Ing. Agr. Jorge Salomone
EEA CHUBUT
2023

Leymus racemosus ssp sabulosus y Leymus arenarius, especies claves para las tareas de control de erosión eólica y revegetación en la Patagonia argentina.

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria
Argentina

Leymus racemosus ssp sabulosus y *Leymus arenarius*, especies claves para las tareas de control de erosión eólica y revegetación en la Patagonia argentina.

Ing. Agr. Jorge Salomone. INTA E.E.A. Chubut, actualmente jubilado.
Correo electrónico: jorgesalomone2016@gmail.com

Prólogo

El presente trabajo expone las potencialidades de dos especies vegetales que han sido utilizadas para remediación por el INTA en los últimos sesenta años en la Patagonia argentina. Reporta información que está dispersa en muchos informes internos y conocimientos adquiridos en trabajos de campo. Se destaca como precursor al Agrónomo Nacional José María Castro, quien fue pionero en experimentar y seleccionar estas especies para la detención de médanos, dunas y rehabilitación de pavimentos de erosión en la Patagonia argentina.
No menos importantes son quienes proveyeron materiales genéticos para su experimentación como los Ing. Agr. Elander y Julio Cittadini.
El trabajo se complementa con trabajos publicados por S. Greipsson y colaboradores en Islandia y Arentsen Sauer en la Patagonia chilena.
Finalmente quiero agradecer a la Lic. Adriana Beider y al Ing. Agr. Gustavo Buono quienes analizaron este trabajo e hicieron excelentes aportes y a la Lic. Erica Llanos quien realizó el mapa de sitios de siembra en la Patagonia.

Introducción

La Patagonia sufre graves problemas de erosión. El clima en la región patagónica es semiárido frío, con lluvias que varían de menos de 200 mm en la zona central a más de 1000 mm en la zona cordillerana (Paruelo y otros, 1988). Los suelos son principalmente aridisoles, frágiles y con poca estructura, aunque hay presencia de molisoles en el sur. Mapas recientes indican que 9 M ha (18%) están afectadas por erosión hídrica o hídrica-eólica principalmente, lo que constituye un 12% de Chubut, 25% de Santa Cruz y 6% de Tierra del Fuego. Entre 1986 y 2006 se estimó un 142% de aumento de áreas erosionadas para Chubut (Salomone y otros, 2008), y un estudio de caso de médanos en Santa Cruz indica un 165% de incremento (Oliva, 2017). Estos datos no incluyen la erosión a pequeña escala, en forma de parches de suelo desnudo en áreas vegetadas, que es un proceso generalizado.

La región está dominada por los fuertes y persistentes vientos que alcanzan los 150 km por hora provenientes del oeste y sudoeste principalmente en los meses de primavera y verano. En invierno el desplazamiento hacia el norte del anticiclón del Pacífico determina un aumento de las precipitaciones invernales sobre la región. Las estaciones de primavera y el verano son muy ventosas y dado que la mitad de las precipitaciones ocurren en los meses más fríos del año, presentan un marcado déficit hídrico (Paruelo, 1998). Las numerosas de tormentas de polvo que se producen, arrastran partículas finas y muy finas denominadas material particulado menor a 10 micrones o menos –MP10- que afectan las poblaciones humanas (Silenzi, 2016), destruyen infraestructura física (casas, galpones, infraestructura vial, etc.) e incluso pueden provocar el vuelco de vehículos por la falta de visibilidad.

Los suelos de la región patagónica han ido perdiendo sus propiedades naturales. El pastoreo ovino y bovino le han hecho perder gran parte de los componentes más valiosos como materia orgánica, microorganismos, limos y arcillas, reduciendo su capacidad de retención de agua, su fertilidad y el valioso espacio poroso que poseían. Las plantas se debilitan con estos cambios. Esto ha originado enormes superficies con pavimentos de erosión y médanos en la región (Castro, 1980).

La restauración ecológica de estos ambientes requiere de barreras físicas que detengan la dinámica de la acción eólica e hídrica como corrugado, zanjas en contorno, cobertura física de distintos materiales y, fundamentalmente, la implantación de especies vegetales. Estas especies vegetales implantadas, como los *Leymus* (sinónimo Elymus) introducidas hace más de cien años, han demostrado que, por su rapidez de implantación, cobertura aérea y radicular y simplicidad de manejo, son las más apropiadas para iniciar un ciclo de regeneración vegetal de médanos y pavimentos de erosión que culmina con las especies nativas establecidas nuevamente.

En Patagonia argentina, la fijación de médanos y rehabilitación de sitios con pavimentos de erosión comenzó con el Agrónomo José María Castro, quien desde el año 1960 en adelante empezó utilizando *Leymus arenarius* y *Leymus racemosus* ssp *sabulosus* en las provincias de Santa Cruz y Chubut (Castro, 1983).

Foto 1: José María Castro

Los resultados obtenidos en cuanto a perennidad, adaptación a distintos tipos de suelo y agresividad hicieron que priorizara *Leymus racemosus, que* es una especie de sucesión pionera con aportes multipropósitos como ser: a) fijar y estabilizar suelos en movimiento como es el caso de los médanos; b) detener procesos erosivos; c) generar cobertura vegetal en pavimentos de erosión y otras áreas de suelo desnudo; d) iniciar procesos de sucesión vegetal en suelos con muy baja fertilidad y capacidad de acumulación de agua; e) aportar materia orgánica para el proceso de formación de suelo, ciclaje de nutrientes y formación de estructura; f) fijar carbono atmosférico; g) aportar forraje para el ganado, aunque puedan ser muy bajas en suelos de zonas muy áridas.

Foto 2: Cultivo de *L. racemosus* para fijar médanos

Tanto *Leymus arenarius* como *Leymus racemosus,* son especies que han cumplido un rol central en la recuperación de sitios afectados por procesos erosivos de la Patagonia argentina. Las características por las cuales fueron

priorizadas son: facilidad de reproducción por semilla y por rizomas, larga perennidad, excelente nivel de producción de biomasa aérea y radicular, forrajeras, resistencia a las heladas y a la sequía, tolerancia a la salinidad, rebrote inverno primaveral, resistencia a plagas, enfermedades y a temperaturas extremas, presenta resiembra natural, se adaptan a suelos arenosos, arcillosos y gravosos lo que permite utilizarlas en médanos y pavimentos de erosión. Ambas especies prosperan en regiones donde las precipitaciones alcanzan los 150 mm anuales y se adaptan a suelos residuales. Luego de estabilizar el área ambos Leymus decaen y son desplazados por la vegetación natural. En nuestra región se han implantado con éxito en la cordillera, la meseta central y la costa donde se han sembrado más de 6.000 hectáreas de pavimentos de erosión y médanos.

Foto 3: Resiembra natural de *L. racemosus*

A pesar de ser especies que se adaptan a las condiciones extremas de la región patagónica no han sido utilizadas con la intensidad que ofrece su potencial. Sin duda la dificultad en la obtención de semilla y el desconocimiento de sus características biológicas han sido relevantes.
El objetivo del presente trabajo es sistematizar y aportar conocimientos e información respecto de las mismas para los tecnólogos que requieran su utilización.

Taxonomía y especies relacionadas

L. arenarius y L. racemosus pertenecen al orden de las Poas (Poales), familia Poaceae y tribu Triticeae. Ambas están emparentadas y son especies de climas fríos. Ha habido considerable confusión en la designación entre ambos géneros. El género Leymus tiene alrededor de 50 especies con niveles de ploidía que van de 2n:4x:28 a 2n:12x.84. Leymus racemosus es posiblemente un antecesor de Leymus arenarius (Greipsson, 1994a).

Leymus arenarius (L.) Hochst (Sinónimo Elymus arenarius), lyme grass o pasto malvinero, es una planta perenne, con gruesos rizomas estoloniformes que dan origen a matas azul grisáceas de 0.6 a 2 m de altura. Espiga cilíndrica, erecta y rígida densa de 15-35 X 1-2.5 cm, el raquis con

12 a 18 nudos alternados, espiguillas sentadas con 2 a 3 en cada nudo del raquis, 3- 5 floras. Es una planta europea ampliamente cultivada para fijar dunas propagándose por estolones o por semilla. Tiene un ciclo primavera-otoño-inverno. En Tierra del Fuego es frecuente encontrarla en los arenales de la costa norte. En las Islas Malvinas se lo cultiva con éxito desde 1923 en mezcla con *Ammophila arenaria* (L.) Link (Correa, 1978). Esto hizo que durante muchos años a L. arenarius se lo denominara "pasto malvinero". Ha sido considerada una especie halófita por crecer a orillas del mar. En Islandia las semillas de la costa son más tolerantes a salinidad que la semilla que proviene del interior de la isla. (Greipsson, 1996b).

Leymus racemosus (Lam.) ***ssp sabulosus*** (Lam) Tzvelev (Sinónimo Elymus sabulosus) conocido como mammoth wildrye. Es una planta perenne, robusta, con gruesos rizomas estoloniformes, sus hojas presentan una cera superficial que da coloración glauca a su follaje. Presenta espiga cilíndrica, erecta, de 20 a 27 cm por 1 a 2 cm, el raquis presenta 25 a 30 nudos alternados. Por cada nudo del raquis se presentan 3 a 8 espiguillas. Vive naturalmente en suelos arenosos de las orillas de océanos, mares, lagos y ríos, donde prospera gracias a sus rizomas. Presenta ciclo primavera-verano-otoño. Es una especie que macolla en forma intensa, se han contado hasta 250 macollos por planta. Se convierte en pasto duro luego de la espigazón. Habita en una amplia variedad de terrenos, como bosques húmedos, tierras secas, costas y suelos con altas concentraciones salinas.
Se diferencia de *L. arenarius* porque *L. racemosus* tiene espiguillas 2-8 por cada nudo del raquis mientras *L. arenarius* 2–3 (Correa, 1978). A simple vista *L. racemosus* tiene espigas más gruesas.

Foto 4: *Leymus arenarius* en Jardín de introducción de E.E.A. Chubut

Foto 5 *Leymus racemosus* en Jardín de introducción de E.E.A. Chubut

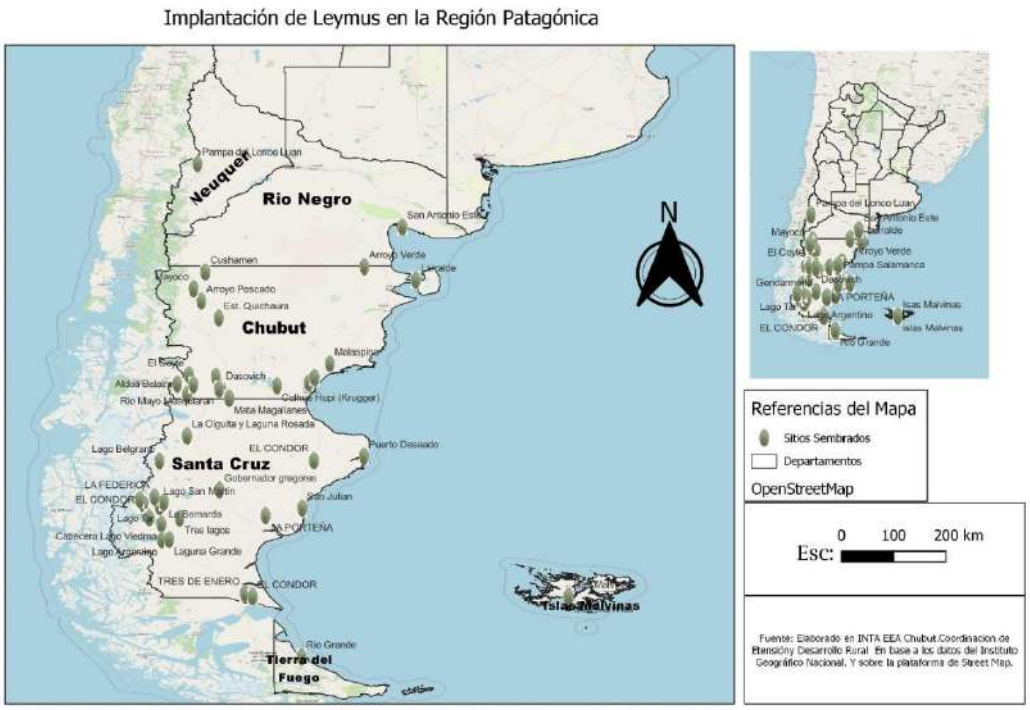
Introducción en el país de las distintas especies estabilizadoras

Aproximadamente en 1900 la Sociedad Importadora y Exportadora de la Patagonia utilizaron *Leymus arenarius* y *Ammophila arenaria* para detener la arena en Tierra del Fuego. (Arentsen Sauer, 1960). Éste último expresa que Leymus tiene ventajas sobre Ammophila porque sus hojas son más grandes y retiene más arena, produce abundante semilla y se descompone con más facilidad generando mantillo. La única ventaja de Ammophila es que no es palatable. Davies (1940) cita en *The grasslands of the Argentine and Patagonie* el cultivo de Ammophila en la Estancia El Cóndor en Santa Cruz, donde en la frontera con Chile las dunas ocupan un área considerable (Correa, 1978).
La Memoria de la Dirección General de Tierras correspondientes a los años 1922/28 expresa que frente al declive productivo de los pastos naturales de la región patagónica "el Estado debe proceder como problema propio y de fomento al ensayo de nuevas forrajeras, ya sea por su intermedio de las chacras experimentales o dando al poblador las indicaciones más convenientes por intermedio de sus agrónomos regionales" (Sarobe, 1934). Ésta es la razón por la que se buscaron especies introducidas de ambientes similares a patagonia que tuvieran capacidad para producir forraje y de este modo sostener e incrementar la producción ganadera.
En el año 1958, en la ex Estación Experimental Cañadón León del INTA en Gobernador Gregores de la Provincia de Santa Cruz, los Ing. Agrs. Elander y Cittadini (Informes de Planes de Trabajo inéditos) realizan un Jardín de introducción de más de 200 especies gramíneas y arbustivas con el objetivo de observar su comportamiento y buscar forrajeras que mejoraran los pastizales naturales de la región. Entre las especies seleccionadas se encontraban *Ammophyla arenaria, Leymus arenarius (ex Elymus arenarius), E. agroelymoides, E. glaucus, E. cinerius, E. junceum, E. triticoides, E. angustus, E. sabulosus (luego Leymus racemosus), E. condensatus, E. sibericus y E. giganteus.* Todas estas especies se multiplican por rizomas y por semilla.
Castro (1980), desde el año 1960 y a partir de los resultados obtenidos en el Jardín de Introducción de Cañadón León, comienza a probar en la Patagonia argentina las especies fijadoras y forrajeras mencionadas. Consideró que era necesario contar con especies con grandes reservas en la semilla, rapidez de anclaje, sistema radicular agresivo, follaje con gran poder de recuperación ante el impacto de partículas de arena y resistentes a la sequía, por ello seleccionó tres especies: *Leymus racemosus spp. sabulosus*, *L. arenarius* y *L. angustus*. Estas especies se seleccionaron por su mejor adaptación y porque habían funcionado muy bien a partir de la siembra, ya que a los tres años las sembradas estaban mejor que los trasplantes. Estas tres especies son rizomatosas y tienen rápido anclaje, sus hojas se retuercen para evitar la evaporación de agua de sus tejidos, los tejidos de sus hojas se recuperan con rapidez de las lastimaduras causadas

por el impacto de partículas de arena, poseen abundante producción de semillas con reservas para la plántula.
Castro expresa que, de las tres especies seleccionadas, *L. racemosus subespecie sabulosus* es la más sobresaliente ya que es más longeva, cultivos con más de 20 años se encontraban en buenas condiciones, presentaba resiembra natural, se adaptaba a suelos arenosos, arcillosos y gravosos lo que permitía utilizarlo en médanos y pavimentos de erosión. Producía abundante follaje y era el que mejor resistía las partículas de arena. Era muy palatable y en zonas de buenos suelos las matas alcanzaban una altura de 1.8 metros.
Con respecto a *L. arenarius* expresa que formaba matas rizomatosas muy vigorosas, era muy palatable, pero cuando se pastoreaba demasiado se secaban las hojas. En áreas de 200 mm anuales desaparecía en menos de 10 años a diferencia de *L. racemosus spp sabulosus*. Era buena para trabajos de fijación en las zonas cordillerana, pero éste último lo superaba. Solo se lo recomienda cuando no se disponga de semilla de *L. racemosus spp. sabulosus*.
Por su parte *L. angustus* demostró comportamiento bueno en suelos bien equilibrados respecto a su fertilidad, pero no prosperó con precipitaciones inferiores a 200 mm anuales.

Implantación de *Leymus racemosus spp sabulosus* y *Leymus arenarius* en la región patagónica

En todas las provincias patagónicas (desde Neuquén y Río Negro hasta Tierra del Fuego) se realizaron trabajos de fijación de médanos y dunas con estas especies. Estos trabajos se fueron realizando a lo largo de los años y, en muchos lugares, ya casi no quedan rastros de la labor realizada debido a la recuperación de la vegetación nativa y el desplazamiento por parte de ésta de las especies sembradas.
Los cultivos que figuran en el mapa fueron programados y realizados por el Agr. J. M. Castro (Chubut, Santa Cruz y Neuquén), el Agr. Horst Thierauf (Santa Cruz), el Agr. Fracasso (Chubut), el Ing. Agr. José Barría (Santa Cruz), el Agr. Julio Osses (Santa Cruz), el productor “vasco” Alberdi (Ricardo Rojas, Chubut), el productor Sr. Sanz (Río Gallegos, Santa Cruz), la productora Sra. Susana Fernández (Lago Blanco, Chubut), el Ing. Agr. Ricardo Schenkel (Chubut), la Ing. Agr. Georgina Ciari (Chubut) y el Ing. Agr. Jorge Salomone (Chubut). De igual forma, también es preciso recordar a aquellos operarios idóneos en el tema como Eduardo Sanhueza, Alberto Evans, el “tero” Sandoval, Ricardo Zarias, Américo Paso y tantos otros anónimos (para mi) que soportaron en el campo las difíciles condiciones de trabajo en los médanos de la región.



Biología, producción y manejo de *L. racemosus* y *L. arenarius*

1.- Características del cultivo

En el centro de la costa patagónica (Comodoro Rivadavia) las plantas comienzan a rebrotar a mediados del mes de agosto, en la primera semana de noviembre entran en la fase de principio de elongación y florecen una semana después. Para fines de noviembre o principios de diciembre están en plena etapa de espigazón, madurando para la primera quincena de enero. Luego se secan y se convierten en un pasto duro y entran en un período de latencia breve desde fin de enero a fin de febrero. Posteriormente continúan macollando hasta la primera semana de junio que entran nuevamente en latencia. Estas fechas fenológicas se retrasan a medida que el cultivo se desarrolla hacia el sur y hacia el oeste de la región patagónica. La producción de materia seca crece lentamente en primavera, se expande en verano y luego comienza a decaer lentamente (Salomone, 1985b, Tabla 1).

Tabla 1: Producción de materia seca de Elymus a lo largo de una temporada de crecimiento.

	Distrito florístico	
	Subandino	Sierras y Mesetas
Fecha (día mes)	Kg/ha	Kg/ha
11-dic	763	689
23-ene	2152	1019
22-feb	1224	851
27-abr	1067	660

Ambas especies se multiplican por semilla y en forma vegetativa por trasplante. Luego de la etapa de plántula *Leymus racemosus* desarrolla un sistema radicular intenso. En acumulaciones de arena de más de 5 metros de profundidad se determinó a través de un medio radioisotópico (P32) el crecimiento lateral y la penetración del sistema radicular. En el segundo año de crecimiento alcanzo una profundidad de 2.5 m y una distribución lateral de 1.5 m (Castro, 1981).

Con el tiempo, variable según la especie, el tipo de suelo y la cantidad de años, estas plantas colonizadoras son desplazadas por la vegetación natural y no es posible obtener plantas o semillas. Por ello muchos trabajos técnicos se han enfocado en la producción de semillas o la instalación de semilleros.

Foto 6: Zona de lago Blanco. Cultivo de *Leymus racemosus* con tres años de implantado

Foto 7: Zona de lago Blanco. El mismo lugar diez años después. Se aprecian las matas secas de *Leymus*

El estrés hídrico puede ser sobrellevado por las plantas a través del enrollamiento de las hojas que evitan la evaporación de agua de sus tejidos y las lastimaduras en sus hojas causadas por el impacto de partículas de arena. También poseen serosidad que evita la evapotranspiración y la senescencia temprana.

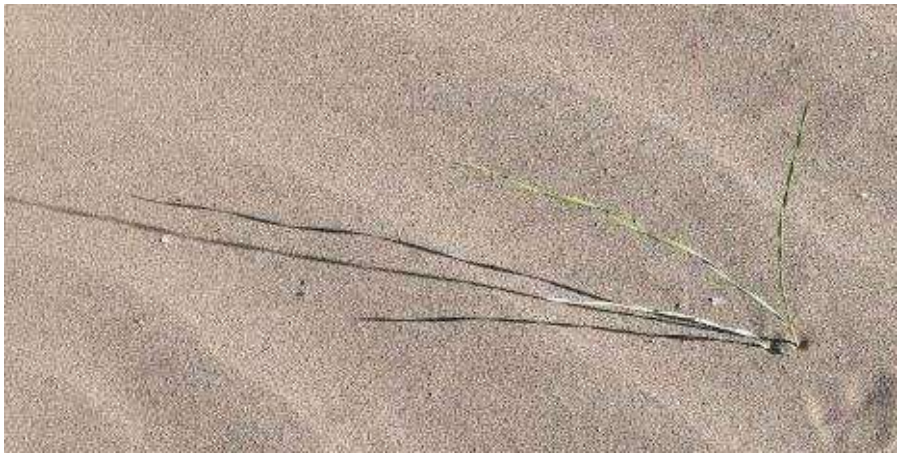


Foto 8: Se aprecia cómo se enrollan sus hojas frente al stress hídrico.

Estas especies al establecerse cambian las condiciones del suelo superficial, lo cual modifica su entorno y microclima volviéndose más adecuado para una sucesión vegetal posterior. El establecimiento de una barrera de plantas, atrapa arena, limos y materia orgánica. En comparación

al suelo desnudo circundante, reduce la evaporación y modifica la temperatura y humedad del suelo. Luego se genera mantillo y comienza a restablecerse el ciclo de nutrientes.
Ambas especies son consideradas halófitas facultativas ya que puede prosperar en suelos salinos. Son facultativas porque pueden también crecer en suelos no salinos. *L. arenarius* es una especie muy resistente a la salinidad, probablemente debido a una gruesa capa epicuticular de cera en sus hojas. En Islandia encontraron más tolerancia a salinidad en los cultivares de la costa que los del interior del territorio. Allí *L. arenarius* es usada en siembras en surcos justo sobre donde termina la marea (Greipsson 1996b). En la patagonia árida la mayoría de los pavimentos de erosión son salinos al igual que los suelos tapados por la arena de los médanos. Para estos casos, Castro (1983) recomienda *L. racemosus* por adaptarse mejor a suelos arcillosos y limosos que *L. arenarius*.
Tienen una gran tolerancia al frío ya que han prosperado en los lugares más áridos y fríos de la Patagonia como Sarmiento y Gobernador Gregores.
Una característica que se observa en ambas especies es la pérdida de vigor por competencia con la flora nativa, presentándose en forma más rápida en *L. arenarius*. Después de estabilizado el sitio y colonizado por plantas nativas del lugar, el cultivo es dominado progresivamente por la vegetación natural y finalmente muere. Se han ensayado varias teorías respecto a esta declinación como la ausencia de sitios seguros de germinación, la pérdida de fertilidad o la mayor adaptación de las plantas nativas al nuevo ambiente.
Otra característica valiosa es que su ciclo se adecúa perfectamente a las condiciones meteorológicas de la Patagonia. Comienza a vegetar a fines de invierno aprovechando el excedente hídrico y antes de los fuertes vientos primaverales, luego entra en latencia en el verano seco y también en el frío invernal.
Con respecto a enfermedades no se han apreciado enfermedades que dañen los cultivos. Quien suscribe, encontró en algunos años una enfermedad llamada bend que dobla las espigas. Greipsson (1994a) reporta que semillas de *L. arenarius* son atacadas en regiones húmedas por enfermedades como Ustilago hypoditis (carbón de la espiga).

2.- Características de las Semillas.

Leymus arenarius tienen una media de 230.000 semillas por kilo mientras que *Leymus racemosus* posee 210.000 semillas por kilo y sus semillas tienen aristas muy pubescentes que dificultan la siembra y la cosecha mecánica.

Las semillas de estas especies tienen dormancia. La dormancia en las especies vegetales se puede deber a los siguientes factores: a) embriones inmaduros b) cubierta de la semilla impermeable al agua y los gases c) impedimentos mecánicos que inhiben el desarrollo del embrión d) requerimientos inadecuados de luz y temperatura e) presencia de sustancias que inhiben la germinación. En el caso de los *Leymus* se debería a la necesidad de acumular horas de frio para germinar.

Greipsson (1996a) y Stanganelli (1999) encontraron que la estratificación por 14 días a 5 °C es un prerrequisito para una completa germinación. Esta es una característica de las especies de climas fríos, que impide que las semillas germinen tempranamente en el otoño. Luego de la estratificación la germinación es en 10 días, máximo 15 días, pero no más de 20. Si no se realiza la estratificación antes de la siembra en el campo, estas especies tardan entre 20 y 30 días en germinar y permanecen en estado de plántula 30/35 días. Por ello Castro recomienda un reposo prolongado con temperaturas bajo cero antes de la siembra a campo.

Además, la germinación de estas especies es inhibida por la luz. Por ello las siembras a voleo, donde las semillas quedan en superficie o a poca profundidad, fracasan. Pero, por otra parte, si las semillas son enterradas a demasiada profundidad es probable que la temperatura constante impida que germinen, dado que la alternancia de temperaturas es un factor que favorece la germinación (Greipsson, 1994).

Temperaturas mayores a 30 °C inhiben la germinación. Si bien son especies de clima frío, muchas veces la temperatura en la superficie de los médanos es 10 a 15 °C mayor que la temperatura del ambiente. Por ello se debe sembrar a una profundidad de, al menos, 5 cm, donde además la humedad es mayor (Greipsson, 1995).

Otra característica de ambas especies es la etiolación, es decir que las plántulas recién germinadas tienen un gran potencial para elongarse en la oscuridad. El largo de la hoja etiolada tiene relación con el peso de la semilla. Greipsson (1996b) encontró para *L. arenarius* que semillas enterradas hasta 15 cm lograron emerger, pero a 20 cm no emergió ninguna. Por ello, los resultados de una siembra son buenos cuando se realiza a una profundidad de 5 cm y decae conforme aumenta la profundidad. Aunque la emergencia declina con la profundidad de la capa de arena, una alta proporción de semillas enterradas lo hace desde los 10 cm y una razonable proporción lo hace desde los 15 cm. Para lograrlo, es importante un alto contenido de reserva en las semillas. Greipsson (1996b) encontró que el peso medio de las semillas de *L. arenarius* debía ser de 11,2 mg. Por lo tanto, semillas más pesadas poseen mayor capacidad para emerger en caso de quedar muy enterradas, germinan más rápido y en mayor porcentaje. La capacidad de

las jóvenes plántulas de crecer a través de rápidas acumulaciones de arena es notable.

3.- Determinación del poder germinativo

Las condiciones más adecuadas para determinar el poder germinativo son en oscuridad, teniendo en cuenta que una breve luz del laboratorio no inhibe la germinación, por lo que no es necesario tomar precauciones especiales en el momento del conteo.
Previo al inicio de la determinación se recomienda la estratificación con humedad y frio a temperatura de 5 a 7° centígrados durante 10 a 15 días. Luego deben tener un rango de temperaturas de 5 a 30 °C, con alternancias de al menos 10 °C (12 horas frías y 12 horas cálidas).
Para ello colocar las semillas en un recipiente de por ejemplo 10 x 20 cm y 10 de profundidad con arena húmeda, cubrir con 3-4 cm de arena y colocar en heladera para realizar la vernalización, controlar que se mantenga la humedad a lo largo del tiempo de estratificado y poner en estufas de frio/calor. Las plántulas comenzarán a emerger a los 10 a 12 días y no más de 20 días.

4.- Producción y calidad de semilla

En las áreas restauradas, utilizadas como lugar de colecta de semilla o semilleros, se observa una marcada disminución en el vigor de las plantas a medida que transcurren los años y avanza la vegetación natural. Simultáneamente, se produce una merma de la producción de semillas que obliga a instalar, o buscar, nuevos semilleros. Esto concuerda con los resultados obtenidos con *Leymus arenarius* por Greipsson (1996a).
Stanganelli (1999) analizó semilla de tres poblaciones locales de *Leymus racemosus spp. sabulosus* y encontró valores de semilla vana que oscilaron del 53% al 67% del total de semilla. Por otro lado, la fracción de semilla “llena” presentó valores de viabilidad (con tetrazolio al 1%) que oscilaron del 8% al 19%. Esto arrojó bajos valores de semilla viable, que variaron entre el 4.5% y el 13% en peso en las tres poblaciones.

Salomone (2003), evaluó la cantidad y calidad de la semilla producida según la edad de las plantas. Para ello seleccionó al azar tres surcos sembrados en cada año, dentro de un médano trabajado en diferentes años. En cada surco cosechó cinco muestras de semilla, donde cada muestra estaba compuesta por todas las semillas cosechadas a lo largo de un metro lineal de surco. Los resultados muestran un importante decrecimiento en la

cantidad de espigas presentes por metro lineal, el peso y la cantidad de semilla por espiga y la producción de semilla por metro (Tabla 2), así como el % de semilla llena en peso y cantidad (Tabla 3 y Figura 1) a medida que las plantas van envejeciendo y avanza la sucesión vegetal.

Tabla 2: Evaluación de la producción de semilla en virtud de la edad de las plantas

	2 años	3 años	4 años	5 años
Espigas por metro	99	69	34	21
Peso de semilla por espiga (gr/esp)	0.920	0.705	0.507	0.415
Cantidad de semillas por espiga	234	191	172	143
Producción semilla gr/m.	90.56	48.80	17.17	8.66

No todas las semillas producidas están llenas y de éstas no todas son viables. En la Tabla 3 se muestra la relación entre semillas llenas y vacías (vanas) en peso y en cantidad en relación a la edad del cultivo y la viabilidad determinada mediante el test de tetrazolio. Se aprecia que los valores que alcanzan las semillas vacías son altos para cultivos de todas las edades, aún para las más jóvenes. Esto se refleja tanto en el peso como en la cantidad de la semilla.

Tabla 3: Calidad de la semilla en relación a la edad de las plantas.

Edad de las plantas	2 años	3 años	4 años	5 años
% Semillas llenas en peso	65.8	56	49.4	47.9
% Semillas vacías en peso	34.2	44	50.6	52.1
% Semillas llenas en cantidad	42	35.7	29.3	27.7
% Semillas vacías en cantidad	58	64.3	70.7	72.3
% Semillas viables	20	28	27	24

Del análisis de la primera tabla se deduce que no solo hay menos semillas, sino que estas son más livianas conforme aumenta la edad del cultivo.

Tabla N° 4: Peso de la semilla en relación a la edad de las plantas.

Edad de las plantas	2 años	3 años	4 años	5 años
Peso total de 100 semillas (gr)	0.392	0.369	0.294	0.290
Peso de 100 semillas llenas (gr)	0.614	0.580	0.495	0.502

En la siguiente tabla se muestra la producción de semilla llena por metro lineal de cultivo y por hectárea (densidad de siembra 1 surco cada 2 m) y la producción de semilla viable por hectárea.

Tabla N° 5: Producción de semilla viable según la edad de las plantas.

Edad de las plantas	2 años	3 años	4 años	5 años
Prod. Semilla llena (gr/m)	59.59	27.33	8.48	4.15
Prod. Semilla llena (kg/ha)	297.95	136.65	42.40	20.75
Prod. Semilla viable (kg/ha)	94.90	71.90	24.90	10.30

La producción de semillas llena total y semillas viables por hectárea y por año tiene un máximo exponente en el segundo año luego de la siembra y decae en forma muy pronunciada con el correr de los años (Figura 1).

Greipsson (1995) encontró para Leymus arenarius, que el peso de la semilla tiene una relación inversa con el tiempo medio de germinación y una relación positiva con el porcentaje de germinación total. Las semillas más chicas, en relación a las grandes, tienen la mitad de germinación y tardan hasta diez veces más de tiempo medio. Cosecha de semilla de lugares, donde el peso promedio del total de las semillas de toda la espiga sea menor a 5 mg, no serían apropiados. Los mejores lugares de cosecha son aquellos con cultivos recientes y buenas condiciones climáticas. En términos prácticos cuanto mayor sea el peso promedio de las semillas cosechadas mejor será su calidad.

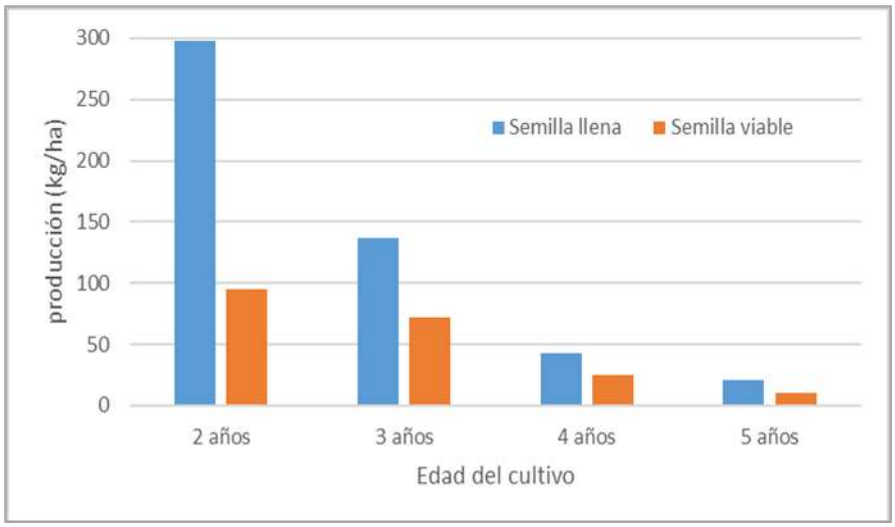


Figura 1: Producción total de semilla llena y semilla viable en función de la edad del cultivo

5.- La fertilización y la calidad de la semilla

La fertilización, al aumentar la disponibilidad de nutrientes para las plantas, favorece la cantidad y calidad de la semilla producida. La aplicación de 120 kg de N y 100 kg de P por hectárea incrementó significativamente la producción de semilla de *Leymus racemosus* de un semillero viejo,

alcanzando valores similares a la de los semilleros jóvenes (Salomone, 2008). La fertilización en otoño, previo a las lluvias, fue más eficaz que la primaveral. El porcentaje de semilla viable se incrementó con la adición de nitrógeno y fósforo independientemente de la fecha de aplicación. Finalmente, el peso de la semilla también se incrementó con la fertilización y fue indiferente al tiempo de aplicación (Salomone, 2008).
Greipsson (1994) para Islandia ha reportado que la competencia con otras especies no es el mayor factor de declinación de *Leymus arenarius* en dunas costeras sino la declinación de nutrientes aun en las plantas más vigorosas y que por ello, en los programas de rehabilitación de tierras en Islandia, las semillas son recubiertas con diatomeas para sumarle capacidad de absorción de agua y se aplican fertilizantes NPK a razón de 400 kg. por ha.
Por todo lo expuesto, para los trabajos de fijación de médanos, disponer de semillas más pesadas tiene una doble ventaja: 1) poseen mayor porcentaje de viabilidad y 2) tienen mayores posibilidades de emerger de la arena cuando esta se va acumulando sobre la semilla.

6.- Cosecha de semilla

Fecha de cosecha

La cosecha temprana afecta significativamente la calidad de las semillas por falta de madurez. Semillas cosechadas tempranamente tienen menor peso de semilla, tardan más en germinar y el poder germinativo es menor que en aquellas cosechadas dos semanas después. Una forma de detectar el momento adecuado de cosecha es cuando las semillas del tercio superior de las espigas comienzan a diseminarse. Estas semillas son las primeras en madurar, en general son pequeñas y vanas. Esto nos asegura que las de mayor peso del tercio medio y las inferiores estén maduras.

Tabla 6: Fecha aproximada de cosecha de semilla en distintos parajes de la región patagónica.

		enero				febrero				marzo			
Provincia	Localidad	1º sem	2º sem	3º sem	4º sem	1º sem	2º sem	3º sem	4º sem	1º sem	2º sem	3º sem	4º sem
Chubut	Comodoro Rivadavia												
Chubut	Río Mayo												
Chubut	Precordillera (El Coyte)												
Chubut	Ricadrdo Rojas												
Chubut	Aldea Beleiro												
Santa Cruz	Cach Aike												
Santa Cruz	Rio Gallegos												

Los períodos de cosecha son cortos, no más de diez a quince días, debido a que las condiciones ambientales (veranos secos y ventosos) favorecen la caída de las semillas de las espigas. Las espigas de las plantas más jóvenes maduran antes, en casos extremos hay hasta 5 días de diferencia.

Forma de cosecha:

La cosecha puede ser manual o mecanizada, aunque algún inconveniente con el sistema mecanizado hace que actualmente prevalezca el sistema manual.

Foto 9: cosecha manual con hoz

En los años 1960/70 la cosecha se realizó en forma manual cortando las espigas con una hoz y colocando las espigas en bolsones o lienzos de rafia como los utilizados para enfardar lana.
Posteriormente, en áreas con médanos y pavimentos de erosión, como El Coyte y Alto Río Mayo (zona precordillerana), extendidos y planos, Castro en 1978/82, utilizó una corta trilladora de grano fino a motor de arrastre. Como las barreras de *Leymus* estaban a nivel del piso a barlovento y tenían acumulación de arena a sotavento, para superar este inconveniente las ruedas de apoyo contaron con un sistema hidráulico que despejara del suelo la barra cortadora de espigas y además que permitía levantarlas del lado de barlovento.
Sin embargo, al igual que con las sembradoras, hubo dificultades con las aristas de la semilla por lo que hubo que hacer modificaciones en el cilindro clasificador y en los sistemas de zarandas de la corta trilladora. Con el tiempo esta cosechadora se dejó de utilizar y nuevamente se volvió a la cosecha manual con hoz.

En el año 1979 el Gobierno de la Provincia del Chubut dispuso de una máquina cosechadora autopropulsada para la cosecha de semillas. La semilla con la paja atascaba el recolector y el sistema de trillado por lo que también se dejó de usar.

Foto 10: corta trilladora cosechando *Leymus racemosus* en pavimento de erosión

Trilla y limpieza de las semillas

Al igual que para la cosecha, la trilla puede hacerse de manera mecánica o manual. Para hacerlo de forma manual, las espigas cosechadas se extienden sobre una lona en un lugar seco y fresco como un galpón. Aquí las semillas se van desprendiendo de las espigas y van quedando en el piso, se las golpea con un palo y de este modo se acelera su caída. Luego se quitan las espigas vacías y se recoge la semilla.
En la Estación Experimental de INTA Chubut se utiliza una trilladora estacionaria para desprender la semilla. Luego la semilla obtenida por medios físicos o mecánicos se limpia a través de una máquina estacionaria clasificadora de semillas. Ésta saca las impurezas, desecha las semillas más pequeñas y vanas y desgasta la arista de las semillas por lo que facilita la siembra y la cosecha mecánica. Posteriormente a la trilla y limpieza, la semilla es embolsada y se guarda en un lugar fresco y seco hasta el momento de su utilización. Como se explicitara anteriormente se recomienda su uso antes de que pierda poder germinativo.

7.- Implantación de semilleros

Frente a la gran demanda de semilla por alta presencia de médanos, pavimentos o áreas descubiertas, se ha intentado realizar semilleros en suelos profundos, bien drenados y de muy buena fertilidad de la zona

precordillerana (Aldea Beleiro) donde predomina trébol y festuca. Para ello se roturaron los suelos con rastra de discos de doble acción y se sembraron con sembradoras de grano fino. Los resultados no fueron buenos ya que en estos lugares la vegetación natural se rebrotó rápidamente y las especies fijadoras no pudieron competir y lograron establecerse.

Foto 11: espigas secándose para desprender la semilla

En los Jardines de introducción de Cañadón Seco y Trelew (Salomone, 1985a), se adquirió experiencia en los cultivos de Leymus bajo riego. Se recomienda sembrar en suelos arenosos y bien drenados, en surcos, con sistema lister en el fondo del surco. Sembrar a fin de otoño o en invierno y dar un riego temprano en primavera si el terreno se presenta seco, pero no mantener el suelo saturado durante el período de germinación y en estado de plántula. Las malezas constituyen un serio problema en primavera ya que tienen un crecimiento más rápido que los Leymus por lo que habrá que desmalezar. Se desmaleza en primavera y otoño. Por tratarse de especies de zonas áridas los riegos deben espaciarse aplicándolos con mayor frecuencia en primavera y otoño. En las parcelas de Trelew no se evaluó la producción de semilla sin embargo en las Fotos 4 y 5 se observa una buena producción al respecto.

8.- Siembra

Época de siembra:

La época de siembra ideal es el otoño, de modo tal que la semilla aproveche las lluvias del otoño invierno y la calma de los vientos durante esa época. También porque los suelos están poco húmedos aún y el laboreo los secara un poco. En esta época tampoco hay problemas en los caminos de los establecimientos rurales como ocurre en invierno (por nieve o heladas) o primavera (por exceso de agua).

En la franja oeste y precordillera, el período total de siembra se extiende desde mediados de abril hasta mediados de octubre. En la zona central zona más árida, desde mediados de abril a fin de agosto.

Se debe tener en cuenta que, las siembras tardías (invernales) tropezarán con el inconveniente de suelos excesivamente húmedos o helados, causas éstas que impedirán la realización apropiada de los trabajos.

Profundidad de siembra

Las condiciones ideales para la siembra en el campo son a profundidades de entre 5 y 15 cm, donde no llega la luz del sol y donde las condiciones de humedad permanecen mejor que en la superficie. Para ello se siembran en sistema lister (la siembra se realiza en el fondo de un surco profundo buscando la humedad del suelo). Posteriormente, las plantas responderán al enterramiento asignando biomasa en los brotes y hojas. (Fotos 12 y 13)

Dado que la siembra se realiza en otoño y las semillas comienzan a emerger a fines del invierno, las plántulas tienen al menos dos meses para establecerse antes de que las alcance una sustancial acumulación de arena. A medida que crecen y retienen arena también van captando elementos finos, materia orgánica y macronutrientes.

Fotos 12 y 13: Plantas de *Leymus* Der: atravesando la arena. Izq: sembrada a poca profundidad.

Densidad de siembra:

La densidad de siembra por hectárea varía según la distancia entre surcos. En los médanos, a medida que el espesor o altura de arena es mayor se realizan mayor cantidad de surcos (la distancia entre surcos disminuye). En los pavimentos de erosión, a medida que aumenta la aridez, los surcos están más distanciados. Por ello la densidad de siembra se expresa por metro lineal.

La densidad también varía de acuerdo a la calidad de la semilla. En patagonia para una semilla de calidad media se siembran entre 200 y 250 semillas por metro lineal (3 kg/ha cuando la distancia entre surcos es de 4 metros). A los fines del cálculo en terreno y dado que la semilla varia en su calidad (semilla viable) se estima una utilización de 4 a 5 kg. por hectárea.

Máquinas de siembra

Actualmente para la siembra con máquinas se utilizan las de tipo combinado, es decir que puedan abrir el surco y depositar en el fondo de éste las semillas de las especies fijadoras y también fertilizar al momento de la siembra con 40 kg/ha de N-P-K 15 15 15. El fertilizante se agrega en la tolva junto con la semilla. La fertilización es una práctica que se comenzó a realizar en los últimos diez años. En el recuadro se aprecia una publicación de Castro de 1964 donde muestra una máquina diseñada para sembrar *Leymus*.

Hoy se utiliza una maquina sembradora construida con un tambor de 200 litros ubicado sobre un chasis con ruedas que acciona un tornillo sinfín que concentra la semilla en la descarga del tambor y por caños rectos cae al surco. El surco se abre mediante un surcador tipo lister. La máquina es de arrastre, ya que ofrece mejor adaptación a las irregularidades del terreno que la montada en los tres puntos del tractor.

Foto 14: Sembradora actual

La capacidad de trabajo, con tractores neumáticos de 30 o más HP y una distancia entre surcos de un metro, es de 0.7 hectárea por hora. El tractor utiliza una marcha de primera baja para la tarea. La siembra es lenta y se requieren dos operarios, uno conduciendo el tractor y el otro controlando el aporte y la descarga de la semilla.

Fotos 15, 16 y 17: Sembradora de tambor (izquierda); el arrastre de una cadena va cubriendo las semillas (superior derecha); tornillo sin fin en el interior del tambor)inferior derecha).

Finalmente, el autor desarrollo una maquina tipo “planet” como la que se muestra en la foto 18 para pequeñas superficies teniendo en cuenta estos avances y la dificultad que deriva de tener que llevar un tractor y una máquina al terreno.

Las sembradoras tipo plantet, eran pequeñas sembradoras de un surco fabricadas en la década de 1920 en Estados Unidos por la firma Planet Jr. Éste tipo de sembradoras tenía un mecanismo de dosificación compuesto por una placa con orificios calibrados de diferentes tamaños y un mecanismo agitador compuesto por un cepillo giratorio (García Lopez et al.)

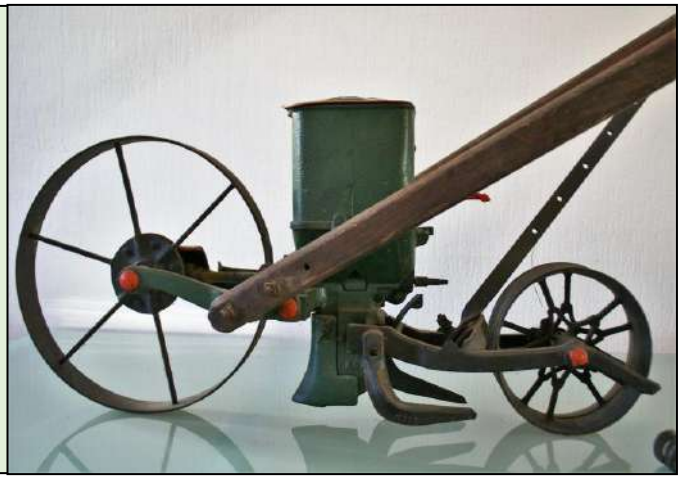


Foto 18: sembradora tipo planet

La máquina permite la siembra manual con dos operarios teniendo una adaptación muy buena al terreno, pero mayores tiempos de trabajo. En una hora de trabajo se siembra 0,4 ha con una densidad de un surco cada metro.

Fotos 19 y 20: sembradora manual para pequeñas superficies.

Forma de siembra

Para realizar la siembra y fertilización de ambas especies en médanos y pavimentos de erosión es conveniente tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La siembra con sistema de surco profundo se efectuará transversalmente a la dirección de avance del médano, vale decir, que los surcos se trazarán en el sentido del ancho del médano. En lugares con pendiente se siembra cortando la pendiente. Frente a una situación combinada (pendiente y arena en movimiento) prevalece el criterio de cortar el avance de la arena con surcos perpendiculares a la dirección de avance del médano.
- Se comienza la siembra desde atrás hacia adelante, o sea, de la cola hacia la cabeza del médano o frente de avance. En áreas con pendiente se siembra de arriba para abajo. De esta manera se disminuyen o detienen los aportes de material al frente de avance.
- Para favorecer el éxito del establecimiento de las plantas, en los médanos que demuestran gran movimiento de arena y actividad en su avance, se realizan prácticas estructurales, como ser el corrugado o la aplicación de diferentes materiales en superficie, que retienen o disminuyen la velocidad de avance de la arena. De ésta manera se garantiza que las plantas que se instalan no queden tapadas por el material en movimiento. Si no se pudieran aplicar no es aconsejable sembrar los médanos en toda su extensión en el primer año, sino aplicar la práctica por etapas. Así, el primer otoño se sembrará desde la cola hasta el límite probable de un buen resultado en el trabajo. En el segundo año y de acuerdo a la evolución del proceso, podrá sembrarse el resto del área medanosa o bien establecer sucesivas franjas de avance.

➢ En caso de realizarse zanjas mayores a un metro de profundidad y queden expuestos taludes muy hondos se siembra a sotavento del talud.

Fotos 21 y 22: barreras de L. racemosus perpendiculares al avance del médano.

Foto 23: siembra en el talud del médano

Castro (1964) especifica que el Leymus racemosus, a diferencia de Leymus arenarius, presenta semillas con una gran arista muy pubescente y que esta situación ha hecho que la semilla se atasque en el cajón sembrador. Por ello, ya en el año 1964 adaptó una sembradora sobre arado tipo sulky de tracción animal. El enganche podía ser de arrastre a través de una barra articulada o enganchado a los tres puntos del tractor. Sobre el asiento del conductor instaló una tolva e instaló un tornillo acarreador vertical con descarga al surco por un caño de goma flexible. Para detener la arena y sembrar en el fondo del surco la máquina tenía un surcador que era un cuerpo de arado de 14 pulgadas, que permitía realizar surcos de 30 cm de ancho y 25 de profundidad.

Máquina de siembra diseñada por Castro en 1964.

9.- Trasplante

El relieve o topografía del terreno puede constituir un obstáculo que impide totalmente el trabajo de siembra mecánica o manual. Tal sería el caso de pendientes excesivas para el trabajo con herramientas (tractor y sembradora). En estas situaciones extremas habrá que recurrir al trasplante de matas para la recuperación de la cubierta vegetal. Si bien la tarea resultará lenta y más costosa, implantar una especie perenne y de alto valor ambiental y forrajero, compensa el mayor costo y el trabajo que demandará lograr el cultivo.

Al ser una planta macolladora y rizomatosa de una planta se pueden separar muchos macollos con raíces. Es requisito para el trasplante que tengan alguna raíz activa. La forma de hacerlo se debe analizar para cada caso, pero como recomendaciones generales se destacan: a) utilizar plantas desarrolladas, estas poseen mayores posibilidades de adaptación en médanos vivos y mayor tamaño para tolerar mejor el movimiento de la arena; b) usar plantas a raíz cubierta acompañadas, de ser posible, con un sustrato arrancador e higroscópico; c) trasplantar en franjas cruzadas al movimiento

predominante de los médanos, que suele coincidir con la dirección de los vientos predominantes; d) la fecha óptima de trasplante es durante el invierno, cuando están en estado de latencia, previa a la estación de primavera que es la época de activo crecimiento; e) en la medida de lo posible contribuir con algunos riegos en primavera e inicio del verano; f) plantar a una profundidad de 30 a 40 cm.

Castro (1983) recomienda un macollo cada 0.50 metros dentro de cada fila y las filas separadas cada 2.00 metros. En taludes de gran pendiente el trasplante se realiza de arriba para abajo.

Una experiencia de trasplante de Leymus racemosus defoliado y no defoliado en Pampa de Lonco Luan provincia de Neuquén, dio como resultados que es mejor no defoliado.

10.- Producción forrajera y su aprovechamiento.

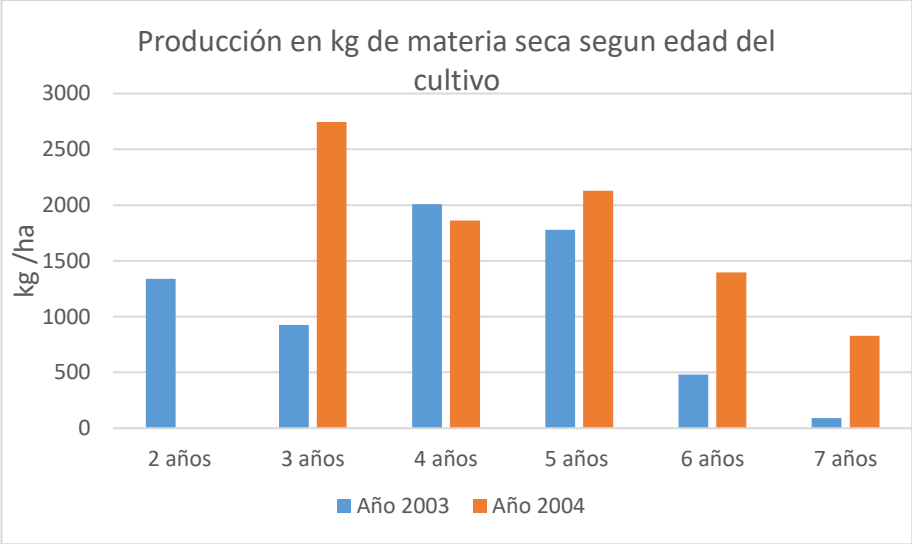
Al ser especies forrajeras, previo a la siembra, el sitio tiene que ser excluido del pastoreo de animales domésticos. En primaveras secas y en estado de plántula y comienzos del macollaje las plantaciones son atacadas por especies silvestres, particularmente liebres, guanacos y aves. Si el daño es muy severo puede hacer fracasar la implantación. El efecto del ataque se diluye a medida que la superficie a implantada es mayor.

En zonas de 300 mm o más de precipitación (Ricardo Rojas-Chubut), Castro (1983) reporta la producción forrajera para *Leymus arenarius* en 12.000 kg MS/ha, 6.800 kg MS/ha para *Leymus angustus* y 14.300 kg MS/ha para *Leymus racemosus*. En lugares con menores precipitaciones (150 mm anuales o menos) 8.450 kg MS/ha para *Leymus racemosus*, en siete meses de crecimiento, mientras que *Leymus arenarius* y *L. angustus* tuvieron un pobre desarrollo.

Salomone (1985b) analiza la producción de forraje respecto a la edad de las plantas. Para ello, en la zona de Río Mayo (150 mm anuales de precipitación), realiza cortes en dos años consecutivos en cultivos de distintas edades y encuentra un aumento de la producción en los primeros años y una pérdida de vigor posteriormente (Figura 2).

Salomone registra en Informes Técnicos de Plan de Trabajo, no publicados, que en el distrito subandino (precordillera, El Coyte 400 mm anuales) a fin del año de implantación de *L. racemosus* se obtuvo una producción de materia seca de 1.590 kg/ha.

Figura 2: Producción de materia seca en relación a la edad del cultivo



Castro en Informe de Plan de Trabajo obtuvo datos respecto a la calidad forrajera de *Leymus arenarius*. A través del INTA Castelar analiza el ensilaje obteniendo los siguientes resultados: humedad: 9%, celulosa bruta 31%, proteína bruta 9,3%, proteína pura 7,1%, amidos 2.1%, proteína no digerible 4,3%, proteína digerible 2,8%, grasa bruta 1,9%. Informa que fue dificultoso su suministro porque el silo en los días críticos de invierno, se hiela rápidamente. El cultivo no presenta inconvenientes al enfardado mecánico.
El pastoreo solo se recomienda después de 3 a 4 años. La época normal de pastoreo es de mayo a setiembre. Se puede hacer con caballos, bovinos y ovinos. Los bovinos son los que mejor se adaptan a razón de un bovino por ha de mayo a octubre. *Leymus arenarius* en Islandia ha sido utilizado para el pastoreo con ovinos dando resultados positivos, especialmente en primavera (Greipsson, 1994a).
Ambas especies son muy vulnerables al pastoreo y se recomienda no utilizarlas hasta que la vegetación natural se haya establecido, para evitar que el médano estabilizado se active nuevamente.

Castro (1980) reporta en Informes internos, que en pavimentos de erosión estabilizados en el Distrito Subandino (precordillera, El Coyte, Chubut) de más de dos años, con barreras de *Leymus arenarius* cada 6 metros, se han realizado pruebas exitosas de siembra de especies forrajeras como *Agropyro alargado*, *Melilotus officinalis* y *Festuca arundinacea*. Para estos trabajos se utilizó una rastra de discos de doble acción con cajón sembrador realizando una sola pasada de máquinas.
*Arentsen Sauer (*1960*)*, en Bahía Inútil y Punta Catalina en la parte chilena de Tierra del Fuego, informa que implantó barreras de *Leymus arenarius* y al inicio del tercer año sembró gramíneas como Agropyro, Festuca, Pasto ovillo, Alfalfa, Trébol blanco y rojo, obteniendo un incremento significativo de

forraje de 126 kg/ha a 1.350 kg/ha al tercer año y 2.700 kg/ha al cuarto año de sembrado.
En zonas de menos de 300 mm no es posible implantar pasturas entre las barreras de *L. sabulosus*.

11.- Utilización del Leymus racemosus en revegetación de sitios afectados por actividades petroleras, mineras y viales

La actividad petrolera es una fuente de severo deterioro ambiental en la región patagónica. La actividad petrolera arrasa con los suelos someros que tiene la región, su microflora, sus pastos, sus arbustos y fauna. Sin embargo, en estos últimos años por las medidas ambientales que toman las empresas, el impacto se ha ido reduciendo.
Golluscio y col (1999) han establecido los problemas de deterioro ambiental que realiza la actividad. Estos ocurren en las etapas de exploración, explotación y transporte. En exploración, en el pasado, las sismográficas en forma de cuadrículas para la prospección petrolera provocaba enormes daños. En la etapa de explotación se produce la denudación total de los suelos en las cercanías a los pozos para instalar las cigüeñas en lo que se denomina locaciones petroleras. Asimismo, se realizan caminos para llegar a las locaciones petroleras, para las líneas de electricidad que alimentan las cigüeñas y para la construcción de oleoductos y gasoductos. Estas generan playas de materiales sueltos y desnudos, taludes y cortes de barrancos que inician o agravan los procesos erosivos.
La composición de los materiales que quedan expuestos en los taludes son arenosos a franco, sueltos, sin estructura y carentes de vegetación. Por ello son similares a los médanos activos y pavimentos de erosión.
Ciano y col (1998) trabajando en rehabilitación de sismográficas con distintas especies vegetales reporta que la especie que mejor se comportó en las líneas sismográficas realizadas para la prospección petrolera en lugares áridos es el *Leymus racemosus*.
Salomone y col. (2013) experimentó con éxito la siembra de taludes de locaciones petroleras con *Leymus racemosus*. Se sembró en otoño con tractor y sembradora de tambor y para el año siguiente se obtuvo una cobertura vegetal del 70 %. A los 10 años desapareció el *Leymus* y se había restablecido la vegetación natural.

Foto 24: talud estabilizado mediante siembra 2005.

Foto 25: El mismo lugar 9 años después.

12.- Otros usos

Estas especies han sido utilizadas en ciudades de zonas áridas como ornamentales. En una plaza frente al Espacio Verde Pipi Aguiar de Rada Tilly en Chubut se la aprecia como cerco vivo de *Leymus arenarius*.

Foto 26: Rada Tilly, rotonda.

También, estudios realizados en la búsqueda de una agricultura sostenible, se ha encontrado que los genes de *Leymus racemosus* tienen un impacto positivo reduciendo la pérdida de nitrógeno en sistemas agrícolas a través de la inhibición biológica de la nitrificación (BNI) (Greipsson 1994). Este hallazgo es importante porque la pérdida de nitrógeno amenaza el éxito de las plantas y actualmente la única forma de prevenir este problema es mediante el uso de inhibidores artificiales. Los estudios han aislado genes de *L. racemosus* que le dan la capacidad de BNI. Considerado ancestro evolutivo del trigo, estos genes se podrían incorporar a cultivares modernos como una estrategia novedosa para mitigar los efectos de la contaminación por las pérdidas de nitrógeno y expandir la producción de trigo.

Semillas de especies dentro del género Leymus han sido usadas en Norteamérica, Rusia e Islandia como un sustituto de los cereales para consumo humano. Los científicos han estado investigando parientes evolutivos del trigo para incorporarlos al cultivar moderno y mejorar su resistencia al estrés biótico y abiótico. *Leymus racemosus* es uno de esos parientes que ha mostrado un gran potencial en este sentido ya que sus genes mejoran la resistencia de los cultivares modernos al tizón de la espiga por Fusarium, una infección fúngica que reduce la calidad y el rendimiento del grano.

13.- Conclusiones

Los *Leymus* analizados son muy útiles en la fijación de médanos, dunas y en la recuperación de pavimentos de erosión. También son una buena herramienta para la recuperación de sitios degradados por las actividades petroleras, mineras y viales. Si bien generan una importante producción forrajera la misma debe ser aprovechada con las limitaciones especificadas. La producción de semillas es un aspecto limitante para la difusión del cultivo. Hasta el presente se han cosechado semillas de médanos fijados y pavimentos de erosión estabilizados. Tendría que experimentarse la producción de semilla en valles irrigados y establecer sus restricciones productivas.
Cuando se evalúan los cultivos implantados se aprecian distintos fenotipos de la especie. Por ello es necesario en el futuro un programa de mejoramiento genético el que debería enfatizar su precocidad, de este modo aprovecharía el pequeño superávit hídrico invernal que se presenta en las regiones áridas de la Patagonia.

14.- Bibliografía

- Arentsen Sauer P. 1960. *Erosión y retención de dunas*. Artículo de divulgación, 18 pág. Chile
- Castro J.M. 1964. *Sembradora diseñada para labores de fijación de médanos en la Patagonia*. Boletín de divulgación N° 2. INTA. Centro Regional Patagónico. E.E.A. Gob. Gregores. Santa Cruz.
- Castro J.M. 1965. *Comportamiento de especies forrajeras utilizadas en experiencia para recuperar áreas erosionadas en la región Patagónica*. Informe técnico. INTA EEA Bariloche.
- Castro J.M. 1975. *El corrugado de suelos.*. 5º Reunión CAPERAS. Mendoza.
- Castro J.M., Salomone J.M. 1980. *Nuevo método para el control de procesos de erosión en la región patagónica.* 7º Reunión CAPERAS. IDIA Nº36 254:255 (1983)
- Castro J.M. 1980. *Técnica para aumentar la producción ganadera en zonas desérticas de la región patagónica.* Revista Patagónica Rural, vol. 5 año2.
- Castro J.M., Brenzoni E.O., Bujan A., Salomone J., Reichart R. 1981. *Determinación del crecimiento lateral y penetración del sistema radicular de Leymus racemosus por un medio radioisotópico*. Comunicación. Congreso de Medicina Nuclear.
- Castro, J.M. 1983. *Manual para la recuperación de áreas erosionadas en la Patagonia*. INTA EEA Chubut.
- Ciano, N., Nakamatsu V., Luque J., Amari M., Mackeprang O., Lisoni C. 1998. *Establecimiento de especies vegetales en suelos disturbados por la actividad petrolera.* Terceras Jornadas de Preservación de Agua, Aire y Suelo en la Industria del Petróleo y del Gas. Comodoro Rivadavia, Chubut.
- CORREA, M. 1978. *Flora patagónica*. Parte III: *Monocotyledoneae: Gramineae*. Colección Científica del I.N.T.A. Tomo VIII. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. 8 (3): 443.
- Davies W. The grasslands of the Argentine and Patagonie. Herbaje Publ. Series, Bull, 30:26. 1940
- Golluscio R. y Aguiar M. 1999. *El deterioro ambiental asociado a la actividad petrolera.* IFEVA Facultad de Agronomía. UBA. Patagonia XXI: hacia una diversificación productiva y sostenibilidad ambiental. DHV Consultants BV-SCC.
- Greipsson S., Davy A.J. 1994a. *Leymus arenarius: characteristics and uses of a dune building grass*. Ice Agric. Sci. 8:41-50.

- Greipsson S., Davy A.J. 1994b. *Germination of Leymus arenarius and its significance for land reclamation in Iceland*. Ann Bot 73:393-401.
- Greipsson S., Davy A.J. 1995. *Seed mass and germination behaviour in populations of the dune building grass Leymus arenarius*. Ann Bot 76:493-501.
- Greipsson S., Davy A.J. 1996a. *Aspects of seed germination in the dune-building grass Leymus arenarius.* Icel. Agr. Sci. 10:209-217.
- Greipsson S., Davy A.J. 1996b. *Sand accretion and salinity as constraints on the establishment of Leymus arenarius for land reclamation in Iceland.* Ann Bot 78:611-618.
- Oliva G., Ferrante G., Garcia, Massara Paletto V., Rimoldi P., Diaz D., Gaitan J. 2017. *Estado de los recursos naturales renovables en la patagonia sur extraandina*. INTA Centro Regional Patagonia Sur. Trelew. 66 p.
- Paruelo, J. M., A. Beltrán, O. Sala, E. Jobbágy y R. A. Golluscio, “The climate of Patagonia general patterns and controls on biotic processes”, Ecología Austral, 8, 1998, pp. 85-104.
- Salomone JM. Castro J.M. 1985a. *Adaptación de especies útiles en prácticas de conservación de suelos para la Patagonia.* II Jornadas de Suelos de la Patagonia. Trelew.
- Salomone J.M., Pappalardo, J. 1985b. *Determinación de la producción de forraje y fenología del Leymus racemosus subespecie sabulosus en dos regiones ecológicas distintas de la región patagónica.* Informe del Plan de Trabajo N° 10:3047. INTA EEA Trelew.
- Salomone J.M., Ciano N., Owen M. 2003. *La producción de semilla de Leymus racemosus en un área de Patagonia en relación a la edad del cultivo*. SIPAS. INTA.
- Salomone J.M., Tapia E.V., Schenkel R. 2008. *Efecto de la fertilización en la producción de semilla de Leymus racemosus spp. sabulosus en un médano estabilizado de la Patagonia*. Resúmenes del XXI Congreso de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. SIPAS INTA.
- Salomone, J.; Llanos, M.; San Martín A. y Elissalde N. 2008. Uso del suelo y degradación de tierras en la Provincia del Chubut. Evolución en los últimos 20 años. XXI Congreso de la AACS. Potrero de Funes. San Luis.
- Salomone, J y Ciano N. 2013. Revegetación de taludes con Leymus racemosus subespecie sabulosus. Restauración ecológica en la diagonal árida de la Argentina. 520 p.

- Sarobe José Maria. 1934. *La Patagonia y sus problemas*. Ed. Centro de estudios para la nueva mayoría, pag. 403. Reedición marzo 1999.
- Silenzi J. C., Echeverría, N. E., Bouza M. E. y De Lucía M. P. 2016. Erosión eólica, calidad del aire y salud humana. Agro UNS Año XIII, N° 25. Universidad Nacional del Sur.
- Stanganelli L.M. 1999. *Determinación de la viabilidad, germinabilidad y causas probables en la falla en la germinación de semillas provenientes de tres poblaciones de "Elimo" Leymus racemosus subespecie sabulosus*. PRODESAR. Trelew.