

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Ingeniería Agronómica

“Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano”

**Trabajo final de graduación para optar por el título de:
Ingeniero Agrónomo**

Autor: Martín de Palma Portela

Tutores: María Elena Vago

Paula Virginia Fernández

Oscar Adolfo Ruiz

Fecha de defensa:

Resumen

La zona productiva denominada comúnmente como “Cuenca del Salado” se encuentra ubicada en la provincia de Buenos Aires. Esta es una de las áreas de mayor importancia para la cría de ganado bovino de la Argentina. Debido a las mejoras significativas que se han dado en los últimos años en los precios de los granos, especialmente de soja, se han destinado cada vez más hectáreas de las áreas más fértiles de esta zona para agricultura. Esto ha producido el desplazamiento de la ganadería a lotes menos productivos, más bajos, con mayor susceptibilidad de sufrir estreses por anegamiento o sequía siendo clasificados como bajos salinos o bajos dulces de acuerdo a sus características. Dentro de las especies forrajeras que se desarrollan en este tipo de ambientes existen dos que se destacan por su persistencia en los mismos que son: *Lotus tenuis* (que es una fabácea introducida y naturalizada con éxito en la zona) y *Distichlis laxiflora* (que es una poácea autóctona). El objetivo de este estudio fue el de comparar el aporte nutritivo de *Lotus tenuis* en relación al aporte de *Distichlis laxiflora* en un bajo dulce en el verano. Por otra parte, analizar si existen diferencias en el aporte nutricional de *Distichlis laxiflora* creciendo en un bajo dulce o en un bajo salino para la misma época del año. Los parámetros evaluados fueron: materia seca, fibra detergente neutro (FDN) y ácido (FDA), hemicelulosas, consumo voluntario y digestibilidad (por ecuación) y digestibilidad *in vitro*.

De acuerdo a los resultados encontrados *Lotus tenuis* presenta un mayor valor nutritivo en el bajo dulce, como era de esperar, presentando menores valores en su aporte de fibra detergente neutro y ácido que se asocian a un mayor consumo voluntario y coeficiente de digestibilidad y un bajo aporte de materia seca, respecto a *Distichlis laxiflora* para el verano. *Lotus tenuis* para esta época del año se convierte en un recurso muy valioso en cuanto a su aporte nutritivo sumado a la contribución de la especie *Distichlis laxiflora* que presenta un gran contenido de materia seca. La suma de ambas especies podría mejorar el aprovechamiento en forma sustentable de estos ambientes de bajos dulces.

Al analizar el aporte de *D. laxiflora* creciendo en el bajo dulce respecto al bajo salino, no se encontraron diferencias significativas en los contenidos de FDN, FDA, hemicelulosas y las predicciones por ecuación de consumo voluntario y digestibilidad. Sin embargo, se encontraron diferencias significativas en relación con la digestibilidad *in vitro* encontrada, siendo más digestibles las plantas que crecieron en el bajo salino. Debiera profundizarse el estudio para observar si se presentan cambios en la composición química de los polisacáridos de las paredes celulares de las plantas que crecieron en los bajos salinos soportando un estrés mayor ya que estos cambios podrían afectar su valor forrajero esperado al ser pastoreadas por rumiantes.

Palabras clave: *Distichlis laxiflora* – *Lotus tenuis* – Bajo salino – Bajo dulce – fibra detergente neutro y ácido – digestibilidad *in vitro*

Abstract

The productive area commonly known as “Salado River Basin” is located in the province of Buenos Aires. This is one of the most important areas for cattle breeding in Argentina. Due to the significant improvements that have occurred in recent years in grain prices, especially soybeans, more and more hectares of the most fertile areas of this area have been used for agriculture. This has caused the displacement of livestock to less productive areas (lowlands), with greater susceptibility to suffering stress due to waterlogging or drought, being classified as halophytic meadows or mesophytic meadows according to their characteristics. Among the forage species that thrive in this type of environment, there are two notables because of their persistence in them: *Lotus tenuis* (which is a fabaceae introduced and successfully naturalized in the area) and *Distichlis laxiflora* (which is a native poaceae). The objective of this study was to compare the nutritional contribution of *Lotus tenuis* in relation to the contribution of *Distichlis laxiflora* growing in mesophytic meadow in the summer. Also, analyze if there are differences in the nutritional contribution of *Distichlis laxiflora* growing in a mesophytic meadow or in a halophytic meadow in the summer. The parameters evaluated were: dry matter, neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF), hemicelluloses, voluntary consumption and digestibility (by equation), and *in vitro* digestibility.

According to the results found, *Lotus tenuis* presented a better nutritional value in the mesophytic meadow, as expected, with lower values in its contribution of neutral and acid detergent fiber that are associated with greater voluntary consumption and digestibility and a low contribution of dry matter, concerning *Distichlis laxiflora* for the summer. *Lotus tenuis* becomes a very valuable resource in terms of its nutritional contribution, added to the nutritive participation of *Distichlis laxiflora*, which has a high dry matter content. Adding both species could improve the sustainable use of these mesophytic meadow environments.

When analyzing the contribution of *D. laxiflora* growing in the mesophytic meadow and the halophytic meadow, no significant differences were found in the content of NDF, ADF, hemicelluloses and the predictions by voluntary consumption and digestibility equation. However, significant differences were found concerning the *in vitro* digestibility found, the plants that grew in the halophytic meadow were more digestible. The study should be deepened to observe if there are changes in the chemical composition of the polysaccharides of the cell walls of plants that grew in the halophytic meadows, supporting greater stress since these changes could affect their expected forage value when grazed by ruminants.

Keywords: *Distichlis laxiflora* – *Lotus tenuis* – Halophytic meadow – Mesophytic meadow – neutral and acid detergent fiber – *in vitro* digestibility

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.

Índice

Resumen	1
Abstract	2
Introducción	5
La Pampa Deprimida, “bajo dulce” y “bajo alcalino”	5
La salinidad y su efecto en las plantas	7
Características de <i>Lotus tenuis</i>	12
Descripción <i>Lotus tenuis</i>	13
Características de <i>Distichlis laxiflora</i>	15
Descripción <i>Distichlis laxiflora</i>	16
Objetivos	19
Materiales y métodos	20
Resultados y discusión	27
Conclusiones	33
Bibliografía	34
Anexos	38

Introducción

La Pampa Deprimida, “bajo dulce” y “bajo alcalino”

La Pampa Deprimida es una extensa llanura que se extiende hacia el noreste y sudoeste de las sierras de Tandilia en la provincia de Buenos Aires e incluye las áreas denominadas como la Depresión del Salado y la Región de Laprida. La Depresión del Salado es un área de gran relevancia, representa un 30% de la superficie total de la provincia de Buenos Aires y es una de las regiones del mundo más aptas para el desarrollo de la ganadería, fundamentalmente de cría de ganado, y en algunas zonas puntuales para el desarrollo de la agricultura, aunque con índices de productividad inferiores a otras regiones de la misma provincia (Maguire et al., n.d.). Posee una superficie aproximada de 170.000 km² (sin incluir la Cuenca del Río Quinto)(Maguire et al., n.d.). Los sistemas de cría pastoriles son tradicionales en la región, donde el stock de terneros alcanza los 2,7 millones de cabezas, lo que representa el 48% del stock de la provincia de Buenos Aires (Faverin & Machado, 2019). Los sub-ecosistemas que podemos encontrar en esta zona son heterogéneos, compuestos en su mayoría de pastizales nativos que son el principal recurso forrajero de la región (aproximadamente el 80% del área total) correspondiendo el resto en gran medida a pasturas implantadas en las mejores zonas (Cid et al., 2011). El paisaje de la Pampa Deprimida, desarrollado sobre el relleno sedimentario de una gran fosa de hundimiento tectónico, fue modelado por sucesivas intrusiones del Océano Atlántico y por la acción eólica que actuó durante los períodos de clima desértico asociados con las glaciaciones (Batista et al., 2005). La región es extremadamente plana, con desniveles relativos que rara vez superan los 4 m y presenta un clima templado-subhúmedo con temperaturas medias anuales que oscilan entre 15,9°C en el norte y 13,8°C en el sur, junto con temperaturas medias mensuales de 6,8°C en invierno a 21,8°C en verano. La precipitación media anual es de aproximadamente 900mm, sin un patrón fuerte de estacionalidad. Durante el verano, las áreas de suelos poco profundos suelen estar sujetas a sequías debido a la alta demanda atmosférica. Por otra parte, la falta de una red de drenaje natural desarrollada (debido principalmente a la falta de relieve topográfico de la región), es responsable de eventos breves de inundación que ocurren la mayoría de los años durante otoño-primavera en las áreas de tierras bajas (Cid et al., 2011). Los suelos más comunes de la Pampa Deprimida son los Natracuoles, que forman asociaciones con Natracualfes y Natralboles. Estos suelos tienen típicamente un horizonte arcilloso, baja permeabilidad y alto contenido de sales sódicas. Los excesos de lluvia invernales y los déficits estivales, el drenaje lento, y el carácter salino sódico de los suelos determinan que, en gran parte de la Pampa Deprimida, sea frecuente la alternancia de anegamiento y sequía (Batista et al., 2005). Se forman diversos ecosistemas en la Pampa Deprimida, ya que posee una toposecuencia que determina, en función de las propiedades edáficas y de la dinámica de

anegamientos y salinidad, la presencia de distintas unidades de vegetación (Maguire et al., n.d.). Se pueden identificar cuatro grandes unidades con comunidades diferenciadas principalmente por el exceso de humedad permanente o presencia de sales: loma, media loma, bajo alcalino y bajo dulce (Maguire et al., n.d.). Estas cuatro comunidades se modelan de acuerdo a la posición topográfica en el terreno y a la mayor o menor influencia del contenido de sales en el suelo y el anegamiento (Rossi et al., 2005).

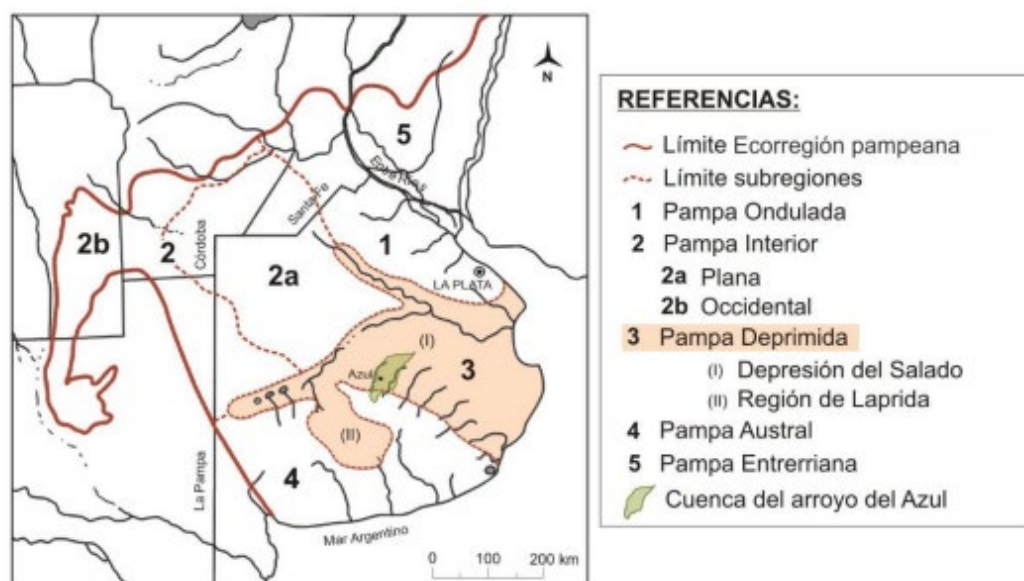


Ilustración 1: Ubicación geográfica de la Pampa deprimida (Zeme, 2011).

La Pampa Deprimida, al igual que otras regiones, ha soportado la agriculturización de sus mejores suelos. El desplazamiento de la ganadería a los suelos más restrictivos involucró no solo a los sistemas de cría, sino también a los de recría e invernada. Ese desplazamiento produjo un incremento de carga en las superficies de menor aptitud agrícola (Borrajó et al., 2011). En consecuencia incrementó la presión de pastoreo en las comunidades de los bajos dulces y de los bajos alcalinos, y hace necesario el estudio de las especies nativas y las naturalizadas en estas zonas, sus aspectos nutritivos para la ganadería y cómo varían de acuerdo al ambiente en el que se desarrollan. La principal diferencia entre estas dos zonas es la salinidad que afecta a los bajos alcalinos.

Las zonas de bajos dulces se desarrollan en ambientes con anegamientos debido a los problemas de drenaje en el perfil de sus suelos, pero no poseen alcalinidad (Moyano, 2012) y no presentan horizontes muy profundos. *Leersia hexandra* y *Glyceria multiflora*, *Lotus tenuis* y *Lotus corniculatus*, y especies C4 como *Paspalum quadrifarium* crecen en los bajos dulces (Cid et al., 2011). Las leguminosas nativas son muy escasas, sin embargo, *Lotus tenuis*, que es una leguminosa que fue introducida a mediados del siglo XX, se ha extendido

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.

naturalmente en las zonas de media loma y bajo dulce (Cid et al., 2011) (ver Ilustración 2).

El bajo alcalino, se corresponde con un ambiente anegadizo por deficiencias en el drenaje del suelo en el que además se presentan severas condiciones de alcalinidad-salinidad (hidro y halomorfismo) (Rossi et al., 2005). Comúnmente son los denominados bajos salinos o bajos de “pelo de chanco”, por el predominio de vegetación halófito, cuyas especies dominantes son *Distichlis spicata* y *Distichlis scoparia*. La máxima oferta forrajera en los bajos alcalinos ocurre al final del verano, cuando el “pelo de chanco”, la especie dominante de esta comunidad, se convierte en el forraje más abundante (Cid et al., 2011). Otras especies que pueden estar presentes en estos bajos son *Sporobolus indicus*, *Chaetotropis elongata*; *Sporobolus pyramidatus*, *Chloris berroi* y *Diplachne uninervia* (Moyano 2012), ver Ilustración 2.

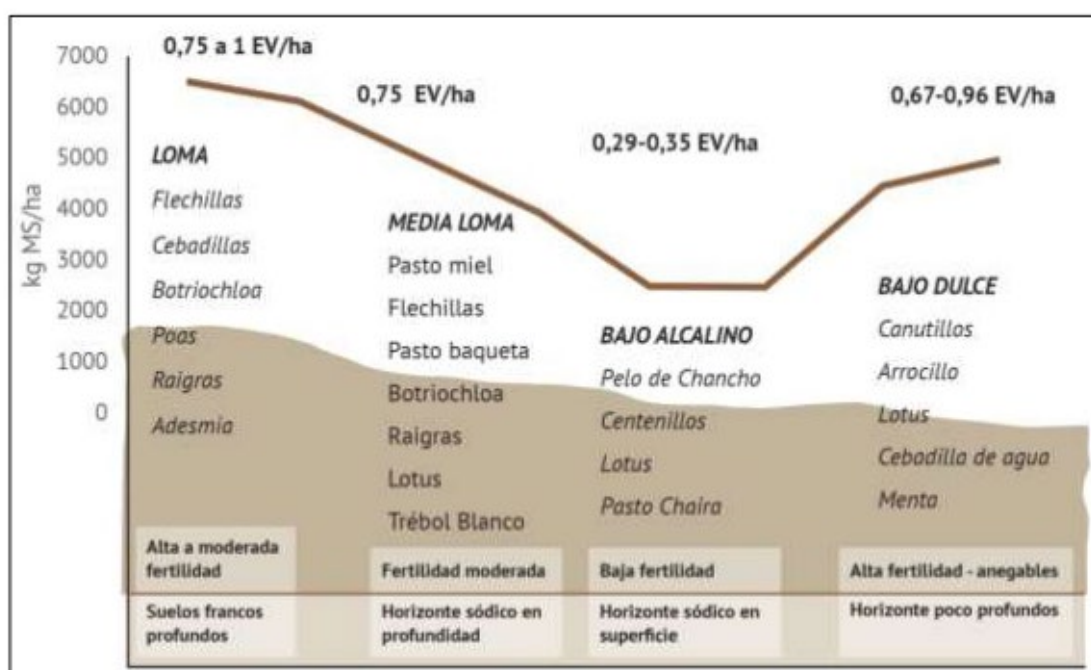


Ilustración 2: Ambientes edáficos que caracterizan la región de la Pampa Deprimida del Salado, sus niveles relativos de fertilidad, producción de materia seca en el año, la diversidad vegetal que caracteriza a cada uno de ellos y los ecosistemas donde se localiza. EV: equivalente vaca (unidad que sirve para relacionar la capacidad de carga ganadera en esos ambientes (Maguire et. al.)

La salinidad y su efecto en las plantas

Un mayor grado de salinidad en el perfil del suelo afecta negativamente el crecimiento de las plantas que se desarrollan en él, pero existen especies vegetales que presentan distinta tolerancia frente a este tipo de estrés. Es

importante entender la respuesta de los vegetales frente al estrés salino (Munns & Tester, 2008). Para entender los mecanismos fisiológicos responsables de la tolerancia a la salinidad de ciertas especies vegetales, es necesario saber si su crecimiento está siendo limitado por la presión osmótica de la sal en el suelo, o por el efecto tóxico de la sal en la planta (Munns & Tester, 2008). La reducción en el crecimiento de los brotes ocurre en dos fases: una rápida respuesta al aumento de la presión osmótica externa, y una respuesta más lenta debida a la acumulación de Na^+ en las hojas (Munns & Tester, 2008). En la primera, fase osmótica, que comienza inmediatamente después de la concentración de sal alrededor de las raíces hasta llegar a un umbral (Munns & Tester, 2008), se genera un estrés por la presión osmótica que dificulta la absorción de agua, y la tasa de crecimiento de las raíces cae significativamente, el equilibrio hídrico total de la planta se ve así afectado debido a que las hojas necesitan desarrollar un potencial hídrico más negativo para mantener un gradiente favorable de transporte de agua entre el suelo y las hojas. Este efecto de los solutos disueltos es similar al que produce el déficit hídrico del suelo y la mayoría de las plantas responden a los niveles excesivos de salinidad en el suelo del mismo modo a como lo hacen frente al déficit hídrico (Taiz, 2007). La tasa a la cual las hojas en crecimiento se expanden se reduce, nuevas hojas emergen más lentamente, y las yemas laterales se desarrollan más lentamente o permanecen quiescentes, por lo que hay menos ramas o brotes laterales. En cereales, el mayor efecto de la salinidad en el total del área foliar es una reducción en el número de macollos; en dicotiledóneas, el mayor efecto es una drástica reducción del tamaño de hojas individuales o el número de ramas (Munns & Tester, 2008).

La segunda fase, ion-específico, de respuesta de la planta al estrés salino, comienza con la acumulación de sal a concentraciones tóxicas en las hojas viejas (las cuales no se expanden más y las sales no se diluyen en ellas cómo si en las hojas en crecimiento) hasta su mortandad y senescencia, cuando se acumulan altas concentraciones de iones Na^+ y/o Cl^- en los cloroplastos, por lo que se inhibe la fotosíntesis. Dado que el transporte fotosintético de los electrones parece ser relativamente insensible a las sales, el metabolismo del carbono o la fosforilación deben verse afectadas (Taiz, 2007). Si la tasa a la cual estas hojas mueren es mayor a la tasa a la cual nuevas hojas son producidas, la capacidad fotosintética de la planta no va a ser capaz de abastecer de hidratos de carbono requerido de las hojas jóvenes, lo que reduce su tasa de crecimiento (Munns & Tester, 2008), ver Ilustración 3.

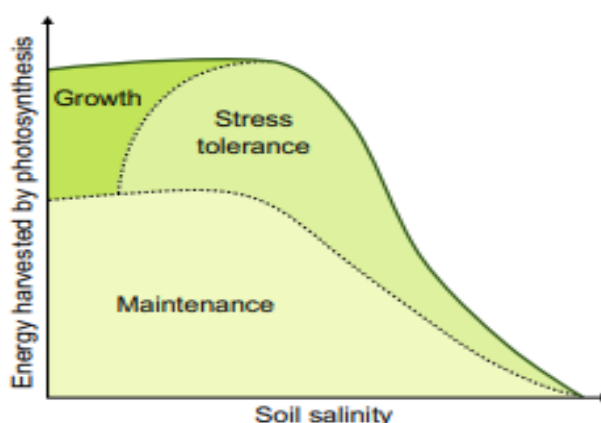


Ilustración 3: Destino de la energía obtenida por la planta en el proceso de fotosíntesis a medida que aumenta la concentración de sal en el suelo (Energy harvested by photosynthesis: energía obtenida del proceso de fotosíntesis; soil salinity: salinidad del suelo; maintenance: mantenimiento; growth: crecimiento; stress tolerance: tolerancia al estrés) (Munns & Tester, 2008).

Por otra parte, frente al estrés las plantas despliegan una variedad de respuestas para combatir la sal en la solución del suelo. El rasgo más esencial es el ajuste osmótico – todas las células deben acumular suficientes solutos para balancear la presión osmótica extra en la solución del suelo para mantener la turgencia. Para lograr esto, las plantas usan dos estrategias en diversos grados: excluyendo Na^+ y Cl^- , particularmente de las hojas, y depender de solutos orgánicos para el ajuste osmótico (“exclusión de iones”); o acumular suficiente Na^+ y Cl^- en el tejido vegetal, para equilibrar los iones en la solución del suelo teniendo una estricta regulación iónica en varios compartimentos celulares (“tolerancia tisular”) (Munns & Gilliam, 2015). En general, las especies salino-tolerantes contienen altas concentraciones de Na^+ y Cl^- en las hojas – más elevado que en la solución externa. Esto es particularmente cierto para halófitas y las no halófitas más salino-tolerantes, como la cebada, donde la tolerancia tisular es claramente evidente. Tales plantas deben compartimentar la mayor parte del Na^+ y Cl^- en vacuolas para mantener las concentraciones citosólicas debajo de los valores tóxicos, y usar osmolitos (y K^+) para balancear la presión osmótica en estos compartimentos citoplasmáticos (Munns & Gilliam, 2015).

El estrés salino activa una serie de respuestas que permiten la adaptación o no de la planta a esa condición (Ryan, 2000), a diferencia de los animales, las respuestas de las plantas frente a un estrés se basan en la respuesta de cada célula y de los sitios afectados (Jones, 2006). Gran parte de las resistencias de los vegetales frente a estreses se deben a sus paredes celulares que le dan forma, rigidez, resistencia mecánica y protección frente a patógenos, depredadores y adversidades medioambientales (Buxton & Casler, 1993). El evaluar el efecto en especies forrajeras como en este trabajo, es de vital importancia ya que cambios en las características químicas de las paredes celulares de las plantas que crecen

en ambientes salinos podrían afectar la digestibilidad y el consumo voluntario de esas especies al ser pastoreadas como se explicará a continuación:

La fracción fibra o paredes celulares de las plantas en nutrición animal constituyen la fracción de los alimentos o forrajes que es de lenta digestibilidad o indigerible, y que además ocupa espacio en el tracto gastrointestinal. Está constituida en mayor medida por hidratos de carbono que son: celulosa, hemicelulosas, pectinas y lignina (que no es un carbohidrato pero se haya asociado a estos compuestos).

La estructura y función de las paredes celulares vegetales están controladas por su organización y composición, principales factores que influyen en la digestibilidad de la fibra por los microorganismos del rumen (Valenciaga & Chongo, 2004). Durante el ciclo de vida de las células vegetales, desde que se diferencian, elongan y mueren, ocurren cambios químicos en sus paredes celulares. La expansión coordinada y la diferenciación de las células individuales se logran por alteraciones sutiles de la estructura química de los componentes de las paredes y las determinantes mecánicas de la forma de la célula (Ramirez Orduña, 2002). Las paredes celulares están constituidas por dos fases: una fase fibrilar o esqueleto y una fase amorfa o matriz. La fase fibrilar está formada por celulosa que se combina en una disposición muy ordenada (mediante puentes de hidrógeno) que le otorga propiedades cristalinas, formando fibrillas elementales que se reúnen en microfibrillas, visibles al microscopio electrónico. La fase amorfa está formada por hemicelulosas, pectinas y glicoproteínas (Valenciaga & Chongo, 2004). A su vez las paredes celulares se pueden dividir en tres partes, las cuales difieren en su composición y su ubicación en la célula, estas son la sustancia intercelular o lámina media, la pared primaria y la pared secundaria (Valenciaga & Chongo, 2004). La lámina media o sustancia intercelular se inicia como "placa celular" en el momento de la división celular. Es amorfa y ópticamente inactiva. Se compone principalmente de pectinas (principalmente polímeros de ácido galacturónico). La pared primaria, presente en todas las células vegetales, se forma inmediatamente después de la división celular, antes de que la célula complete su crecimiento. Está asociada a protoplastos vivos, por lo que los cambios que experimenta son reversibles. Por su parte, la pared secundaria se desarrolla, en ciertos tipos celulares, entre la pared primaria y la membrana plasmática, cuando la célula detiene su crecimiento y alcanza su máximo volumen. Es fuertemente refringente al microscopio debido a la alta proporción de celulosa (Valenciaga & Chongo, 2004). En la pared primaria es dominante la matriz amorfa, formada por hemicelulosas y polisacáridos no celulósicos, mientras que la fase fibrilar está reducida al 8-25%. En la pared secundaria predomina la fase fibrilar (celulosa 60%) y la matriz amorfa está formada por hemicelulosas y lignina (30%), las pectinas y las proteínas prácticamente desaparecen (Valenciaga & Chongo, 2004). La pared celular primaria es una matriz extracelular químicamente dinámica, con un mosaico de respuestas de diversas formas y funciones (Ramirez Orduña, 2002).

Las paredes celulares afectan tres aspectos que son de mucha importancia para la nutrición de los rumiantes: a) afectan la digestibilidad de los alimentos y su valor energético, b) contribuyen a mantener la estabilidad del ambiente ruminal y consecuentemente a optimizar la fermentación y, c) pueden estar involucradas en la regulación del consumo. La digestibilidad de la fibra es inhibida por la presencia de la lignina. La lignina es el compuesto que tiene la mayor correlación negativa con la digestibilidad de la materia seca (MS) (Gonzalez, 1998). La estrecha asociación física que existe entre la lignina y los polisacáridos de las paredes celulares, así como la presencia de enlaces covalentes entre estos compuestos de la pared celular son los principales factores que limitan el acceso de las hidrolasas secretadas por los microorganismos del rumen a los polisacáridos que constituyen esas paredes celulares. También, el efecto tóxico que tienen los compuestos polifenólicos sobre los microorganismos ruminales, y la acción hidrofóbica de la lignina que limita el contacto del agua con los sustratos adyacentes, impiden el acceso de las celulasas y hemicelulasas a la pared celular afectando la digestibilidad del forraje consumido (Gonzalez, 1998).

En los establecimientos ganaderos para conocer las características nutricionales del forraje, se utiliza un método que consiste en fraccionar el alimento en entidades químicas de acuerdo con su disponibilidad nutritiva denominado comúnmente “sistema de detergentes de Van Soest” (Ramirez Orduña, 2002). Basándose en esto, Van Soest señala que este sistema reconoce dos fracciones: La primera fracción (soluble en detergente neutro) corresponde al contenido celular, compuesta por carbohidratos no estructurales, lípidos, la mayor parte de las proteínas, almidón y fibra soluble (también llamada polisacáridos no almidonosos). Estos últimos son mayoritariamente pectinas y β -glucanos solubles, que son componentes de las paredes celulares que no tienen enlaces covalentes con la lignina y son fácilmente fermentados en el rumen. La segunda fracción obtenida (insoluble en detergente neutro) que se denomina fibra detergente neutro (FDN) corresponde a la pared celular insoluble, cuya disponibilidad estará influenciada por las características estructurales que ligan a la celulosa, hemicelulosa y lignina. Existe una relación inversa entre el contenido de FDN y el consumo voluntario de ese alimento. Posteriormente, en el sistema de detergentes, se trata la muestra con un detergente ácido que busca solubilizar a las hemicelulosas. Se obtiene así una fracción insoluble denominada fibra detergente ácido (FDA) que contiene principalmente celulosa, lignina y proteínas muy ligadas a la pared. A mayor contenido de FDA se puede estimar un menor coeficiente de digestibilidad del alimento. Con un tratamiento posterior con ácido sulfúrico puede solubilizarse la celulosa y obtener el porcentaje de lignina (Ramirez Orduña, 2002). El sistema de detergentes de Van Soest constituye una herramienta práctica, comúnmente utilizada para el cálculo de las raciones en los establecimientos ganaderos ya que conociendo los valores de FDN y FDA como se explicó anteriormente se puede estimar el consumo voluntario y la digestibilidad de las especies en pastoreo.

Dentro de las especies forrajeras que desarrollan en los suelos bajos de la Cuenca de Salado se destacan *Lotus tenuis*, una fabácea naturalizada y *Distichlis laxiflora*, una poácea natural de esta zona, por sus buenas adaptaciones a condiciones de encharcamiento, salinidad y sequía.

Características de *Lotus tenuis*

Lotus tenuis, conocida vulgarmente como lotus, trébol pata de pájaro o lotus de hoja angosta, es una leguminosa perenne originaria de Europa desde donde fue introducida al país, alrededor de 1930, difundiéndose en pasturas de la Pampa Deprimida (Montes, 1990). El género *Lotus* pertenece a la familia *Fabaceae*, la tercera en cuanto al número de especies dentro de las *Angiospermas*. Incluye una gran diversidad biológica, con aproximadamente 720 géneros y más de 18000 especies en todo el mundo. La Tribu Loteae DC es un grupo monofilético compuesto por cuatro géneros. La especie (*Lotus tenuis*) está bien adaptada a suelos mal drenados, salinos o suelos alcalinos, y a la frecuente alternancia de las inundaciones y sequías características de la zona, hasta tal punto que en primavera y verano es una especie dominante en los pastizales naturales, que cubren alrededor del 70% del área de la cuenca (Strittmatter et al., 1992). Las poblaciones de *Lotus* tienden a ser excluidas de las lomas por la competencia de la vegetación acompañante y de los bajos alcalinos por limitaciones edáficas. Los suelos ocupados por *Lotus* poseen drenaje pobre, moderado contenido de sodio y baja concentración de sales y fósforo disponible (Montes, 1990). *Lotus tenuis* desarrolla bien en climas templado-fríos a templado-cálidos, con temperaturas medias anuales entre 7 y 17°C y 400 a 1200 mm de precipitación. Se encuentra en áreas con suelos arcillosos y pobremente drenados, que pueden tener cierto grado de alcalinidad y/o salinidad y generalmente son pobres en fósforo soluble (García et al., 1994). La posición del relieve a la cual mejor se adapta esta especie, son los “bajos dulces” inundables y con pH cercano al neutro en todo su perfil o al menos en el horizonte A (suelos argiudol ácuico y natracuol o natrabol respectivamente) en los que se asocia con “menta” (*Mentha pulegium* L.), “aster” (*Aster squamatus* Spreng. Hieron), “cardilla” (*Eryngium ebracteatum* Lam.), “pasto miel” (*Paspalum dilatatum* Poir.), “raigrás anual” (*Lolium multiflorum* Lam.) y en algunas zonas al “trébol blanco” (*Trifolium repens* L.) (García et al., 1994). También es importante la adaptación del *Lotus tenuis* en los suelos caracterizados como complejos indiferenciados, los cuales están constituidos por un mosaico de suelos que varían de ligera a altamente alcalinos, e incluso pueden ser salinos. Estos complejos se ubican en franjas que bordean los ríos y arroyos y por lo tanto tienen una napa de agua superficial. En estos ambientes se asocia principalmente con el “gramillón” (*Stenotaphrum secundatum* Walt o Kuntze) y al “pelo de chancho” (*Distichlis* sp.) (García et al., 1994). *Lotus tenuis* posee la habilidad de desarrollarse en suelos con bajo contenido de fósforo (P) extraíble, limitante nutricional típica de los suelos salino-sódicos de la Cuenca del Salado. Su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico en forma eficiente lo convierte en una importante fuente de macronutrientes para el suelo, a la vez que le permite desarrollarse en suelos deficientes del mismo (Maguire et al., n.d.). Las especies

de *Lotus* establecen simbiosis altamente específicas con bacterias pertenecientes a los géneros *Mesorhizobium* y *Bradyrhizobium*. Con base en los socios rizobiales, se pueden distinguir dos grupos en el género *Lotus*. Uno de estos grupos incluye *Lotus corniculatus* y *Lotus tenuis*, dos especies que forman plantas fijadoras de nitrógeno que nodulan únicamente con bacterias pertenecientes al género *Mesorhizobium* (particularmente *Mesorhizobium loti*) (Estrella et al., 2009). En la región de la Cuenca del Salado han existido muchos intentos de sustituir las comunidades de pastizales naturales por especies exóticas, con éxito relativo. En este contexto, *L. tenuis*, nativa de la región del Mediterráneo, se adaptó exitosamente a los ecosistemas de la Cuenca del Río Salado en un proceso de naturalización inédito y sorprendente, resultando una especie muy valiosa en cuanto a su aporte de forraje en este tipo de ambientes (Maguire et al., n.d.), es una forrajera muy valiosa, no sólo por su riqueza en proteínas sino que es una leguminosa que presenta activo crecimiento en verano, cuando la mayoría de las especies del pastizal ya han cumplido su ciclo. Además, tiene la característica de no producir empaste y mantener altos niveles de digestibilidad cuando la planta madura, esto último debido a un relativamente bajo tenor de fibra (García et al., 1994).

Descripción de *Lotus tenuis*

Lotus tenuis es una planta perenne herbácea, con reproducción sexual, y crecimiento postrado (Montes, 1990) a diferencia de *Lotus corniculatus* (ver Ilustración 4).

El tallo principal forma a partir del primer año de crecimiento una corona que posee numerosas yemas capaces de producir ramas herbáceas de crecimiento indefinido. Estos ejes primarios ramifican a partir de yemas ubicadas en las axilas de las hojas dando origen a ramas secundarias y terciarias. Al finalizar el período reproductivo las ramas mueren total o parcialmente y son reemplazadas en el próximo ciclo a partir de yemas de la corona (Montes, 1990).

La corona se continúa en una raíz pivotante que se ramifica en raíces laterales caracterizadas por la presencia de nódulos producidos por la infección de bacterias fijadoras de nitrógeno (Montes, 1990).

La floración es indeterminada y se extiende desde noviembre a marzo. Las flores son amarillas de 4 cm de longitud y se agrupan de 4 a 6. La fertilización es cruzada y entomófila por lo que la acción de insectos polinizadores, entre los que se incluye la abeja doméstica, es imprescindible para la producción de semillas. Desde la fecundación hasta la madurez transcurren 25 a 30 días (Montes, 1990), (ver Ilustración 5).

Los frutos son de color castaño oscuro y a la madurez se abren con violencia, diseminando su contenido en un radio variable que frecuentemente no supera los 40 centímetros (Montes, 1990).

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.

Las semillas son pequeñas (1,3 x 1 mm) y livianas (peso de 1000 semillas: 1.2 g). El poder germinativo a la cosecha es bajo debido a la presencia de una cubierta dura. Sin embargo, la semilla comercial posee un poder germinativo superior al 60%, a causa de la escarificación producida por las operaciones de cosecha, limpieza y clasificación.

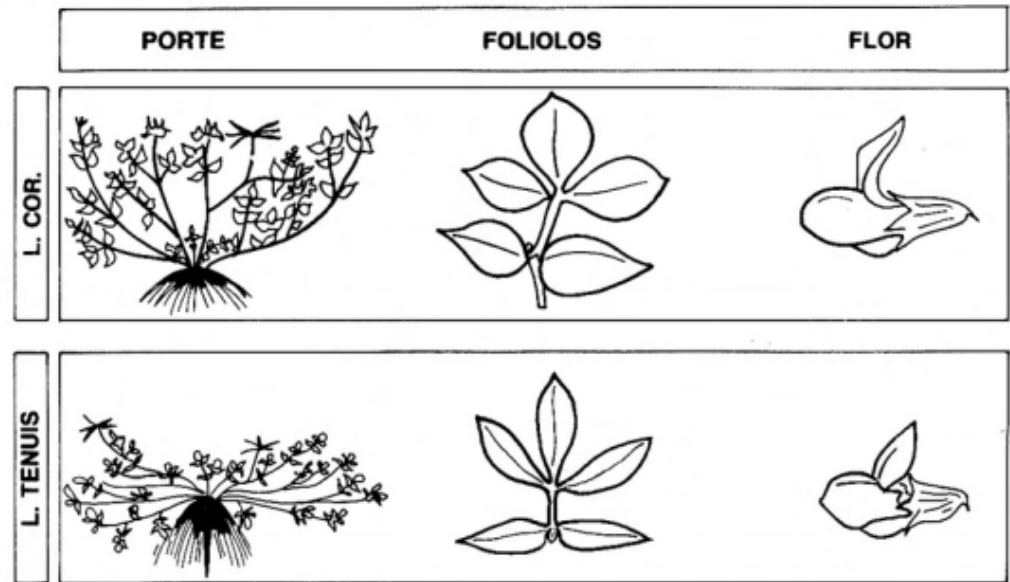


Ilustración 4: Diferencias morfológicas entre *Lotus tenuis* y *Lotus corniculatus* (Montes 1990).

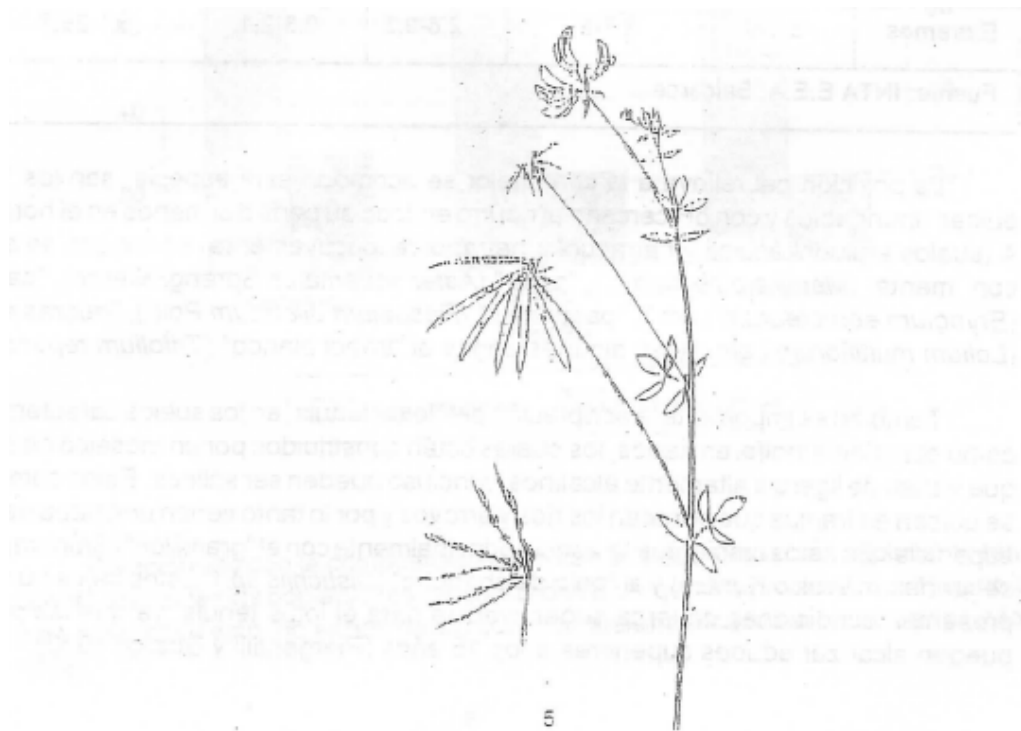


Ilustración 5: Rama de *Lotus* con flores y frutos (García et al., 1994).

Características de *Distichlis* sp.

El género *Distichlis*, conocido también como “pelo de chanco”, o “pasto salado”, es un componente ampliamente disperso en diferentes comunidades de la Pampa Deprimida. Tres especies, *D. spicata*, *D. scoparia* y *D. laxiflora*, están adaptadas para crecer en ambientes bajos dulces, salinos y suelos alcalinos de esta región. Su principal crecimiento se produce en verano, aunque crecen durante todo el año. Así, el ganado siempre tiene la posibilidad de encontrar plantas de pasto salado con hojas verdes (Brizuela et al., 1990). Por su parte y aunque señalando diferencias entre poblaciones, Escobar et al. (2005), definen a *D. spicata* como una especie forrajera fibrosa, con baja digestibilidad (Pelliza et al., 2005). Se ha dicho que el pasto salado rara vez se consume o es sistemáticamente rechazado por los bovinos y ha sido comúnmente considerado como un forraje de bajo valor (Brizuela et al., 1990). Dentro de la ubicación taxonómica de vegetación de ambientes salinos, *Distichlis spicata* es la especie característica (Martínez, 2001) del orden *Distichlietalia spicatae*, este orden, se ubica en la vegetación de suelos salinos, sódicos, de textura arcillo-arenosa, con una capa freática cercana a la superficie, húmedos en superficie; en ambientes templados (Martínez, 2001). Se presenta como un pastizal bajo y semicerrado, con dominio de geófitas, en ambientes con freática fluctuante entre 35 cm y 120 cm. Los suelos son en general arenosos a areno-arcillosos con marcada gleización, salinos y salino-sódicos. Martínez et al. (2001) determinaron un incremento de la conductividad eléctrica en

los primeros 5 cm de suelo, desde la base de la planta hasta los 40 cm de distancia, de 20.000 a 40.000 mS.cm⁻¹ (Martínez, 2001.). El pasto salado posee estructuras morfo-anatómicas que corresponden a adaptaciones funcionales capaces de explicar su capacidad de crecimiento en condiciones muy desfavorables para la mayoría de las plantas, por lo que Hansen *et al.* (1976) definen a *D. spicata* como planta pionera en la sucesión ecológica. Dichos autores señalan la presencia en *D. spicata* de: a) fuertes, profundos y extendidos rizomas que facilitan el transporte de gases, agua y nutrientes, de los que brotan las cañas aéreas; b) estomas protegidos por protrusiones de las células oclusivas y por papilas, estructuras que ayudan a controlar la evapotranspiración; c) microtelos, tricomas bicelulares con funciones de glándulas de sal, que participan en la regulación del equilibrio osmótico mediante la excreción de Na y K y d) vía fotosintética C₄ evidenciada por la presencia de los caracteres Kranz (Pelliza et al., 2005). Comúnmente las plantas C₄ crecen en lugares cálidos y húmedos pero el pasto salado caracteriza ambientes muy variados, aunque con el común denominador de tener suelos salinos (Pelliza et al., 2005). *Distichlis spicata* tiene la habilidad de excretar sales que fueron absorbidas por las raíces en la superficie de las hojas (Sargeant, 2009). Posee glándulas de sal que son estructuras epidérmicas especializadas para la secreción de excesos de sales del tejido de la hoja (Oross & Thomson, 1982). Las glándulas de sal en *Distichlis*, están distribuidas regularmente en ambos lados de la hoja, éstas glándulas constan de dos células; una célula de tapa pequeña y una célula basal mucho más grande. La porción inferior agrandada de la célula basal está incrustada en la superficie de la hoja y contigua a las células de la epidermis y el mesófilo. La porción superior de la célula basal está constreñida en un cuello y lleva la célula de la tapa en su extremo exterior (Oross & Thomson, 1982). La presencia de estas glándulas asegura que la concentración de sal en los tejidos de la planta no sean excesivas y esto tiene beneficios metabólicos para el ganado que ingiere *Distichlis*. Una segunda ventaja para los sitios de descarga de sales es su tolerancia a los suelos anegados. *Distichlis spicata* posee tejido de parénquima en todo el sistema radicular que permite el flujo de oxígeno a las raíces anegadas (Sargeant, 2009).

Descripción *Distichlis laxiflora*

Las plantas de *Distichlis laxiflora* son perennes, con rizomas, estolones o ambos delgados, blanquecinos y escamosos. Los culmos (tallos gramíneas) miden de 20 a 60 cm de largo; erectos, decumbados o postrados; y glabros. Las hojas son firmes, planas o con volutas; de 1 a 20 cm de largo; y de 1,5 a 2 mm de ancho. Las hojas superiores suelen ser de igual o superior la longitud que la inflorescencia pistilada, y las hojas inferiores típicamente se reducen a vainas en forma de escamas. Las lígulas miden de 0,2 a 0,5 mm de largo y son membranosas, y los ápices son dentados. Las vainas son glabras o puberulentas, con algunos pelos adyacentes a la lígula (Lonard et al., 2013), (ver Ilustración 6).

Distichlis laxiflora tiene un sistema radicular fibroso típico de monocotiledóneas. Las raíces adventicias se forman en los nudos inferiores de tallos y en los nudos

de los rizomas. Los rizomas se encuentran a menudo de 5 a 50 cm por debajo de la superficie del suelo (Lonard et al., 2013).

Distichlis laxiflora es una especie dioica, pero suele ocurrir una planta monoica. La inflorescencia femenina y masculina es una panoja terminal indistinguible morfológicamente en estado pre-reproductivos. La espiguilla, que contiene de 2 a 20 flores, es la unidad básica de la inflorescencia. Las ramas de la panoja están deprimidas o ascendentes, y las ramas y pedicelos son escabrosos. Las panojas miden de 2,5 a 8 cm de largo y de 1 a 2 cm de ancho. Las panojas femeninas se extienden de forma más irregular que las panojas masculinas. Las espiguillas miden de 0,5 a 2 cm de largo, de 4 a 7 mm de ancho, comprimidas lateralmente y de color verde pálido. La desarticulación de las flores en espiguillas pistiladas está por encima de las glumas y entre las flores. Las flores permanecen intactas en espiguillas estaminadas. Las glumas son de 1,5 a 2 mm de largo, desiguales, coriáceas, glabras, y 3 a 9 nervaduras, con nervios laterales a menudo indistintos. Las lemas son coriáceas, de 3,5 a 6 mm de largo, de 5 a 11 nervaduras y sin aristas. Las paleas son tan largas como las lemas y presentan 2 nervaduras, con nervios laterales aquillados y aserrados en las alas. Las flores estaminadas tienen tres anteras, de 2 a 4 mm de largo. Los estilos en flores pistiladas están engrosadas en la base, y los estigmas son alargados y plumosos (Lonard et al., 2013), (ver Ilustración 7).

La cubierta de la semilla y la pared del ovario (pericarpio) se encuentran unidos en la madurez; forman una unidad exclusiva de las gramíneas. Es un fruto indehiscente de una sola semilla, es un cariópse o grano. El cariópse incluye el embrión, el endospermo, la cubierta seminal unida, y pericarpio. El cariópse es de unos 2 mm de largo, glabro, marrón en la madurez, y libre de la palea (Lonard et al., 2013).



Ilustración 6: Ejemplar *Distichlis* sp. (Rossi, 2005).

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.



Ilustración 7: Inflorescencia de Distichlis sp. (Lonard et al., 2013).

Considerando las características que presentan estas dos especies, fundamentales por su capacidad de desarrollarse en los bajos salinos y dulces de la zona de la cuenca del Salado, se decidió estudiar los siguientes objetivos para evaluar su posible aporte nutricional como forrajes en la alimentación de rodeos de cría, durante el verano.

Objetivos:

Objetivo principal:

1. El objetivo principal de este trabajo es el de caracterizar distintos aspectos nutricionales de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* relevantes en la alimentación de bovinos de cría en pastoreo de ambientes de bajo dulce y de bajo salino de la Cuenca del Salado durante el verano.

Objetivos secundarios:

1. Comparar las similitudes y diferencias en el aporte nutricional de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* en bajos dulces durante el verano respecto a su contenido en: materia seca, fibra detergente neutro y ácido, contenido de hemicelulosas, consumo voluntario y digestibilidad (estimados por ecuación) y su digestibilidad *in vitro*.
2. Comparar el aporte nutricional de *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y en bajos salinos durante el verano respecto a su contenido en: materia seca, fibra detergente neutro y ácido, contenido de hemicelulosas, consumo voluntario y digestibilidad (estimados por ecuación) y su digestibilidad *in vitro*.

Hipótesis:

- a) El aporte en materia seca varía según el ambiente en el que crece *Distichlis*.
- b) *Lotus tenuis* aporta mayor valor nutricional para un bovino de cría en pastoreo que *Distichlis* durante el verano y esto se observará por menores valores de FDN y FDA y mayores estimaciones de consumo voluntario y digestibilidad.
- c) *Distichlis laxiflora* creciendo en un bajo dulce presentará menor contenido de materia seca y menores contenidos de FDN y FDA por lo cual se espera una mayor estimación de consumo voluntario y digestibilidad que cuando crece en un ambiente salino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras fueron recolectadas en el predio del Instituto Tecnológico de Chascomús (INTECH), en el partido de Chascomús, provincia de Buenos Aires, Argentina. En un ambiente caracterizado como bajo dulce se tomaron tres muestras al azar de biomasa aérea (tallos y hojas) de las especies *Distichlis laxiflora* y *Lotus tenuis* emulando lo que el animal consume en pastoreo. También se tomaron tres muestras del mismo modo de la especie *Distichlis* de un ambiente caracterizado como bajo salino. Para la toma de cada una de las muestras se cortó el material presente (tallos + hojas) en cuadrados de 50x50 cm de lado, con tijeras de podar. Luego, el material fue embolsado separadamente, identificado y rotulado. También se midió la conductividad eléctrica del suelo en cada sitio de toma de muestras y se tomaron muestras de suelo para su análisis (ver Ilustración 8). Posteriormente, las muestras de biomasa aérea fueron analizadas en el Laboratorio de evaluación de alimentos para uso animal (LEAA) de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la UCA (ver Ilustración 9). Primero se realizó una limpieza de las muestras para poder analizar solamente las especies en estudio (*Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora*). Las muestras limpias (sin ejemplares de otras especies, malezas, raíces y materiales extraños), se pesaron en bandejas de aluminio que habían sido previamente taradas (pesadas vacías para luego descontar su peso con las muestras), para realizar la determinación de materia seca a 65°C en estufa de aire forzado hasta peso constante (ver Ilustración 10 y 11).



Ilustración 8: Muestras de los suelos donde se desarrollaron las especies bajo estudio tomadas para evaluar sus características.

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.



Ilustración 9: Muestras embolsadas y rotuladas en el Laboratorio Leaa.



Ilustración 10: A: Muestras limpias de cada especie dispuestas en bandejas; B: determinación inicial del peso de las muestras tal cual (con su humedad) para realizar la determinación del contenido de materia seca.

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.



Ilustración 11: A: Estufa de aire forzado utilizada para la determinación de materia seca; B: Detalle de las bandejas con las muestras dentro de la estufa.

Las bandejas con el material seco fueron pesadas nuevamente para determinar el porcentaje de materia seca. Luego el material fue molido en molino tipo Willey a 2 mm (ver Ilustración 12) y mantenido en tubos de vidrio en estufa a 65°C, para su posterior análisis (ver Ilustración 13).



Ilustración 12: Molienda del material, molino tipo Willey.

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.



Ilustración 13: Tubos de vidrios con muestras molidas, identificadas y rotuladas, dentro de la estufa.

El material seco y molido se utilizó para realizar las determinaciones de fibra detergente neutro (FDN) y de fibra detergente ácida (FDA) por el método de Van Soest (Ankom Technology) en forma secuencial (Van Soest et al., 1991). En esta metodología, se toman 0,5 g de muestra y se colocan en una bolsita filtrante (F57) previamente rotulada. Las bolsitas se sellan por calor y luego son tratadas con una solución de detergente neutro y alfa amilasa, durante una hora y quince minutos en un equipo Ankom (ver Ilustración 14).

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.



Ilustración 14: A: Pesaje de las bolsitas filtrantes conteniendo 0,5 g de muestra molida; B: Muestras preparadas antes del tratamiento con la solución detergente neutra en equipos Ankom.

Finalizado el tiempo correspondiente, se realizan tres lavados con agua destilada caliente utilizando en los dos primeros alfa amilasa para eliminar el almidón de las muestras. Al terminar estos lavados se retiran las muestras del equipo Ankom y se realiza un baño con acetona. Posteriormente las muestras se secan en estufa a 65°C hasta peso constante. Las bolsas secas se pesan y se obtiene el contenido de fibra detergente neutro (FDN).

En forma secuencial y utilizando las bolsitas luego de haber sido pesadas para determinar el porcentaje de FDN, se realiza un nuevo baño con solución de detergente ácido durante una hora. Terminado el baño se realizan tres lavados con agua destilada caliente. Terminado este proceso las muestras se colocan nuevamente en la estufa a 65°C para que se sequen hasta peso constante. Una vez secas se vuelven a pesar y se obtiene el valor de fibra detergente ácido (FDA) (ver Ilustración 15).

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.



Ilustración 15: A: Detalle de las bolsitas secas luego de la pesada para la obtención del contenido de fibra detergente neutro; B: Detalle de las bolsitas al salir del tratamiento con detergente ácido.

El contenido de hemicelulosa se estimó por la diferencia entre los valores obtenidos de FDN y los de FDA.

Conociendo el contenido de FDN y FDA, se estimó utilizando ecuaciones el consumo voluntario (CV) esperado por rumiantes en pastoreo respecto al porcentaje de materia seca ingerido en relación al peso vivo del animal. También se estimó la digestibilidad de la materia seca consumida utilizando la fórmula de Moore (Moore & Undesander, 2002):

Estimación del consumo voluntario (CV)

MS ingerida, % de peso corporal = $120 / (\text{FDN, \% de MS})$

Estimación del coeficiente de MS Digestible

MS Digestible, % de MS = $88,9 - 0,779 * (\text{FDA, \% de MS})$

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.

Posteriormente, se determinó la digestibilidad in vitro a las 48 horas de la MS (DivMS). La DivMS se calculó a partir de los residuos de las bolsas de filtro, después de ser tratadas con una solución detergente neutra (Theodorou et al 1994; Van Soest et al. 1991).

La metodología estadística utilizada fue realizada en el programa Infostat. Con los resultados obtenidos se realizó un análisis de varianza (ANOVA), test de Levene para evaluar homocedasticidad (homogeneidad entre las varianzas), Shapiro Wilks para el análisis de normalidad, y LSD Fisher y test de Tukey para mostrar diferencias significativas entre las muestras.

Resultados y discusión.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los parámetros analizados sobre *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en el bajo dulce (sitio 2) se encontraron diferencias significativas en todos los parámetros estudiados (materia seca; fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y hemicelulosas). A continuación en la figura 1 se observan los resultados de los análisis:

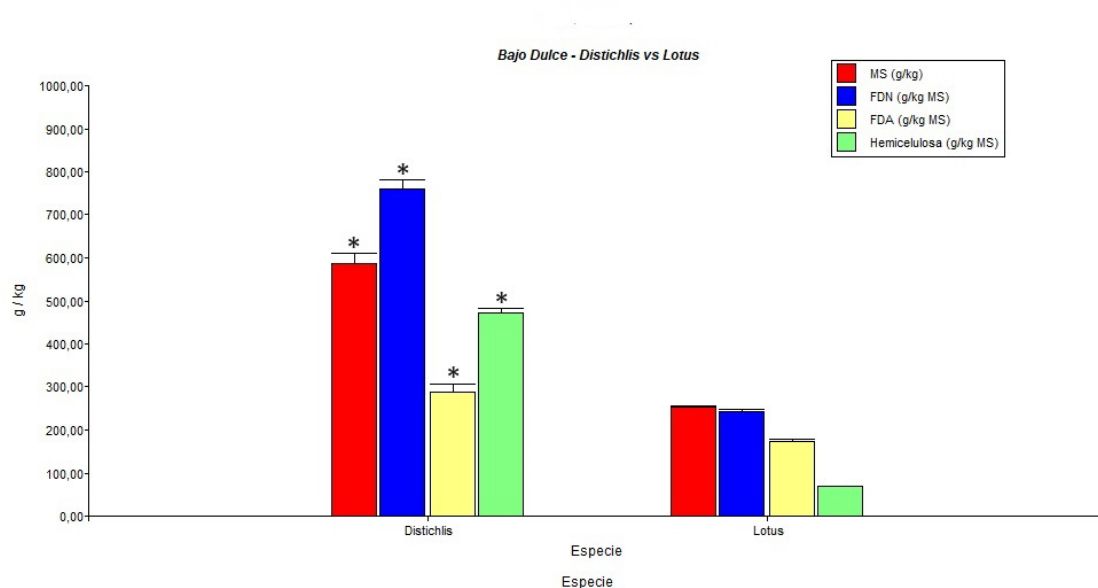


Figura 1: Aporte nutricional de *Distichlis laxiflora* y *Lotus tenuis* creciendo en un bajo dulce durante el verano. Contenido de materia seca (g/kg), fibra detergente neutro (FDN) y ácido (FDA) y hemicelulosas en gramos cada 1000 g de MS. Barras T ubicadas por encima de cada barra vertical representan el EE. El asterisco indica medias significativamente diferentes ($p < 0,05$).

La especie *Distichlis laxiflora* presentó mayores niveles en todas las variables analizadas. La media encontrada de FDN para *Distichlis laxiflora* fue de 760,6 g/kg, mientras que el contenido de *Lotus tenuis* fue de un tercio (242,9 g/kg). Respecto a FDA la media de *Distichlis* fue de 287,9 g/kg y la de *Lotus tenuis* 173,9 g/kg, presentando *Lotus* un 395,9 g/kg menos FDA que *Distichlis laxiflora*.

Existe una correlación negativa entre el contenido de FDN y el consumo voluntario estimado del animal y también una correlación negativa entre el contenido de FDA y el coeficiente de digestibilidad de ese alimento para los rumiantes (Van Soest; 1991). De acuerdo a los valores encontrados podría estimarse que *Lotus tenuis* tendría un mayor consumo voluntario y digestibilidad en comparación con *Distichlis laxiflora*.

Esto coincide con los datos publicados de Leopoldo Montes (1990) sobre *Lotus tenuis* como forrajera en la Pampa Deprimida, donde muestra un coeficiente de digestibilidad promedio para el ciclo vegetativo entre 70-75% para la MS, y con Mark Rohan Sargeant (2009) que mostro un rango entre 45-61% de digestibilidad para *Distichlis spicata*.

Por otra parte y de acuerdo a la metodología de Van Soest, al restar el contenido de FDN el valor de FDA se obtiene la fracción que correspondería a hemicelulosas. Presentando como era de esperar, *Distichlis laxiflora* 5,8 veces más hemicelulosas (472,1 g/kg). Las gramíneas ó poáceas como *Distichlis laxiflora* son naturalmente ricas en hemicelulosas (Bach & Calsamiglia, 2006) a diferencia de las leguminosas como el *Lotus tenuis* (69 g/kg de hemicelulosas), que son naturalmente ricas en pectinas (Sarmiento, 2012).

En cuanto a materia seca, la especie *Distichlis* presento en promedio 586,9 g/kg, mientras que *Lotus tenuis* mostro 252,1 g/kg, una diferencia de 334,8 g/kg más de materia seca en *Distichlis*.

Las gramíneas (poáceas) y en especial las especies C4 suelen presentar un gran crecimiento en el período vegetativo durante la primavera y su calidad y digestibilidad disminuye rápidamente durante el verano cuando se encuentra en su período reproductivo momento en el que aportan un gran contenido de materia seca rica en fibra (media a baja digestibilidad) (Ferrari 1990).

El consumo voluntario y la digestibilidad de las especies forrajeras puede medirse *in vivo* (método más complicado y oneroso), *in vitro* y/o estimarse por ecuaciones. Se define al consumo voluntario como lo que el animal libremente comerá de determinado alimento. Por otra parte, la digestibilidad de un alimento, indica la proporción del alimento que no ha sido excretada en las heces y por lo tanto ha sido absorbida por el animal (Mc Donald 2006).

Una de las estimaciones mediante ecuaciones más comúnmente usadas son las que utilizan los valores de FDN para estimar el consumo voluntario y el contenido de FDA para estimar la digestibilidad como se presentan a continuación:

Estimación del consumo voluntario (CV) de *Lotus tenuis*, creciendo en el bajo dulce)

MS ingerida, % de peso corporal = $120 / (\text{FDN, \% de MS})$

CV: $120 / 24,29 = 4,94 \% \text{ PV}$

Estimación del coeficiente de MS Digestible de *Lotus tenuis*, creciendo en el bajo dulce)

MS Digestible, % de MS = $88,9 - 0,779 * (\text{FDA, \% de MS})$

MS Digestible = $88,9 - 0,779 * 17,39$

MS Digestible = 75,35 %

Estimación del CV de *Distichlis laxiflora*, en el bajo dulce

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.

MS ingerida, % de peso corporal = $120 / (\text{FDN}, \% \text{ de MS})$

CV: $120 / 76,06 = 1,57 \% \text{ PV}$

Estimación de Digestibilidad de *Distichlis laxiflora*, en el bajo dulce

MS Digestible, % de MS = $88,9 - 0,779 * (\text{FDA}, \% \text{ de MS})$

MS Digestible = $88,9 - 0,779 * 28,79$

MS Digestible = 66,47 %

Una vaca de 400 kilogramos de peso consumiría 6,28 kilogramos de materia seca de *Distichlis laxiflora* para este corte estival, que tendrá un 66,47% de digestibilidad cuando se desarrolla en un bajo dulce en verano, mientras que de *Lotus tenuis* creciendo en el mismo ambiente y estación consumiría 19,84 kg (un poco más del doble) con un 75,35% de digestibilidad. Estos resultados de digestibilidad en *Lotus tenuis* coinciden con anteriores publicaciones, donde obtuvieron valores cercanos al 75% de digestibilidad en distintos estados fenológicos (Criado, 2014).

Las estimaciones realizadas utilizando estas ecuaciones muestran que *Lotus tenuis* posee una mejor calidad nutricional que *Distichlis laxiflora* en cuanto a digestibilidad y consumo voluntario esperado cuando ambas especies se desarrollan en este ambiente de bajo dulce en verano. Sumado a los valores de FDN y FDA de cada especie, estas estimaciones concuerdan con los valores encontrados en otras publicaciones, como pueden ser los resultados de un metanálisis realizado con más de 120 estudios publicados en el *Journal of Dairy Science* que confirman la relación negativa entre el contenido de FDN y la IMS (ingestión de materia seca) (Bach & Calsamiglia, 2006). Por otra parte, las hemicelulosas de las gramíneas presentan numerosas uniones con la lignina presente en las paredes celulares que hacen que su ritmo de fermentación a nivel ruminal sea más lento (Bach & Calsamiglia, 2006). En el caso de las leguminosas, éstas presentan un menor contenido de hemicelulosas, un mayor contenido de pectinas (que son de alta digestibilidad), por lo cual es esperable un mayor ritmo de paso a través del rumen que resulta en mayores digestibilidades efectivas en las leguminosas que en las gramíneas (Bach & Calsamiglia, 2006).

Durante la toma de muestras realizada en el verano, no se encontraron ejemplares de *Lotus tenuis* en el bajo salino (sitio 1). Posiblemente esto se deba a las rigurosas restricciones de este ambiente que presenta una alta conductividad eléctrica y alto contenido de sales que no permitirían el desarrollo de esta especie en ese sitio.

En relación con los resultados obtenidos al analizar la biomasa aérea recolectada (tallos + hojas) de *D. laxiflora* creciendo en un bajo salino (sitio 1) y en un bajo dulce (sitio 2), se encontraron diferencias significativas solamente respecto al porcentaje de materia seca y no en FDN, FDA y hemicelulosas (ver Figura 2).

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.

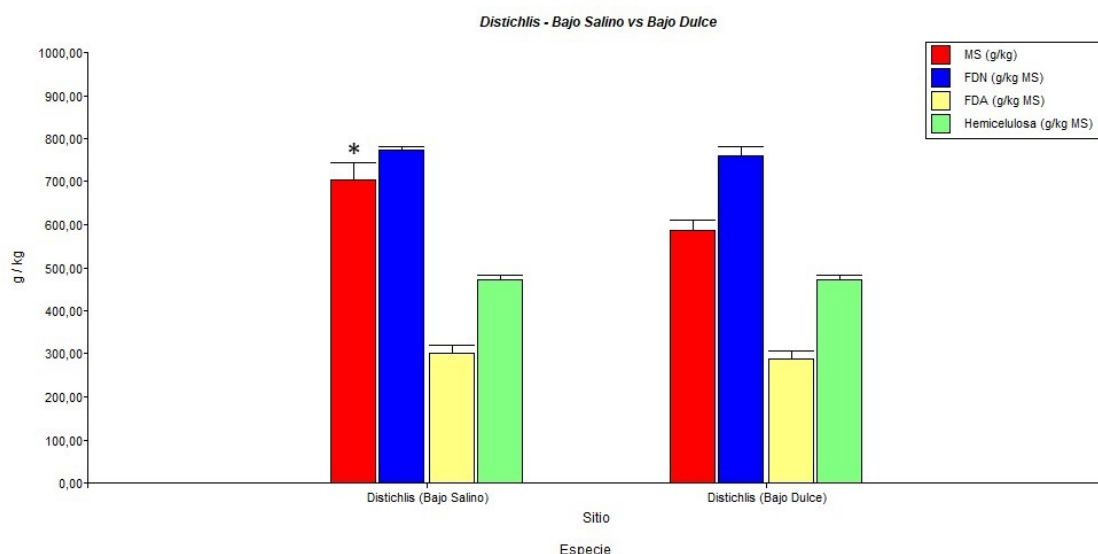


Figura 2: Aporte nutricional de *Distichlis laxiflora* creciendo en un bajo salino (S:1) y en un bajo dulce (S:2) durante el verano. Contenido de materia seca (g/kg), fibra detergente neutro (FDN) y ácido (FDA) y hemicelulosas en gramos cada 1000 g de MS. Barras T ubicadas por encima de cada barra vertical representan el EE. El asterisco indica medias significativamente diferentes ($p < 0,05$).

El promedio del contenido de materia seca para *D. laxiflora* en el bajo salino fue 704,6 g/kg, mientras que para la misma especie creciendo en el bajo dulce fue 586,9 g/kg. Para el resto de los parámetros no se encontraron diferencias significativas.

Tampoco se encontraron diferencias significativas al realizar las estimaciones de consumo voluntario y digestibilidad mediante el uso de ecuaciones, como se observa a continuación:

Estimación del consumo voluntario (CV) de *D. laxiflora* creciendo en el bajo dulce:

MS ingerida, % de peso corporal = $120 / (\text{FDN, \% de MS})$
 CV: $120 / 76.06 = 1.57 \%$ PV

Estimación del coeficiente de MS Digestible de *D. laxiflora* creciendo en el bajo dulce:

MS Digestible, % de MS = $88.9 - 0.779 * (\text{FDA, \% de MS})$
 MS Digestible = $88.9 - 0.779 * 28.79$
 MS Digestible = 66.47 %

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.

Estimación del consumo voluntario (CV) de *D. laxiflora* creciendo en el bajo salino:

MS ingerida, % de peso corporal = $120 / (\text{FDN, \% de MS})$

CV: $120 / 77.39 = 1.55 \text{ \% PV}$

Estimación del coeficiente de MS Digestible de *D. laxiflora* creciendo en el bajo salino):

MS Digestible, % de MS = $88.9 - 0.779 * (\text{FDA, \% de MS})$

MS Digestible = $88.9 - 0.779 * 30.12$

MS Digestible = 65.43 %

Como los valores encontrados por ecuación para la especie *D. laxiflora* resultaron más altos que los observados por análisis *in situ* e *in vitro* reportados (Hidalgo, 1998), se decidió realizar la determinación de digestibilidad *in vitro* (a 48 hs) en las muestras de las especies estudiadas (ver Figura 3).

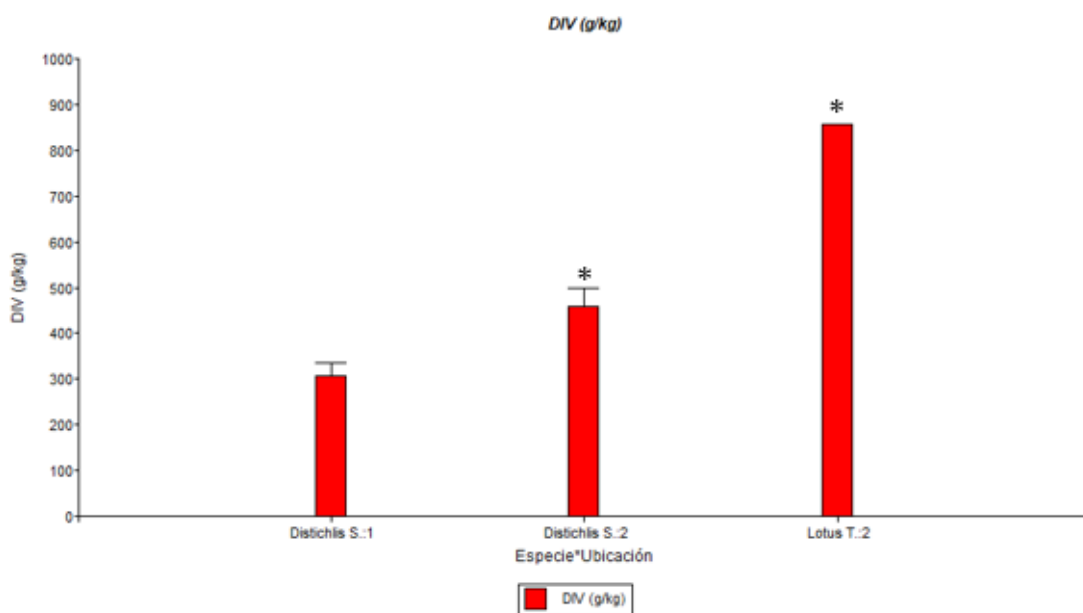


Figura 3: Digestibilidad *in vitro* de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en un bajo dulce y *D. laxiflora* en un bajo salino. durante el verano expresadas en gramos cada 1000 g de materia seca (MS). Barras T ubicadas por encima de cada barra vertical representan el EE. El asterisco indica medias significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Lotus tenuis (media: 856,5 g/kg MS) presentó mayores valores de digestibilidad que *D. laxiflora* pero también se encontraron diferencias significativas entre la digestibilidad de las plantas de *Distichlis* que crecían en el bajo dulce (media bajo

dulce: 458,6 g/kg MS) y las que lo hacían en el bajo salino (media bajo salino: 307,6 g/kg MS).

Se observaron diferencias muy marcadas con respecto a los valores estimados por ecuación especialmente sobreestimaciones de la digestibilidad de *Distichlis* en particular con las que crecían en el bajo salino (<47,01%), ver tabla 1.

Especie	Digestibilidad <i>In vitro</i> (g/kg MS)	Digestibilidad por ecuación (g/kg MS)	Diferencia entre mediciones(%)
<i>L. tenuis</i> (bajo dulce)	856,5	753, 5	+12,02
<i>D. laxiflora</i> (bajo dulce)	458,6	664,7	- 31,00
<i>D. laxiflora</i> (bajo salino)	307,6	654,3	- 47,01

Comparando con publicaciones existentes, los resultados de digestibilidad *in vitro* encontrados en las plantas de *D. laxiflora* analizadas coinciden con los resultados presentados por Hidalgo et al. 1998. Existen trabajos previos en donde se refiere que las ecuaciones de estimación de digestibilidad basadas en FDA, no ajustan bien en el caso de especies halófitas (especies adaptadas para crecer y desarrollarse en ambientes salinos) como es el caso de *Distichlis laxiflora* (Masters, 2015).

Como se observa en la tabla anterior *L. tenuis* presenta una digestibilidad 86,76% mayor en el bajo dulce que *D. laxiflora*. Los polisacáridos componentes de las paredes celulares vegetales aportan a los animales en pastoreo entre el 30 y el 40% de la energía digestible consumida (Ramírez Orduña et al. 2002; Mc Donald 2006). La cantidad, composición y estructura de las paredes celulares de las especies forrajeras afectará el consumo de los animales rumiantes en pastoreo y la digestibilidad total del material consumido (Ramírez Orduña et al. 2002; Van Soest 1994; Mc Donald 2006). El material vegetal que presente mayor proporción de contenido celular (hidratos de carbono solubles) y menor proporción de pared celular tendrá una digestibilidad mayor respecto a aquel en el que se presente la relación inversa. La energía disponible aumentará al disminuir el contenido de pared celular. En este trabajo se observa que *Lotus tenuis* presenta un contenido mayor de solubles en detergente neutro y menor proporción de pared celular reflejada en su menor contenido de FDN, esto se ve acompañado por una mayor estimación de consumo voluntario y una digestibilidad *in vitro* 88,76% mayor a la encontrada en *D. laxiflora* creciendo ambas en el bajo dulce. A su vez la composición de la pared celular y la interacción entre sus componentes incide también en la digestibilidad, siendo las pectinas las más digestibles y las que se encuentran en mayor proporción en las paredes celulares de *L. tenuis*. Luego las hemicelulosas (mayor proporción en *D. laxiflora*), y después la celulosa. La lignina y su relación con el resto de los componentes de la pared inhiben la digestibilidad de la pared celular (Jung y Vogel 1986). La mayor digestibilidad encontrada en las

plantas de *D. laxiflora* creciendo en el bajo dulce con respecto a las que crecían en el bajo salino podría deberse a cambios en la composición de los polisacáridos de las paredes celulares como respuesta al estrés como lo reportado por Vago et.al. 2021, en donde encontraron diferencias en el contenido de hemicelulosas y pectinas debido al estrés salino.

De acuerdo a los resultados obtenidos se acepta la hipótesis en la que se planteaba que el aporte en materia seca varía según el ambiente en el que crecen las dos especies.

También se acepta la hipótesis respecto al mayor aporte nutricional de *Lotus tenuis* durante el verano con menor aporte de FDN y FDA y mayor digestibilidad que *D. laxiflora* creciendo en el mismo ambiente.

La última hipótesis planteada se rechaza ya que *Distichlis laxiflora* creciendo en un bajo dulce presentó contenidos similares de FDN y FDA pero mayor digestibilidad que en las plantas que crecieron en un ambiente salino.

Conclusiones

Si bien se esperaba encontrar diferencias significativas en el aporte nutricional de la especie *Lotus tenuis* con respecto a *Distichlis laxiflora* creciendo en el bajo dulce durante el verano las mismas fueron muy marcadas. *L. tenuis* presentó un tercio del contenido de fibra detergente neutro (FDN) y un 40% menos de contenido de fibra detergente ácido (FDA) que *D. laxiflora* creciendo en el mismo ambiente. Esto se vería reflejado productivamente en los animales, por un mayor consumo voluntario y un mejor aprovechamiento del material vegetal consumido porque *Lotus* presentó una digestibilidad in vitro 86,76% mayor. Se debe tener en cuenta también que su aporte en materia seca es muy bajo, en cambio el de *Distichlis* es más alto y la producción de materia seca por hectárea (si bien no se midió en este ensayo) es muy superior. Por lo cual la promoción de *Lotus tenuis* en estos ambientes de bajo dulce manteniendo el tapiz de *Distichlis*, podría mejorar la cantidad y calidad de las raciones por hectárea sumando las aptitudes de ambas especies (leguminosa + gramínea) y logrando una producción de mayor sustentabilidad en el tiempo.

Respecto a los resultados encontrados para las plantas de *D. laxiflora* creciendo en el bajo dulce en relación a las que lo hacían en el bajo salino, no se encontraron diferencias significativas en los contenidos de FDN, FDA y hemicelulosas. Las predicciones por ecuación de la digestibilidad en base a FDA no se adecuaron a los resultados encontrados en digestibilidad in vitro. Por otra parte, debiera profundizarse el estudio respecto a cuáles son las razones por las que se observa una mejora en la digestibilidad de *D. laxiflora* creciendo en el bajo dulce con respecto a las que lo hacen en el bajo salino, donde las plantas deben soportar un estrés mucho más severo sin que se observen diferencias en FDN y FDA. Si esta mejora se relaciona con cambios a nivel de los polisacáridos que componen sus

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.

paredes celulares, éstos podrían afectar positivamente el valor forrajero de esta especie al ser pastoreada por rumiantes logrando mejores conversiones.

Bibliografía

Bach, A., & Calsamiglia, S. (2006). La fibra en los rumiantes:¿ Química o física. XXII curso de especialización Fedna. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.

Batista, W. B., Taboada, M. A., Lavado, R. S., Perelman, S. B., & León, R. J. (2005). Asociación entre comunidades vegetales y suelos en el pastizal de la Pampa Deprimida. La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas, 113-119.

Borrajó, C. I., Braco, M., & Ezcurdia, P. (2011). ROTACIONES AGRICOLA/GANADERAS EN SUELOS BAJOS DE LA CUENCA DEL SALADO.

Brizuela, M. A., Cid, M. S., Minon, D. P., & Grecco, R. F. (1990). Seasonal utilization of saltgrass (*Distichlis* spp.) by cattle. *Animal feed science and technology*, 30(3-4), 321-325.

Buxton, D.R. , Casler M.D. (1993) Forage cell wall Structure and digestibility. In: ASA- CSSA-SSS (ed) 677 Madison, WI 53711, USA, pp 685–714.

Cid, M. S., Grecco, R. F., Oesterheld, M., Paruelo, J. M., Cibils, A. F., & Brizuela, M. A. (2011). Grass-fed beef production systems of Argentina's flooding pampas: Understanding ecosystem heterogeneity to improve livestock production. *Outlook on AGRICULTURE*, 40(2), 181-189.

Criado, C. A., and EEA Cuenca del Salado. "Lotus "Pampa" INTA." *Publicación Técnica* (2014).

Escobar-Hernandez, A., Troyo-Diéguez, E., García-Hernández, J. L., Hernández-Contreras, H., Murillo-Amador, B., & López-Aguilar, R. (2005). Principal component analysis for determining forage potential of saltgrass *Distichlis spicata* L.(Greene) in coastal ecosystems of Baja California Sur, Mexico.

Estrella, M. J., Munoz, S., Soto, M. J., Ruiz, O., & Sanjuán, J. (2009). Genetic diversity and host range of rhizobia nodulating *Lotus tenuis* in typical soils of the Salado River Basin (Argentina). *Applied and environmental microbiology*, 75(4), 1088-1098.

Faverin, C., & Machado, C. (2019). Tipologías y caracterización de sistemas de cría bovina de la pampa deprimida. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 35(1), 3-13.

Ferrari, E. P., & Pagella, J. A. (1990). Comportamiento de gramíneas de origen subtropical y templado en la región semiárida pampeana de la República Argentina. *Semiárida*, 5(2), 148-148.

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.

García, E., Rambeaud, D. E., Serpa, G. P., & Serrano, P. M. (1994). *Lotus tenuis* Waldst et Kit. Un importante recurso forrajero para la Pampa Deprimida Argentina. Pergamino. Estación Agropecuaria. Boletín de Divulgación Técnica, (102), 20.

González, J. S., & Soto-Murillo, H. (1998). Estimación de la calidad nutricional de los forrajes del cantón de San Carlos II. Componentes de la pared celular. *Nutrición Animal Tropical*, 4(1), 3-23.

Hansen, D. J., Dayanandan, P., Kaufman, P. B., & Brotherson, J. D. (1976). Ecological adaptations of salt marsh grass, *Distichlis spicata* (Gramineae), and environmental factors affecting its growth and distribution. *American Journal of Botany*, 63(5), 635-650.

Hidalgo, L. G., Cauhepe, M. A., & Erni, A. N. (1998). Digestibilidad de materia seca y contenido de proteína bruta en especies de pastizal de la Pampa deprimida, Argentina. *Investigaciones Agrarias: Producción y Sanidad Animal*, 13, 165-177.

Jones J.D.G., Dangl J.L. (2006) The plant immune system. *Nature* 444:323–9. [online] URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17108957> (accessed 1 March 2013).

Jung, H.G. and K.P. Vogel. 1986. Influence of lignin on digestibility of forage cell wall material. *J. Anim. Sci.* 62:1703–1712.

Lonard, R. I., Judd, F. W., & Stalter, R. (2013). The biological flora of coastal dunes and wetlands: *Distichlis spicata* (C. Linnaeus) E. Greene. *Journal of Coastal Research*, 29(1), 105-117.

Martinez Carretero, E. (2001). Esquema sintaxonómico de la vegetación de regiones salinas de Argentina. *Multequina*, 10(2), 67-74.

Maguire, V. G., Campestre, M. P., Antonelli, C. J., & Ruiz, O. A. (2020). EL MEJORAMIENTO DE ESPECIES FORRAJERAS DEL GÉNERO LOTUS spp Y SU IMPORTANCIA ECONÓMICA Y AMBIENTAL EN LOS PASTIZALES DE LA PAMPA DEPRIMIDA DEL SALADO. Estado del arte del mejoramiento genético de especies forrajeras en la Argentina, 1-17.

Masters, D. G. (2015). Assessing the feeding value of halophytes. *Halophytic and Salt Tolerant Feedstuffs: Impacts on Nutrition, Physiology and Reproduction of Livestock*. CRC Press New York, 89-105.

McDonald, P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh, and C.. Morgan. 2006. *Nutrición animal* 6° ed.

Montes, L. L. (1990). LOTUS TENUIS: leguminosa forrajera para la Pampa Deprimida.

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.

Moore, J. E., & Undersander, D. J. (2002). Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index. In Proceedings 13th annual Florida ruminant nutrition symposium (Vol. 32, pp. 16-29).

Moyano, C. (2012). Evaluación de la eficiencia de implantación de especies forrajeras megatérmicas en bajos alcalino-sódicos en la Cuenca del Salado.

Munns, R., & Gilliham, M. (2015). Salinity tolerance of crops—what is the cost?. *New phytologist*, 208(3), 668-673.

Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59, 651-681.

Oross, J. W., & Thomson, W. W. (1982). The ultrastructure of the salt glands of *Cynodon* and *Distichlis* (Poaceae). *American Journal of Botany*, 69(6), 939-949.

Pelliza, A., Borrelli, L., & Bonvissuto, G. (2005). El pasto Salado (*Distichlis* spp.) en la Patagonia: una forrajera adaptada a la aridez ya la salinidad. *Revista Científica Agropecuaria*, 9(2), 119-131.

Ramirez Orduña, R., Ramirez Lozano, R.G., Lopez Gutierrez F. (2002) Factores estructurales de la pared celular del forraje que afectan su digestibilidad. *Ciencia UANL V*

Rossi, C., Perez, R. A., & Otondo, J. (2005). Mejoramiento de la condición forrajera en bajos alcalino-sódicos con especies subtropicales en la cuenca del salado. Informe de resultado del proyecto. Sitio Argentino de Producción Animal. bit.ly/3eqr5Kt.

Ryan C.A. (2000) The systemin signaling pathway: differential activation of plant defensive genes. *Biochimica et Biophysica Acta* 1477:112–121.

Sargeant, M. R. (2009). The agronomy of *Distichlis spicata* Cv. yensen-4a (NyPa forage) and its potential role as a forage plant on saline land (Doctoral dissertation, La Trobe University).

Sarmento, T. R. (2012). Impacto del procesamiento sobre la pared celular y las propiedades hipoglucémicas y tecnofuncionales de leguminosas. Trabajo presentado como tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, España.

Strittmatter, C. D., Wagner, M. L., Kade, M., & Gurni, A. A. (1992). Identification of *Lotus tenuis* (Waldst et Kit.) flavonoids. *Biochemical systematics and ecology*, 20(7), 685-687.

Theodorou, M. K., Williams, B. A., Dhanoa, M. S., McAllan, A. B., & France, J. (1994). A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal feed science and technology*, 48(3-4), 185-197.

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.

Taiz, L., & Zeiger, E. (2007). Fisiología vegetal (Vol. 10). Universitat Jaume I.

Vago, M. E., Jaurena, G., Estevez, J. M., Castro, M. A., Zavala, J. A., & Ciancia, M. (2021). Salt stress on *Lotus tenuis* triggers cell wall polysaccharide changes affecting their digestibility by ruminants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 166, 405-415.

Valenciaga, D., & Chongo, B. (2004). La pared celular. Influencia de su naturaleza en la degradación microbiana ruminal de los forrajes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 38(4), 343-350.

Van Soest, P. J., Mertens, D. R., & Deinum, B. (1978). Preharvest factors influencing quality of conserved forage. *Journal of Animal Science*, 47(3), 712-720.

Van Soest P.J. (1994) Nutritional ecology of the ruminant(C.P. Associates, Ed.), 2nd edn. Cornell University Press, Ithaca, NY.

Van Soest, P. V., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science*, 74(10), 3583-3597.

Zeme, S. A., Entraigas, I., & Varni, M. (2011). *Servicios ecosistémicos de un pastizal natural de la pampa deprimida bonaerense. Estudio de caso en el partido de Azul* (Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires).

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.

Anexos

FDN (g/kg MS)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDN (g/kg MS)	9	0,99	0,99	4,01

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	550244,01	3	183414,67	325,56	<0,0001
Especie	549978,67	2	274989,34	488,10	<0,0001
Sitio	265,34	1	265,34	0,47	0,5231
Especie*Sitio	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	2816,95	5	563,39		
Total	553060,96	8			

MS (g/kg)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MS (g/kg)	9	0,96	0,94	9,85

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	330778,76	3	110259,59	42,94	0,0005
Especie	309998,83	2	154999,41	60,36	0,0003
Sitio	20779,94	1	20779,94	8,09	0,0360
Especie*Sitio	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	12839,11	5	2567,82		
Total	343617,88	8			

FDA (g/kg MS)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDA (g/kg MS)	9	0,88	0,80	11,36

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	29530,07	3	9843,36	11,79	0,0105
Especie	29264,73	2	14632,37	17,53	0,0055
Sitio	265,34	1	265,34	0,32	0,5972
Especie*Sitio	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	4173,87	5	834,77		
Total	33703,94	8			

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.

Hemicelulosa (g/kg MS)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Hemicelulosa (g/kg MS)	9	1,00	0,99	4,76

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	325841,44	3	108613,81	418,80	<0,0001
Especie	325841,44	2	162920,72	628,19	<0,0001
Sitio	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
Especie*Sitio	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	1296,74	5	259,35		
Total	327138,18	8			

DIV (g/kg MS)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIV (g/kg MS)	8	0,96	0,95	10,72

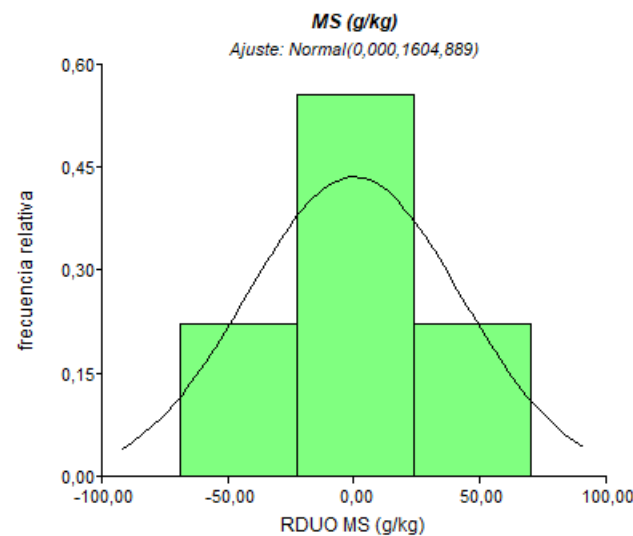
Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

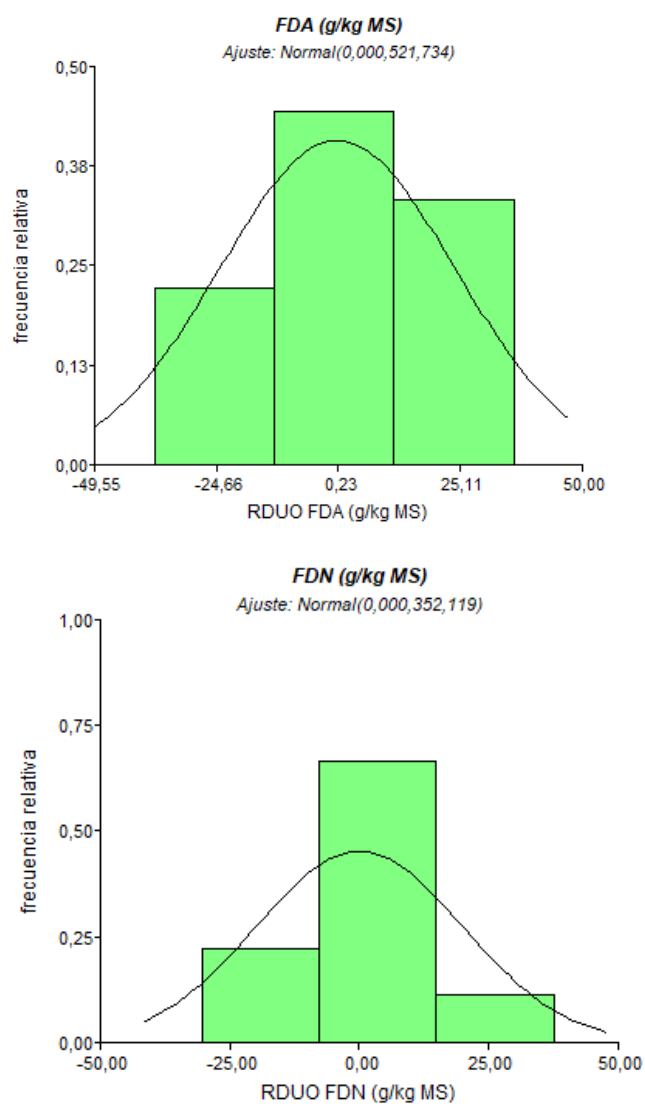
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	370268,17	2	185134,08	64,04	0,0003
Especie	336066,67	1	336066,67	116,26	0,0001
Sitio	34201,50	1	34201,50	11,83	0,0184
Especie*Sitio	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	14453,83	5	2890,77		
Total	384722,00	7			



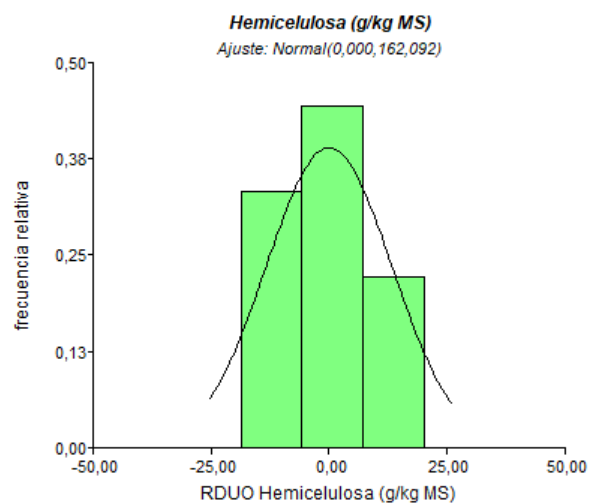
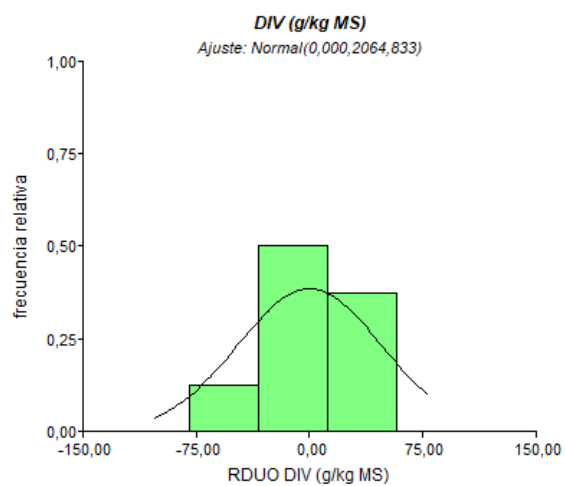
Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.



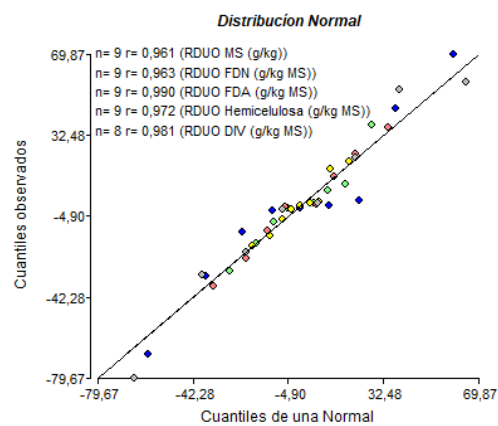
Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.



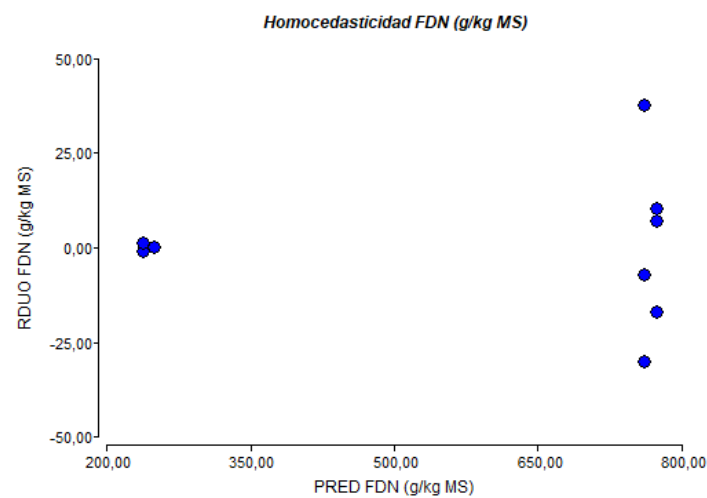
Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.



Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO MS (g/kg)	9	0,00	40,06	0,95	0,7762
RDUO FDN (g/kg MS)	9	0,00	18,76	0,97	0,8921
RDUO FDA (g/kg MS)	9	0,00	22,84	0,97	0,9209
RDUO Hemicelulosa (g/kg MS..)	9	0,00	12,73	0,93	0,5817
RDUO DIV (g/kg MS)	8	0,00	45,44	0,95	0,7538

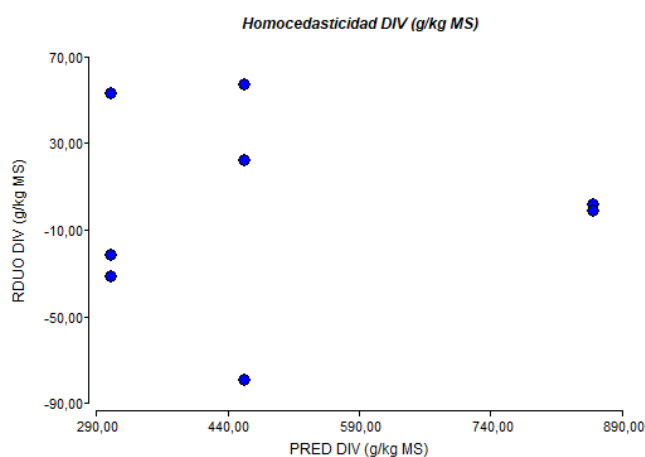


Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.



Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.



RABS MS (g/kg)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS MS (g/kg)	9	0,46	0,14	103,95

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3114,05	3	1038,02	1,42	0,3400
Especie	2694,05	2	1347,02	1,85	0,2509
Sitio	420,01	1	420,01	0,58	0,4822
Especie*Sitio	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	3647,99	5	729,60		
Total	6762,04	8			

RABS FDN (g/kg MS)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS FDN (g/kg MS)	9	0,62	0,39	85,03

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	891,13	3	297,04	2,69	0,1569
Especie	615,50	2	307,75	2,79	0,1537
Sitio	275,63	1	275,63	2,50	0,1749
Especie*Sitio	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	551,88	5	110,38		
Total	1443,02	8			

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.

RABS FDA (g/kg MS)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS FDA (g/kg MS)	9	0,66	0,46	65,94

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1144,09	3	381,36	3,24	0,1194
Especie	1142,85	2	571,42	4,85	0,0675
Sitio	1,25	1	1,25	0,01	0,9221
Especie*Sitio	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	589,42	5	117,88		
Total	1733,51	8			

RABS Hemicelulosa (g/kg MS)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Hemicelulosa (g/kg MS..)	9	0,50	0,20	82,73

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	280,57	3	93,52	1,67	0,2871
Especie	279,07	2	139,53	2,49	0,1775
Sitio	1,50	1	1,50	0,03	0,8764
Especie*Sitio	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	279,95	5	55,99		
Total	560,52	8			

RABS DIV (g/kg MS)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS DIV (g/kg MS)	8	0,59	0,43	62,30

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3214,34	2	1607,17	3,66	0,1048
Especie	2752,04	1	2752,04	6,27	0,0542
Sitio	462,30	1	462,30	1,05	0,3518
Especie*Sitio	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	2194,37	5	438,87		
Total	5408,71	7			

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.

MS (g/kg)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MS (g/kg)	9	0,96	0,95	9,04

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	330648,10	2	165324,05	76,48	0,0001
Especie	309868,16	1	309868,16	143,35	<0,0001
Sitio	20779,94	1	20779,94	9,61	0,0211
Especie*Sitio	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	12969,78	6	2161,63		
Total	343617,88	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=116,47675

Error: 2161,6300 gl: 6

Especie	Sitio	Medias	n	E.E.
Lotus	1	sd	0	sd A
Lotus	2	252,17	3	26,84 B
Distichlis	2	586,93	3	26,84 C
Distichlis	1	704,63	3	26,84 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

FND (g/kg MS)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FND (g/kg MS)	9	0,99	0,99	3,72

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	550151,18	2	275075,59	567,21	<0,0001
Especie	549885,85	1	549885,85	1133,87	<0,0001
Sitio	265,34	1	265,34	0,55	0,4874
Especie*Sitio	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	2909,78	6	484,96		
Total	553060,96	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=55,17001

Error: 484,9633 gl: 6

Especie	Sitio	Medias	n	E.E.
Lotus	1	sd	0	sd A
Lotus	2	242,93	3	12,71 B
Distichlis	2	760,63	3	12,71 C
Distichlis	1	773,93	3	12,71 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.

FDA (g/kg MS)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDA (g/kg MS)	9	0,87	0,83	10,52

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	29410,36	2	14705,18	20,55	0,0021
Especie	29145,03	1	29145,03	40,73	0,0007
Sitio	265,34	1	265,34	0,37	0,5649
Especie*Sitio	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	4293,58	6	715,60		
Total	33703,94	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=67,01665

Error: 715,5967 gl: 6

Especie	Sitio	Medias	n	E.E.
Lotus	1	sd	0	sd A
Lotus	2	173,87	3	15,44 B
Distichlis	2	287,93	3	15,44 C
Distichlis	1	301,23	3	15,44 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Hemicelulosa (g/kg MS)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Hemicelulosa (g/kg MS)	9	1,00	0,99	4,35

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	325839,74	2	162919,87	752,84	<0,0001
Especie	325839,74	1	325839,74	1505,67	<0,0001
Sitio	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
Especie*Sitio	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	1298,45	6	216,41		
Total	327138,18	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=36,85403

Error: 216,4078 gl: 6

Especie	Sitio	Medias	n	E.E.
Lotus	1	sd	0	sd A
Lotus	2	69,07	3	8,49 B
Distichlis	2	472,70	3	8,49 C
Distichlis	1	472,70	3	8,49 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Martín de Palma Portela

Comparación de parámetros nutritivos de *Lotus tenuis* y *Distichlis laxiflora* creciendo en bajos dulces y bajos salinos de la Cuenca del Salado durante el verano.

DIV (g/kg MS)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIV (g/kg MS)	8	0,96	0,95	10,72

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	370268,17	2	185134,08	64,04	0,0003
Especie	336066,67	1	336066,67	116,26	0,0001
Sitio	34201,50	1	34201,50	11,83	0,0184
Especie*Sitio	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	14453,83	5	2890,77		
Total	384722,00	7			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=154,29079

Error: 2890,7667 gl: 5

Especie	Sitio	Medias	n	E.E.
Lotus	1	sd	0	sd A
Distichlis	1	307,67	3	31,04 B
Distichlis	2	458,67	3	31,04 B
Lotus	2	856,50	2	38,02 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)