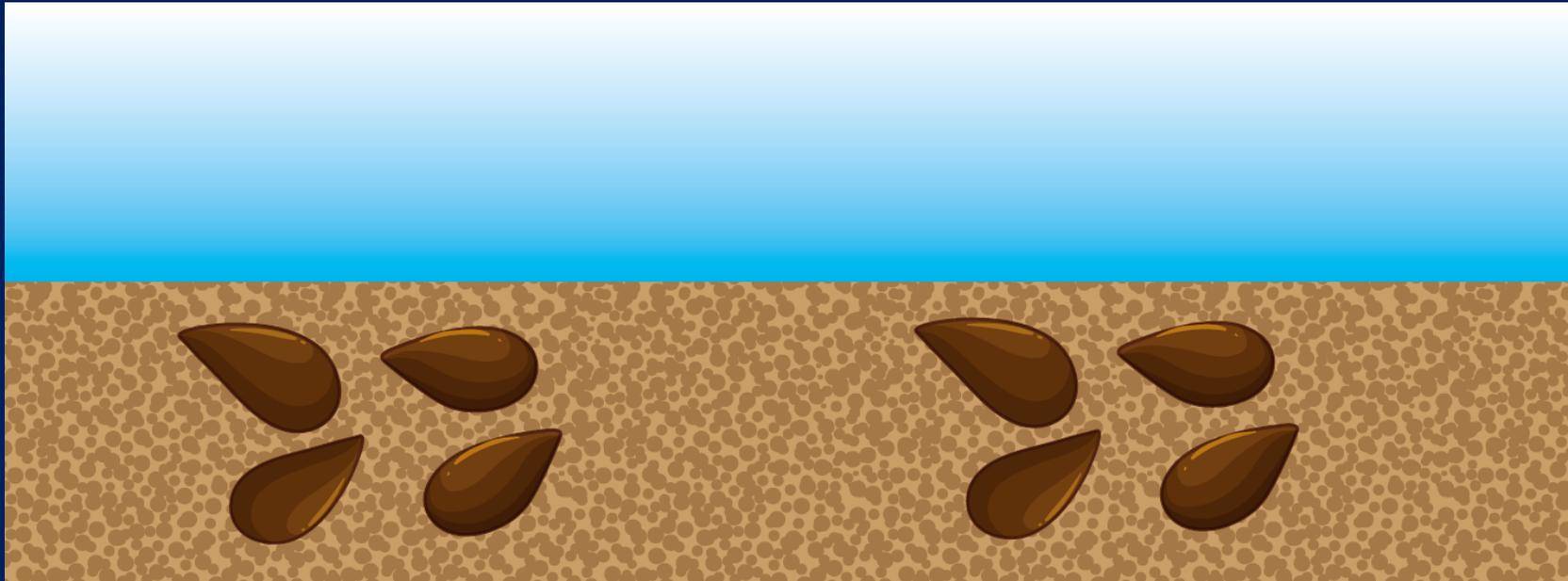
- ✓ La principal razón por la cual en la zona sur las especies forrajeras se establecen en línea se relacionan con la necesidad de ubicar los fertilizantes que contienen fósforo próximo a la semilla
 - ✓ La baja solubilidad y movilidad del fósforo en el suelo generan la necesidad de acercar este elemento al área rizosférica que se formará una vez que las plántulas desarrollen sus raíces
-



La presencia del fósforo en este ambiente evita la deficiencia inicial de este elemento que en la mayoría de las plantas se detecta por la coloración violácea que presentan sus hojas



La ubicación de la semilla en línea genera una distribución espacial de las plantas concentrada en una pequeña área que se traduce en una fuerte competencia (competencia homotípica) que reduce la opción de desarrollo de la totalidad de las plántulas viables emergidas



En la línea las plántulas compiten por luz, agua y nutrientes con lo cual retrasan su desarrollo inicial y reducen las opciones de desplazar a un segundo plano las especies residentes (malezas) que se ubican en la entre hilera siendo esta una desventaja de este tipo de siembra



Para mejorar la distribución espacial y acelerar el proceso de cubrimiento de la entre hilera hoy existen en el mercado sembradoras que han reducido la distancia de 17,5 cm que es la distancia que domina en las sembradoras a 15 cm e incluso 12 cm



Esta reducción mejora la distribución de la semilla en la superficie de siembra, disminuye la competencia entre plantas, acelera el cubrimiento de la entre hilera (cobertura) y reduce la competencia con las malezas

- ✓ En ocasiones con el objetivo de mejorar la distribución espacial de las semillas a la siembra se ejecutan siembras cruzadas donde en cada dirección se usa la mitad de semilla y fertilizante
 - ✓ Esta práctica desvirtúa el principal objetivo de la siembra en línea que es la **concentración del fósforo en el surco donde se ubica la semilla**
-

Profundidad de siembra

- ✓ Este corresponde a un factor determinante en el éxito del establecimiento de una pastura
 - ✓ El tamaño pequeño de la semilla determina que en las especies forrajeras, la ubicación de las semillas en el suelo este directamente relacionada con el grado compactación del suelo, tipo de siembra y regulación de la maquinaria
-

- ✓ La profundidad de siembra de las especies forrajeras gramíneas se ubica entre **0,5 y 1 cm**
 - ✓ En las leguminosas y brassicas entre **0,1 y 0,5 cm**
-



En cultivos
suplementarios como
maíz y cereales de grano
pequeño la semilla se
ubica entre 2 y 4 cm de
profundidad

Calidad de semilla

- ✓ La calidad de semilla corresponde a un concepto multifactorial que incluye parámetros genéticos, físicos y biológicos
-



Los parámetros que definen la calidad de la semilla son la pureza varietal, pureza física, germinación, vigor en frío, tamaño y sanidad

Tamaño de la semilla

- ✓ El tamaño de la semilla esta expresado en forma general por el peso de las mil semillas
 - ✓ Se supone que semillas de mayor tamaño presenta un mayor vigor, sin embargo, esta regla no es absoluta dado que, en algunas especies con semillas de mayor tamaño, presentan problemas de vigor en frío, en especial cuando son sometidas a una elevada saturación de agua en el suelo
-

Peso de mil semillas (PMS), número de semillas por kilo, porcentaje de emergencia esperado y dosis de semilla expresada en semillas por metro cuadrado

Especie	PMS* (g)	N° Semillas/kg**	% Emergencia **	Semillas/m ²
Ballica anual diploide	3,0 - 3,2	320.000	90	700
Ballica anual tetraploide	3,8 - 4,0	260.000	90	700
Ballica bianual diploide	2,6 - 2,8	380.000	75	700
Ballica bianual tetraploide	2,9 - 3,2	340.000	70	700
Ballica hibrida diploide	2,4 - 2,6	420.000	70	700
Ballica hibrida tetraploide	2,9 - 3,2	340.000	70	700
Ballica perenne diploide	1,9 - 2,2	520.000	70	700
Ballica perenne tetraploide	2,0 - 2,3	460.000	70	700
Festuca	2,6 - 2,8	385.000	60	700
Festulolium	3,0 - 3,2	320.000	70	700
Pasto ovillo	0,8 - 1,1	1.250.000	50	700
Bromo	4,5 - 4,7	220.000	90	700
Trébol blanco	0,5 - 0,7	1.550.000	30	450
Trébol rosado	3,4 - 3,8	280.000	80	350
Alfalfa	2,5 - 2,7	380.000	95	600
Trigo	45 - 55	20.000	85	350
Avena	38 - 45	24.000	85	380
Cebada	45 - 55	20.000	85	320
Centeno	40 - 45	25.000	85	300
Triticale	45 - 58	20.000	85	400
Maíz	250 - 300	3.600	95	10
Vicia	70 - 90	12.500	90	50
Arveja	260 - 320	3.500	90	56

(*): PMG: Peso mil semillas (g)

(**): Promedio

- ✓ En el país existe regulación de los niveles mínimos de germinación y pureza que deben tener las semillas corrientes y certificadas
 - ✓ Estos valores son definidos por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) que en semilla corriente los niveles mínimos de pureza exigidos fluctúan entre 90% y 98% y en germinación: 70% a 85%
 - ✓ En semillas certificadas el rango permitido para el porcentaje de germinación es entre 75% y 85%, semillas duras y latentes: 15% a 20% y en pureza varietal 90% a 98%
-

Valores mínimos de pureza y germinación exigidos en el país para en **semilla corriente**

Especie	Pureza física mínima (%)	Germinación mínima (%)
Ballica anual	95	85
Ballica bianual	95	85
Ballica híbrida	95	85
Ballica perenne	95	85
Pasto ovinillo	90	80
Festuca	95	85
Festulolium	98	80
Bromo	90	80
Falaris	95	75
Alfalfa	98	85
Trébol blanco	97	75
Trébol encarnado	98	75
Trébol frutilla	97	80
Trébol rosado	98	85
Trébol subterráneo	95	80

Valores mínimos de germinación, semillas duras y latentes y pureza varietal exigidos en el país para **semilla certificada**

Especie	% Germinación mínimo	Semillas duras y latente	% Pureza varietal
Ballica anual	85	20	96
Ballica bianual	85	20	96
Ballica híbrida	85	20	96
Ballica perenne	85	20	96
Pasto ovinillo	80	15	90
Festuca	85	20	95
Bromo	85	20	96
Alfalfa	85	20	98
Trébol blanco	80	20	97
Trébol encarnado	75	20	98
Trébol rosado	85	20	98

Semillas duras

Las fabáceas o leguminosas forrajeras para alcanzar un adecuado establecimiento no sólo dependen de las prácticas de manejo, sino que también del porcentaje de semillas duras presente, ya que no todas originarán una plántula rápidamente y el espacio vacío puede ser colonizado por otra planta que no es de interés productivo

Si la plántula de la leguminosa no emerge antes de cuatro meses de la siembra, la invasión de plantas no deseadas puede ser importante y competir por los recursos, por lo que se genera una disminución en la producción de forraje producto del retraso en el inicio del pastoreo y riesgo de persistencia de la pastura sembrada



El trébol subterráneo y los Medicagos anuales son especies que poseen una alta proporción de semillas duras

- ✓ Las semillas duras presentes en las leguminosas les permiten sobrevivir y persistir en el suelo por períodos variables ante condiciones ambientales desfavorables para su crecimiento y desarrollo
 - ✓ Este mecanismo ecológico, se denomina como dormancia (latencia) y es muy eficiente para enfrentar situaciones de estrés
 - ✓ Harper (1959) clasificó a este proceso como dormancia innata, inducida, impuesta y germinación retardada por una testa impermeable
-

- ✓ Las semillas duras son las que permanecen del mismo tamaño y aspecto al finalizar el análisis de germinación en el laboratorio (ISTA, 2012)
 - ✓ En la germinación de las semillas duras están involucrados, factores genéticos y ambientales, entre los que se encuentran principalmente las bajas temperaturas, la humedad y los microorganismos naturales del suelo
-

Fijación biológica de nitrógeno

- ✓ La fijación biológica de nitrógeno corresponde a la captura del nitrógeno atmosférico (N₂) que realizan algunas bacterias y lo transforman en amoníaco para producir proteína
 - ✓ Las leguminosas forrajeras poseen una relación simbiótica con bacterias del genero *Rhizobium* bacteria que captura el nitrógeno atmosférico y lo traspasa a la planta
 - ✓ Leguminosas y bacterias pueden vivir en forma independiente y sólo cuando la bacteria coexiste íntimamente con la leguminosa se da la fijación del N
-

- ✓ La fijación biológica de nitrógeno corresponde a la captura del nitrógeno atmosférico (N₂) que realizan algunas bacterias y lo transforman en amoníaco para producir proteína
 - ✓ Las leguminosas forrajeras poseen una relación simbiótica con bacterias del genero *Rhizobium* bacteria que captura el nitrógeno atmosférico y lo traspasa a la planta
 - ✓ Leguminosas y bacterias pueden vivir en forma independiente y sólo cuando la bacteria coexiste íntimamente con la leguminosa se da la fijación del N
-

- ✓ Las especies leguminosas poseen rizobio específicos y dentro de ellos cepas (*strains*) de mayor o menor capacidad de fijación
 - ✓ Semillas cubiertas con el rizobio específico permite la colonización rápida del rizobio en la raíz y la formación de nódulos donde se verificará la fijación biológica de nitrógeno
-

- ✓ El aporte que puede hacer la fijación simbiótica a las pasturas es diverso y tiene una dependencia multifactorial donde el elemento mas importante es la capacidad especifica de nodulación
 - ✓ Determinaciones realizadas en Chile y Nueva Zelandia han demostrado que el aporte de la fijación biológica puede alcanzar niveles de 200 a 240 kg N/ha/año, valor que permite un ahorro importante en la aplicación de nitrógeno como fertilizante
-

Especies de rizobio que colonizan las especies leguminosas forrajeras

Especie de rizobio

Especie vegetal

Sinorhizobium meliloti syn. *Rhizobium meliloti*

Alfalfa

Medicagos anuales

Rhizobium trifolii

Trébol blanco

Trébol rosado

Trébol encarnado

Trébol frutilla

Trébol subterráneo

Trébol alejandrino

Rhizobium leguminosarum

Arveja

Vicia



Rizobios en raíz de alfalfa

Microorganismos movilizadores de fósforo

- ✓ Existen mecanismos mediante los cuales las actividades de los microorganismos conllevan a incrementar la liberación de fósforo asimilable a partir de formas de fósforo, ya sea inorgánico (solubilización), como orgánico (mineralización)
 - ✓ Un grupo destacado de hongos beneficiosos son los que establecen asociaciones simbióticas con las plantas, conocidas como **micorrizas**
-

- ✓ Las micorrizas son hongos que juegan un papel fundamental en los ecosistemas terrestres ya que actúan como propulsores de los ciclos de los nutrientes y el carbono
 - ✓ Cooperan a la nutrición de la planta, una vez que han establecido la simbiosis, absorbiendo y translocando nutrientes minerales desde zonas del suelo más allá de la zona de agotamiento en nutrientes característica de la rizósfera
-

- ✓ El hongo cuando contacta con la raíz, inician un proceso de colonización de la planta, la cual no le causara ningún daño
 - ✓ La principal característica morfológica de las micorrizas son los arbusculos, estructuras típicas de la colonización que el hongo desarrolla en el interior de las células de la corteza de la raíz por ramificación de sus hifas
 - ✓ Estas estructuras le dan el nombre de “arbusculares” a este tipo de micorrizas
 - ✓ El hongo una vez colonizada la planta desarrolla una red de hifas externas que se extienden y ramifican en el suelo y que **incrementa la capacidad del sistema radical para la búsqueda de nutrientes y agua**
-



Emprendimiento liderado por la doctora Paula Aguilera, Technology Transfer Manager del Núcleo Científico y Tecnológico en Recursos Naturales (BIOREN-UFRO)

Dosis de semilla

- ✓ La dosis de semilla se define según la especie, mezcla de especies, época de siembra, riesgos de alteraciones climáticas y calidad de la semilla
 - ✓ En calidad muy importante es el poder germinativo bajo diferentes condiciones de preparación de suelos
-

Parámetro	% germinación	
	normal	baja
Semillas/m ²	700	700
m ² hectárea	10.000	10.000
Total semillas/ha	7.000.000	7.000.000
% pureza	98	98
Total semillas/ha	7.142.857	7.142.857
% germinación	98	70
Total semillas/ha	7.288.630	10.204.082
% emergencia	80	80
Total semillas requeridas/ha	9.110.787	12.755.102
N° semillas/kilos	320.000	320.000
Dosis de semilla (kg/ha)	28	40
% incremento		40

Dosis de semilla de ballica
anual en un suelo con
correcta cama de semilla

Parámetro	% germinación	
	normal	baja
Semillas/m ²	700	700
m ² hectárea	10.000	10.000
Total semillas/ha	7.000.000	7.000.000
% pureza	98	98
Total semillas/ha	7.142.857	7.142.857
% germinación	98	70
Total semillas/ha	7.288.630	10.204.082
% emergencia	60	60
Total semillas requeridas/ha	12.147.716	17.006.803
N° semillas/kilos	320.000	320.000
Dosis de semilla (kg/ha)	38	53
% incremento		40

Dosis de semilla de ballica
anual en un suelo con
preparación imperfecta

Época de siembra

- ✓ El momento de siembra es definido por la temperatura y humedad del suelo
 - ✓ Temperaturas inferiores a 8°C no son adecuadas para establecer una pastura
 - ✓ Cada especie posee un rango de temperatura a la cual germina siendo las leguminosas el grupo menos exigente
-

Efecto de la temperatura del suelo en el porcentaje de germinación de semillas de especies gramíneas y leguminosas, expresado en número de días que alcanzan las semillas viables un 75% de germinación

Especie	Temperatura (°C)				
	5	5 a 10	10	15	20
Ballica perenne	23	13	11	6	4
Pasto ovilla	51	28	22	18	14
Bromo	40	26	22	12	8
Festuca	65	29	12	9	8
Trébol blanco	8	8	4	3	2
Alfalfa	10	6	4	3	2
Trébol rosado	15	10	8	5	3
Lotera	-	-	18	10	6

Fuente: Adaptado de Hampton, Kemp y White, 1999

- ✓ Existiendo la temperatura de suelo adecuada para la especie, la humedad pasa a ser el factor determinante
 - ✓ El mayor porcentaje de germinación y emergencia de las plántulas, se registra cuando el suelo se ubica en capacidad de campo, es decir, en el momento donde el suelo se encuentra húmedo y no tiene capacidad de retener más agua
-

- ✓ Existen dos periodos tradicionales de establecimiento de pasturas y cultivos suplementarios: febrero – abril y agosto – octubre, sin embargo, existiendo las condiciones de humedad y temperatura de suelo, el periodo de siembra se puede extender aún más, alcanzado a casi nueve meses del año
-

Efecto de la Época de Establecimiento en el Rendimiento Invernal de Ballica Anual

Fecha de Siembra	N° de Cortes	Primera Utilización	ton MS/ha	%
Marzo	4	15-may	5.51	100
Abril	3	08-jul	2.48	45
Mayo	2	13-ago	0.24	4

Fuente: Demanet, 2002

La siembra en épocas inadecuadas afecta el establecimiento y
productividad de la pastura



Día de siembra



Día de siembra



5 días post siembra



10 días post siembra



14 días post siembra



· 24 días post siembra



24 días post siembra



24 días post siembra



24 días post siembra



24 días post siembra



24 días post siembra



Que decepción sólo tenía buen lejos



35 días post siembra



35 días post siembra

Siembra de especies forrajeras



Al finalizar el proceso de siembra se evalúa la emergencia de las plantas su cobertura y la competencia con las especies residentes (malezas)



Siembra de ballica de rotación



Siembra de alfalfa



Siembra de maíz
ensilaje en sistema de
cero labranza



Siembra de maíz
ensilaje en sistema de
labranza convencional



Siembra de avena al voleo sobre rastrojo de maíz ensilaje



Siembra de nabos forrajeros



Siembra de
remolacha forrajera



Siembra de Plantago



Siembra de Achicoria

Efecto de la presencia de especies residentes

- ✓ Las especies residentes, plantas acompañantes o malezas interfieren en las primeras etapas de desarrollo de las pasturas de rotación
 - ✓ El control de este tipo de especies se inicia con un buen barbecho químico que en ocasiones es posible complementar con el control químico de post emergencia
-

A partir de su utilización, el consumo de los animales y la alta velocidad de rebrote reducen la importancia de estas plantas que pasan a tener una baja contribución a la composición botánica de la pastura y su acción es solo presencial



Dependiendo del tipo, densidad y desarrollo de las malezas es el control químico que se puede realizar, donde se destacan algunos herbicidas de amplio espectro

Utilización post emergencia



La utilización en
pastoreo en las
primeras etapas de
desarrollo se hace con
animal liviano y con
pastoreo controlado



Para ingresar los animales a pastoreo las plantas deben tener un arraigamiento que impida que los animales las extraigan a través del consumo



Para lograr la mayor
producción y persistencia
el pastoreo debe ser
infrecuente intenso



Establecimiento de pasturas

Rolando Demanet Filippi
Universidad de La Frontera

Praderas y Pasturas
2022