



Relaciones entre el Agua Superficial y los Principales Tipos de Vegetación de los Bajos Sub-meridionales de Santa Fe¹

1. Re-edición: Bissio, J., L. Luisoni y W. Batista. 1990. Relaciones entre el Agua Superficial y los Principales Tipos de Vegetación de los Bajos Submeridionales de Santa Fe. INTA EEA Reconquista, Publicación Técnica N° 5

Autores: Julio César Bissio, Luis Horacio Luisoni y William Bennet Battista

bissio.julio@inta.gob.ar juliocesarbissio@gmail.com

Trabajo realizado en el marco del convenio INTA - Provincia de Santa Fe - Fundación José María Aragón

Resumen

En los tres principales tipos de pastizales naturales de los Bajos Submeridionales, se estudiaron, durante 10 años, las relaciones entre el agua superficial y la vegetación, dentro y fuera de un sistema diseñado para manejar el agua superficial. Se evaluó la frecuencia y nivel de las inundaciones, la producción de forraje y la composición botánica, de esta última se derivaron dos valores; la posición en el gradiente de hídrico y el valor forrajero. Cuando se produjeron cambios poco significativos del agua superficial, estos afectaron la vegetación de la siguiente manera: entre especies acompañantes, cambios de *Cynodon dactylon* por *Leersia hexandra* en el pajonal de *Spartina argentinensis*; entre especies dominantes de características similares; cambio de *Paspalidium paludivagum* por *Leersia hexandra* en el gramillar de cañada; cuando los cambios en el nivel de inundación fueron significativos se modificaron los tipos de vegetación; de pajachuzal a gramillar de cañada, de gramillar de cañada a pajachuzal, de aibal a gramillar de *Cynodon dactylon* y de Aibal a pajachuzal. La posición en el gradiente hídrico de los sectores más deprimidos, mostró relación directa con la frecuencia de inundaciones y con la altura del pelo de agua. En los

sectores más elevados esta relación no fue evidente. Los mayores índices de valor forrajero y producción de forraje corresponden a los sectores con 40% a 60% de frecuencia de inundación, con pelos de agua máximos de 55 cm y con un promedio de nivel de inundación de 24 a 28 cm. El índice de valor forrajero y la producción de forraje disminuyó cuando se trató de impedir la acumulación de agua en los sectores de gramillar de cañada. Mediante el manejo del agua superficial no se logró aumentar significativamente la superficie del gramillar de cañada, tampoco se logró la estabilización del índice de valor forrajero o de la producción de forraje de este tipo de vegetación

Summary

In the three main types of natural grasslands, in the Bajos Submeridionales, of Santa Fe province, were studied for 10 years, the relations between the aboveground water table and vegetation, within and outside of a system designed to handle the aboveground water table. We assessed the frequency and level of the floods, the forage production and the botanical composition, the flood gradient position and the forage value index were derived from the botanical composition data. The variations of the aboveground water table affected vegetation; minor variations produced changes from *Cynodon dactylon* to *Leersia hexandra* in the “pajonal” of *Spartina argentensis* and from *Paspalidium paludivagum* to *Leersia hexandra* in the “gramillar de Cañada”. When changes in the level of flooding were significant, the types of vegetation changes from pajachuzal to gramillar cañada, gramillar de Cañada to pajachuzal, aibal to gramillar de *Cynodon dactylon* and Aibal to pajachuzal. The flood gradient position of the depressed areas showed direct relationship with the frequency and level of floods, in the higher areas, this relationship was not evident. The highest forage value index and forage production were obtained in the areas with 40 to 60% of frequency of flooding, and a maximum of 55cm; an average 24 to 28cm of aboveground water table. Through the handle of the aboveground water table, was not significantly increase the surface of gramillar de Cañada, or stabilize both; the forage value index and forage production.

Introducción

Los Bajos Submeridionales ocupan aproximadamente dos millones de hectáreas en el centro norte de la provincia de Santa Fe. El relieve de esta zona es chato, con carencia de vías normales de desagüe, lo que sumado al aporte de agua de zonas más elevadas provoca inundaciones periódicas (Lagos y Jaeschke 1977) Los suelos son salinos alcalinos, con textura predominantemente franco-arcillo-limosa (Espino Et al.1983) Los pastizales

naturales se los puede clasificar en tres tipos principales: Aibales o pastizales de *Elionurus muticus*, en los sectores algo elevados; Pajachuzales o pajonales de *Spartina argentinensis*, en los sectores intermedios y gramillares de cañada en los sectores deprimidos (Bissio 1979) Ragonese, 1941; Ragonese y Castiglione, 1968; Morello Et al. , 1975; Capurro Et al. , 1976; Bernasconi Et al. ,1980 y Lewis y Pire, 1981; describen con distinto grado de detalle los diferentes tipos de vegetación, mencionando en algunos casos las relaciones entre esta y el medio ambiente. También se pueden citar estudios en áreas similares a los Bajos Submeridionales, como los de Fuentes Godo Et al. , 1967; Bordón, 1971 y Scrifres, 1980. Sin embargo no se conoce un estudio a largo plazo en los Bajos Submeridionales o en sitios semejantes de la relación entre la dinámica de la vegetación y las variables que influyen sobre esta, fundamentalmente el agua superficial. Este último se considera importante para el manejo de los pastizales naturales en estos ambientes.

El uso actual de los pastizales de los Bajos Submeridionales está basado en una ganadería extensiva, en general de cría, en los aibales y pajachuzales se utiliza la quema para producir el rebrote tierno y palatable que es consumido por los animales, en cambio los gramillares de cañada producen forraje de calidad y no necesitan del fuego. Con esta forma de manejo los aibales y pajachuzales producen entre 1000 y 2000 kg de materia seca de forraje por hectárea y por año, siendo esta producción estable a través de los años, a pesar de la inestabilidad del ambiente (Bissio y Luisoni 1989). Los gramillares de cañada producen entre 4000 y 12000 kg de materia seca de forraje por hectárea y por año, siendo esta inestable a través de los años

Las inundaciones tienen influencia sobre la vegetación y el suelo (Bissio y Battista, 1984; Hein y Hein, 1986), por lo tanto las obras que se realicen para manejar el agua superficial o los caminos y en general cualquier construcción que altere el escurrimiento natural del agua, tendrán influencia sobre la vegetación y el suelo de los sectores afectados.

Con el objetivo de estudiar un posible diseño para manejar el agua superficial, se construyó, en el establecimiento “Los Charabones” ubicado en Fortín Chilcas, Departamento Vera, Provincia de Santa Fe, el sistema que se muestra en la figura 1 (Cita). Las metas que se plantearon fueron: 1. Crear un ambiente con inundaciones de poca importancia, con el objetivo de facilitar el manejo de los animales e implantar pasturas (Fossati y León,1977 y Fossati Et al. 1979) y 2. Derivar el agua de los sectores más elevados a los sectores más deprimidos, creando en lo posible un régimen de inundación estable y con las condiciones adecuadas para lograr una mayor producción de los pastizales naturales.

Este trabajo formó parte de las evaluaciones que se realizaron en las obras mencionadas y el objetivo del mismo fue estudiar la relación entre el agua superficial y los tres principales tipos de pastizales naturales

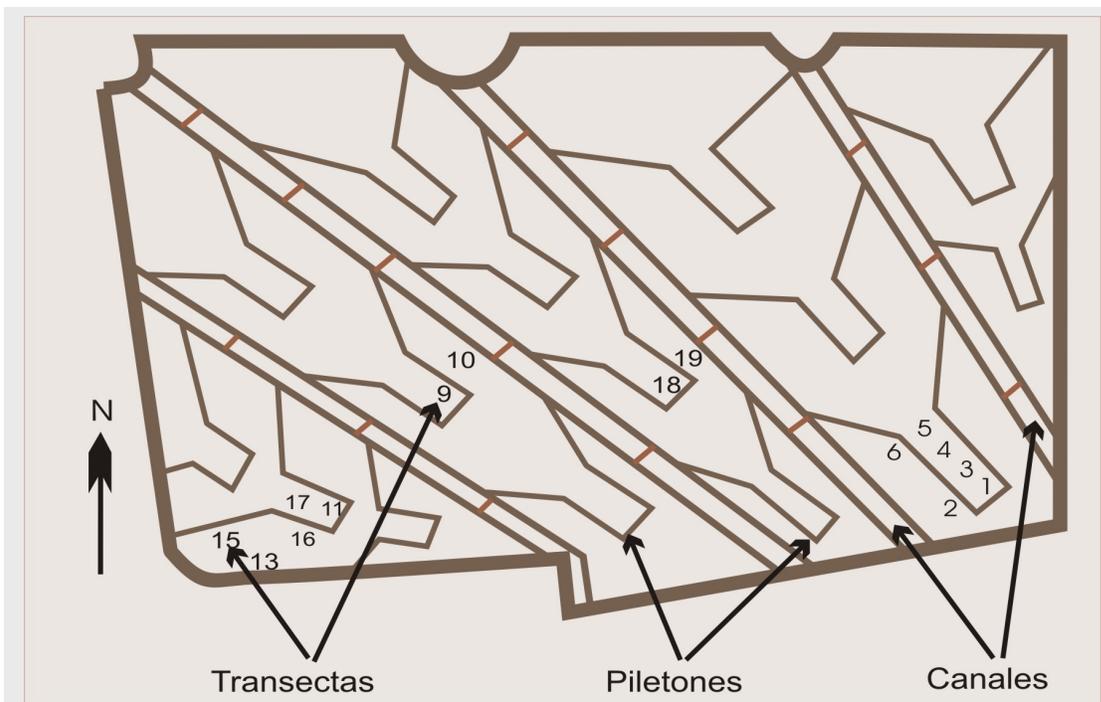


Figura 1. Esquema de las obras realizadas (Barbagallo y otros, no publicado). Se muestran los piletones, los canales y la ubicación de las transectas.

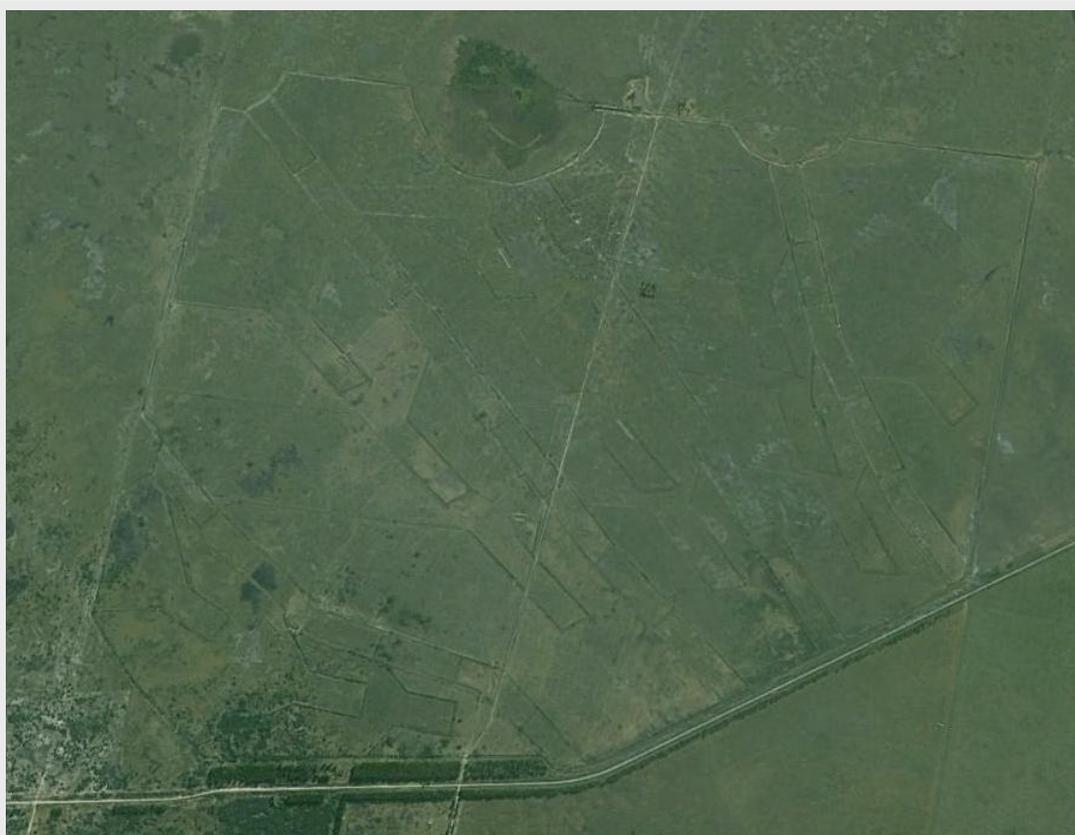


Figura 2. Imagen de las obras realizadas. Tomada de Google Earth (2014).

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en el establecimiento “Los Charabones”, ubicado en el departamento Vera (centro norte de la provincia de Santa Fe). La obra contaba con cinco circuitos hidrológicos separados por canales que dejaban pasar el agua exterior, que corría en dirección NO – SE (Figura 1 y 2). Dentro de cada circuito el agua era manejada independientemente de los otros circuitos y del exterior. En cada circuito se definieron dos sectores, el primero en el que se trató de evitar la presencia de agua en superficie y el segundo (dentro de los piletones) al que se derivaron los sobrantes de agua del primer sector. Debido al trazado no óptimo de las obras, roturas de los bordos y al relieve en palangana, el funcionamiento en algunos casos no estuvo de acuerdo con el objetivo trazado.

Se estudió la vegetación, la producción de forraje y el agua superficial

Vegetación

Mapeo de la vegetación por observación directa:

Antes y durante la construcción de las obras se observó y mapeo la vegetación. La comparación entre dos observaciones realizadas mostró los cambios inmediatos ocurridos en los diferentes tipos de vegetación

Composición botánica

Luego de finalizadas las obras, se estudiaron los tres principales pastizales de los bajos submeridionales: aibal, pajachuzal y gramillar de cañada (Bissio, 1979). En cada uno se estudiaron dos variantes: el sector en el que se trató de retener agua y el sector en el que se trató de evitar su presencia, correspondiente a las partes interna y externa de los piletones. Para cada tipo de vegetación se evaluó un testigo ubicado afuera de las obras, lo suficientemente alejado para evitar la influencia de estas particularmente en el escurrimiento del agua superficial. Además se evaluaron 1. un pajachuzal que se transformó en gramillar de cañada con la primera inundación importante luego de construidas las obras y 2. El gradiente (agua y vegetación) a lo largo de un piletón. La composición botánica se estimó en parcelas ubicadas a lo largo de transectas fijas de 25 estaciones, una estación cada seis metros. En cada parcela se registró la cobertura (Daubenmire, 1959). Este trabajo se realizó en los meses de marzo, julio y noviembre, entre 1979 y 1985; y solamente en el mes de marzo entre 1986 y 1988. Con el objetivo de volver en cada fecha a la misma zona, el punto de partida de cada transecta se marcó con un poste y el rumbo se orientó con brújula.

En gabinete, a partir de los datos de cobertura, se obtuvieron los siguientes índices:

Posición en el Gradiente Hídrico (PGH) = Sumatoria (Cobertura Especie X * Posición en el Gradiente Hídrico Especie X)

La PGH de cada especie representa la posición de esta en un gradiente de inundaciones de los Bajos Submeridionales. Se utilizó una escala de 1 a 100; el 1 representa los sectores de mayores inundaciones y el 100 los sectores de menores inundaciones

Índice de Valor Forrajero (IVF) = Sumatoria (Cobertura Especies Deseables + ½ Cobertura Especies Intermedias) * ((100 / Cobertura *Spartina argentinensis*) / 100)

Para el cálculo de este índice se consideraron indeseables a *Spartina argentinensis* y *Elionurus muticus*, aunque estas especies pueden producir forraje luego de quemadas (Bissio y Luisoni, 1989)

Producción de forraje

Se estimó en el aibal, en el pajachuzal y en el gramillar de cañada. En cada tipo de vegetación se estudiaron dos variantes: el sector en el que se trató de retener agua y el sector en el que se trató de evitar su presencia. Entre 1981 y 1984, las evaluaciones se realizaron en los meses de marzo, julio y noviembre, y entre 1985 y 1988 solamente en el mes de marzo. Se evaluaron 12 parcelas de 1/3 m² en cada variante. Para evitar el pastoreo de animales domésticos, las parcelas se protegieron con jaulas. Los cortes se realizaron con tijera, aproximadamente a 5cm de altura. El material cosechado fue secado a estufa a 65°C hasta peso constante y luego pesado. Los resultados se expresan en kilogramos de materia seca por hectárea y por año (kg ms/ha/año).

Agua Superficial

En oportunidad de evaluar la composición botánica y a lo largo de cada transecta, se registró la profundidad del agua superficial o la humedad de suelo si el sector no estaba inundado. En gabinete se calcularon los siguientes índices de inundación:

Pelo de agua promedio: Suma del pelo de agua de todas las fechas de lectura, dividido por el número de lecturas.

Pelo de agua promedio efectivo: Suma del pelo de agua de todas las lecturas, dividido por el número de lecturas en que se registró inundación.

Nivel máximo de inundación: Pelo de agua máximo registrado.

Frecuencia de inundación: Cantidad de inundaciones registradas, dividido por el total de inundaciones y multiplicado por 100

Resultados y Discusión

Mapeo de la vegetación por observación directa

Luego de la construcción del perímetro y antes de la construcción de los piletones, se inundó el sector SE de las obras, con profundidades de aproximadamente 1 metro. Como resultado de ello se eliminó una porción de pajachuzal. El espacio fue ocupado primero por algunas plantas aisladas de *Leersia hexandra* y luego por esta especie en forma casi exclusiva. Luego de construidos los piletones, se inundó el aibal ubicado en el sector SO (ver figura 1, sector de las transectas 11 y 17), con profundidades de aproximadamente 60 cm; esta inundación eliminó a *Elionurus muticus*. En los otros sectores observados no se notaron cambios inmediatos en la vegetación.

Composición botánica y agua superficial

Se muestran los resultados y se analizan por separado todas las variantes estudiadas: aibal, pajachuzal, gramillar de cañada, pajachuzal transformado en gramillar de cañada con la primera inundación y gradiente dentro del un piletón.

Aibal

El aibal inundado se estudió por medio de las transectas 11 y 17, la primera ubicada en el fondo de un piletón y la otra en la parte media del mismo. El aibal sin inundar se estudió por medio de las transectas 13, 15 y 16; como testigos se utilizaron las transectas 22 y 23. En la tabla 1 se muestran los índices de inundación de las transectas 11 y 17; no se registraron inundaciones en las transectas 13, 15, 16, 22 y 23.

Tabla 1. Índices de inundación de las transectas 11 y 17

Transecta	Promedio (cm)	Promedio Efectivo (cm)	Máxima (cm)	Frecuencia (%)
11	12,1	34,0	60	35
17	4,7	21,3	45	22

Este sector tenía una pequeña cuenca con pendientes relativamente mayores que en otros sectores. Las inundaciones dentro de los piletones (transectas 11 y 17) fueron en general de pelo de agua alto, particularmente en el fondo del piletón, pero de corta duración.

La vegetación dentro del piletón fue afectada por el agua superficial. La primera inundación eliminó al *Elionurus muticus* y el espacio fue ocupado por un pajachuzal-gramillar de *Spartina argentinensis* y *Cynodon dactylon*, que formaba un gradiente desde el fondo del piletón, con mayor cobertura de *Cynodon dactylon*, hasta la mitad del mismo con cobertura casi exclusiva de *Spartina argentinensis*. Durante las inundaciones solamente se

divisaban matas de *Elionurus muticus*, *Botriochloa laguroides* y otras especies de menor importancia sobre los tacurúes; en el espacio inter-tacurú se veían matas aisladas de *Spartina argentinensis* y macollos muy aislados de *Leersia hexandra* y *Ludwigia peploides*. Cuando las inundaciones fueron de menor pelo de agua también se observó *Paspalum vaginatum*. Cuando el agua se retiraba se observaba *Cynodon dactylon*. En el fondo del piletón la cobertura de *Spartina argentinensis* aumentó desde 6% en 1980 hasta 40% en 1988. En la mitad del piletón, la vegetación se estabilizó rápidamente en un pajachuzal de *Spartina argentinensis*, con escasa presencia de gramilla en la superficie inter-mata. Las transectas 23, 15 y 16 partieron de una dominancia de *Elionurus muticus*, especie que luego retrocedió, principalmente en las transectas 13 y 15, mientras que fueron ganando espacio principalmente *Cynodon dactylon* y *Spartina argentinensis*. Al final de las evaluaciones, en 1988, la presencia *Elionurus muticus* aún era importante. Las transectas 22 y 23 tuvieron un comportamiento similar a la 13, 15 y 16, por lo tanto las obras no afectaron mayormente el aibal sin inundar.

Los índices de valor forrajero de las transectas 11,13 y 22, se muestran en el gráfico 1. En la transecta 11 los mayores valores fueron alcanzados cuando se retiró el agua y el espacio fue ocupado por el gramillar de *Cynodon dactylon*. Mientras que en las transectas 13 y 22 los mayores valores fueron alcanzados cuando por quemas, pisoteo o algún otro factor disminuyó la cobertura de *Elionurus muticus*, dejando espacio para las especies consideradas forrajeras. El más alto índice de valor forrajero, promedio de todas las fechas evaluadas, fue encontrado en la transecta 11.

Pajachuzal

Los sectores con más cantidad de agua en superficie se estudiaron por medio de las transectas 6 y 18; los sectores con menos agua por medio de las transectas 7 y 19, y como testigo se utilizó la transecta 25.

En la tabla 2 se muestran los índices de inundación de las transectas 6, 18, 7, 19 y 25. Los sectores que más agua acumularon fueron los de las transectas 6 y 18, o sea los ubicados dentro de los piletones (Figura 1), mientras que en los sectores de las transectas 7, 19 y 25 las inundaciones fueron sensiblemente menores.

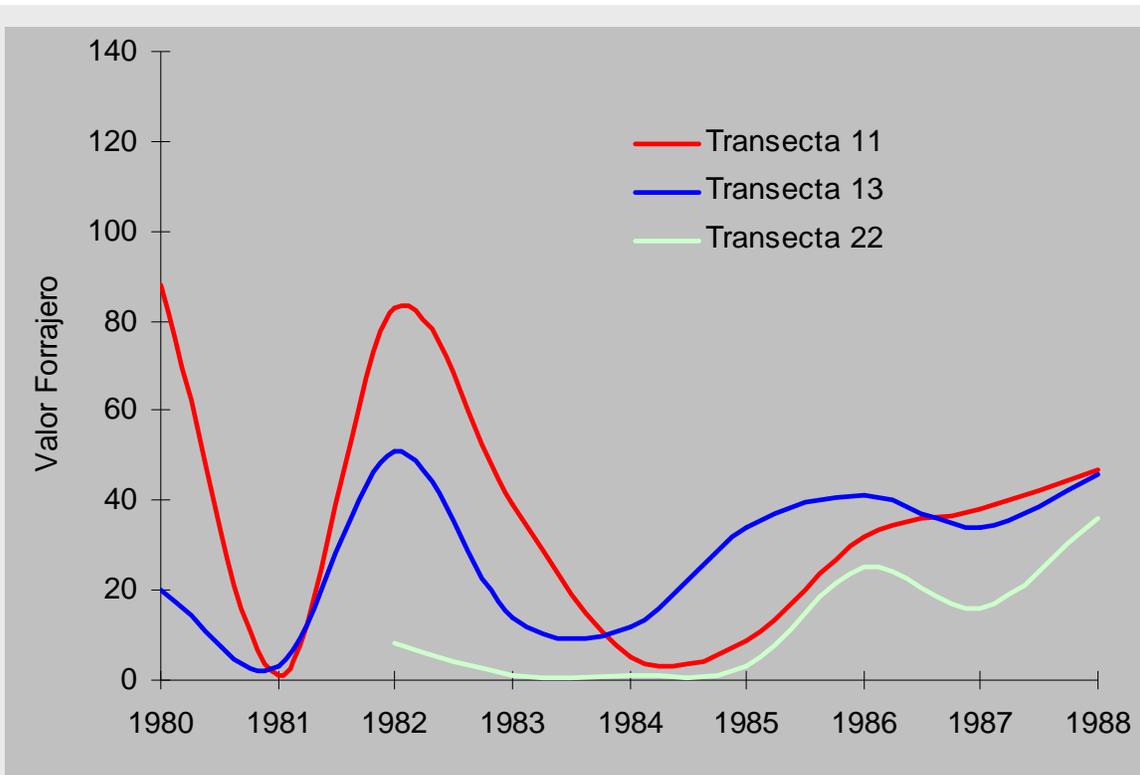


Gráfico 1. Índice de Valor Forrajero de las transectas 11, 13 y 22, desde 1980 hasta 1988.

Tabla 2. Índices de inundación de las transectas 6, 18, 7, 19 y 25

Transecta	Promedio (cm)	Promedio Efectivo (cm)	Máxima (cm)	Frecuencia (%)
6	6,3	13,6	30	39
18	9,1	22,1	55	41
7	0,3	5,0	5	5
19	1,3	6,7	10	19
25	1,1	6,7	10	17

En el pajachuzal no se registraron alteraciones importantes en la composición botánica, la especie dominante fue *Spartina argentinensis*, con acompañantes que dependieron de las condiciones temporarias de inundación y que en general eran anuales o de comportamiento anual. Como excepción se menciona la transecta 18, en la que a partir de 1981 retrocedió *Spartina argentinensis* y aumentaron las gramillas de cañada; luego, en 1982 el piletón se rompió, el agua acumulada disminuyó y volvió la dominante inicial. En los sectores con menor contenido de agua superficial y principalmente en el de la transecta 19, a partir de 1982 se detectaron individuos aislados de *Tessaria dodoneifolia*, *Elionurus muticus*, *Tephrosia cinerea* y otras especies de posiciones elevadas del relieve; esto hace pensar que algunos pajachuzales de posiciones elevadas podrían pasar a Aibal o a Chilcal,

cuando se intentan evitar las inundaciones. Aunque esto habría que estudiarlo con mayor detalle, particularmente en lo referente a suelos.

La posición en el gradiente hídrico del pajachuzal mostró pocas variaciones, las medias fueron 45,1; 42,7; 45,2; 45,8 y 45,1 para las transectas 6, 18, 7, 19 y 25, respectivamente. Los valores forrajeros promedios para las fechas evaluadas fueron 3, 5, 1, 6 y 2 para las transectas 6, 18, 7, 19 y 25 respectivamente. Estos valores se consideran bajos es decir que en un pajachuzal sin quemas el forraje que puede obtener el animal es escaso.

Gramillar de cañada

El sector con más agua en superficie se estudió por medio de las transectas 9 y el sector que se trató de secar por medio de la transecta 10, (Figura 1), como testigo se utilizó la transecta 26. Los índices de inundación de las transectas 9, 10 y 26 se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Índices de inundación de las transectas 9, 10 y 26

Transecta	Promedio (cm)	Promedio Efectivo (cm)	Máxima (cm)	Frecuencia (%)
9	14,5	24,2	55	60
10	1,8	5,8	10	30
26	6,7	50,0	35	33

El sector de la transecta 9 fue el que más agua acumuló, se registraron inundaciones hasta de 55cm. En 1981 el piletón se rompió y en 1983 fue reparado; durante ese período los índices de inundación de la transecta 9 fueron menores que en el resto de las fechas evaluadas. En el sector de la transecta 10 disminuyó el agua superficial con relación a la transecta 9, sin embargo no se lograron evitar totalmente las inundaciones.

La vegetación en los sectores de las transectas 9 y 10 en 1979 era gramillar de cañada, de *Leersia hexandra* como especie dominante y *Paspalidium paludivagum*, *Paspalum lividum* y algunas matas aisladas de *Spartina argentinensis* como acompañantes. A partir de la construcción de las obras en el sector de la transecta 9 las dominantes fueron *Leersia hexandra* y *Paspalidium paludivagum*, cobrando también importancia *Ludwigia peploides* durante los períodos de mayor inundaciones. Cuando las inundaciones disminuyeron, por la rotura del piletón, aumentaron *Spartina argentinensis* y *Eleocharis macrostachia*, para luego disminuir cuando las inundaciones fueron nuevamente importantes. En el sector de la transecta 10 disminuyó la cobertura de *Leersia hexandra* y aumentó la de *Spartina argentinensis*, en 1982 esta especie fue registrada con un 90% de

cobertura. Pero quedaban aún “microbajos” con mayor permanencia de agua superficial y en los que aún se conservaban relictos del gramillar de cañada.

Las posiciones en el gradiente hídrico en las primeras evaluaciones fueron de aproximadamente 25 para las tres transectas (Gráfico 2), valor que se mantuvo en la transecta 9, con las oscilaciones propias de un gramillar de cañada y con la excepción del período de rotura del piletón, durante el cual llegó a 35. Cuando el agua volvió a los niveles anteriores de la rotura, la transecta volvió a su posición inicial e inclusive a posiciones aún más bajas. La transecta 10 en 1982 llegó a valores cercanos a 45, a partir de allí comenzó a oscilar su posición en el gradiente hídrico debido principalmente a la variación de las condiciones de humedad de los microbajos. La transecta 26 durante los períodos más secos aumentó su posición en el gradiente hídrico debido a la presencia de *Cynodon dactylon* y durante los períodos más húmedos decreció nuevamente debido a la presencia de *Paspalidium paludivagum* y *Paspalum vaginatum*. La posición en el gradiente hídrico promedio fue de 26, 40 y 34, para las transectas 9, 10 y 26, respectivamente.

Los índices de valor forrajero de las transectas 9, 10 y 26, se muestran en el gráfico 3. En la transecta 9 se observan las oscilaciones características del gramillar de cañada. El valor forrajero de la transecta 26, mostró un comportamiento semejante al de la 9. El valor forrajero de la transecta 10 en 1980 era cercano al de la transecta 9, pero a partir de 1982 los valores fueron cercanos a 0; las escasas especies forrajeras encontradas estaban en los microbajos.

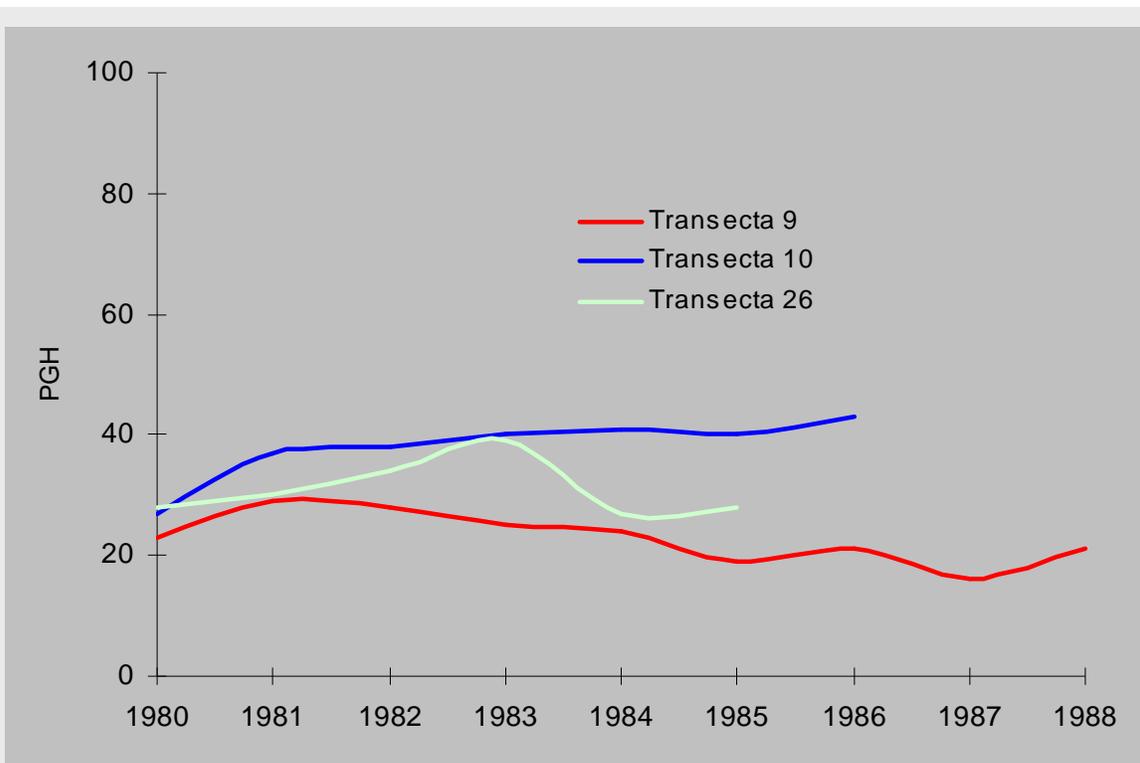


Gráfico 2. Posición en el gradiente hídrico (PGH) de las transectas 9, 10 y 26, desde 1980 hasta 1988.

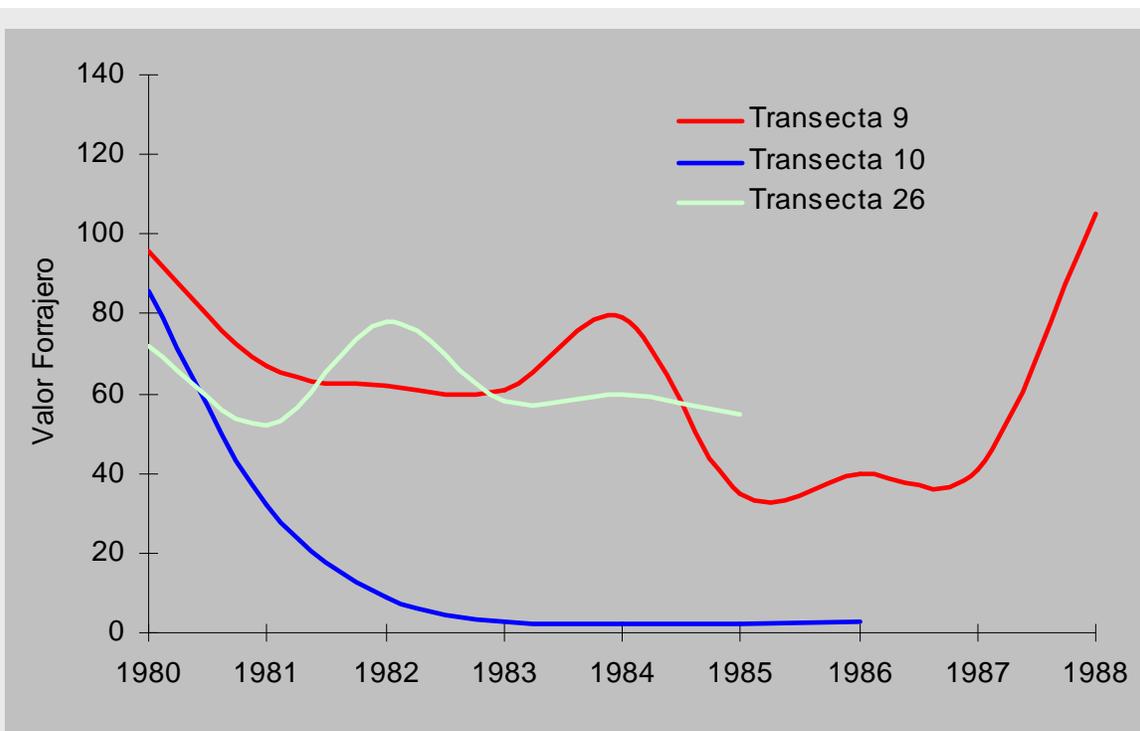


Gráfico 3. Índice de valor forrajero de las transectas 9, 10 y 26, desde 1980 hasta 1988.

Pajachuzal transformado en gramillar de cañada con la primera inundación

Luego de construido el perímetro y antes de la construcción de los piletones, se inundó el sector SE con aproximadamente un metro de agua, esto eliminó al pajachuzal, y el sector fue ocupado por un gramillar de cañada. El mismo se estudió por medio de dos transectas; en el sector con mayor agua en superficie se instaló la transecta 1 y en el sector con menor agua en superficie la transecta 2 (Figura 1). Dadas las características particulares de este tipo de vegetación no se contó con testigo. Los índices de inundación de las transectas 1 y 2 se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Índices de inundación de las transectas 1 y 2.

Transecta	Promedio (cm)	Promedio Efectivo (cm)	Máxima (cm)	Frecuencia (%)
1	11,2	28,1	50	40
2	2,8	16,7	30	15

En el sector de la transecta 2 las inundaciones fueron de poca importancia, a excepción de marzo de 1984 y marzo de 1985, en que se registraron inundaciones de 30 y 15 cm, respectivamente; debido a rotura de piletones ubicados aguas arriba.

La vegetación en este sector en el año 1979, luego de la primera inundación, estaba formada por *Leersia hexandra* como dominante, acompañada por *Paspalidium paludivagum* y *Paspalum lividum*, con muy baja cobertura. La evolución posterior fue diferente para ambas transectas. En la transecta 1 el tipo de vegetación se mantuvo, aunque con cambios de especies, decreció *Leersia hexandra* y aumentaron *Paspalidium paludivagum* y *Paspalum lividum*. En 1986 se rompe el piletón en el que estaba instalada esta transecta, a partir de ese año no se registraron inundaciones y la especie dominante pasó a ser *Cynodon dactylon*. En la transecta 2, con menores inundaciones que la 1; la vegetación pasó de un gramillar de cañada de *Leersia hexandra* a un pajonal de *Spartina argentinensis*, o sea volvió al tipo de vegetación de antes de la primera inundación.

La posición en el gradiente hídrico (PGH) de las transectas 1 y 2, desde 1979 hasta 1988 se muestra en el gráfico 4. Luego de un comienzo similar para ambas transectas, la transecta 1 se mantuvo en una PGH entre 20 y 30 hasta el año 1986 cuando debido a la rotura del piletón y el cambio de régimen de inundaciones, el sector se cubrió con *Cynodon dactylon*. Este tipo de vegetación es inestable y de continuar este régimen de inundaciones la vegetación pasaría a pajachuzal de *Spartina argentinensis*. En la transecta 2, a partir de las primeras evaluaciones comenzó a retroceder *Leersia hexandra* y el lugar fue ocupado por *Spartina argentinensis*. A partir de 1982 se podía considerar este sector como un pajachuzal con microbajos, en los que se conservaban gramillas de cañada. A partir del año 84 en el que las inundaciones tenían mayor duración y nivel la PGH comenzó nuevamente a bajar. El promedio de la PGH de la transecta 1 fue de 26,7 y el de la 2 de 40,9.

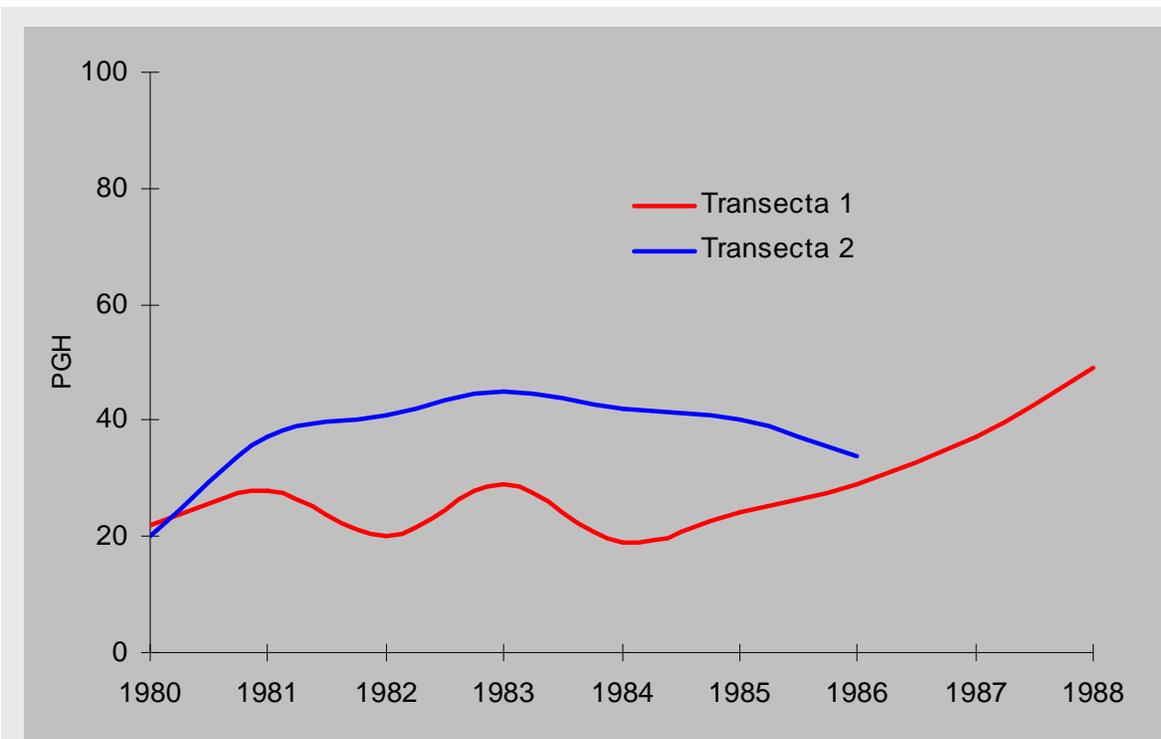


Gráfico 4. Posición en el gradiente hídrico (PGH) de las transectas 1, y 2, desde 1980 hasta 1988

El valor forrajero de las transectas 1 y 2, desde 1980 hasta 1988, se muestra en el gráfico 5. Los más altos valores corresponden a la transecta 1, aunque se observan los picos característicos de un sistema inestable. La transecta 2 conservó algunas forrajeras de importancia en la intermata y por ello el valor forrajero en ninguna fecha fue cero. El valor forrajero promedio fue 64 y 23 para las transectas 1 y 2, respectivamente.

Estudio del gradiente a lo largo de un piletón

Para obtener información con mayor detalle de la relación entre el agua superficial y la vegetación, se realizó el estudio del gradiente de inundación, dentro de un piletón, por medio de las transectas 1, 3, 4 y 5 (Figura 1). Estas abarcaron desde el sector de mayores inundaciones hasta el de menores inundaciones. Los índices de inundación de las transectas 1, 3, 4 y 5 se muestran en la tabla 5.

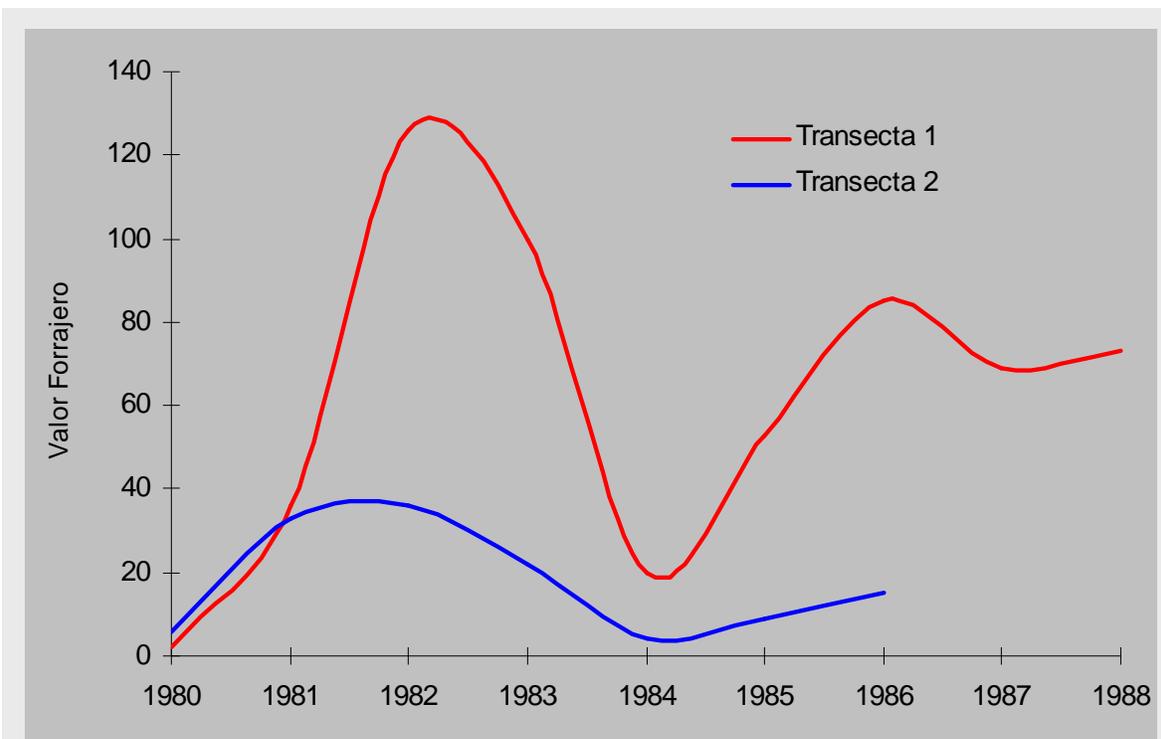


Gráfico 5. Índice de valor forrajero de las transectas 1 y 2, desde 1980 hasta 1988.

Tabla 5. Índices de inundación de las transectas 1, 3, 4 y 5

Transecta	Promedio (cm)	Promedio Efectivo (cm)	Máxima (cm)	Frecuencia (%)
1	11,3	28,1	50	40
3	7,8	20,0	35	40
4	5,8	17,5	30	33
5	3,8	12,5	20	30

Los valores de las inundaciones se reflejaron en la vegetación, la que formó un gradiente que abarcó desde el sector de la transecta 1, que era un gramillar de cañada, hasta el sector de la transecta 5 que era un pajachuzal; aumentando gradualmente la cobertura de *Spartina argentinensis* y disminuyendo la de las gramillas de cañada.

En el gráfico 6 se muestra la PGH de las cuatro transectas. Las transectas 1 y 3 en el comienzo eran de gramillar de cañada y las transectas 4 y 5 estaban más cercanas a un pajachuzal. En 1982 las inundaciones producidas en el piletón ya habían puesto las cosas en su lugar y cada transecta respondía a los niveles de agua que podía captar el sector, en otras palabras se observó una relación estrecha entre las inundaciones de cada sector y la vegetación o la PGH. En la transecta 1 no se registró ninguna inundación importante en los últimos tres años ello provocó un cambio de especies y por lo tanto una variación en la

PGH, en los sectores de las otras transectas la vegetación era mas estable y fueron menos afectadas por la sequía. Las pequeñas variaciones en la PGH se debieron a la presencia de especies inter-mata, las que a su vez fueron afectadas por las inundaciones, quemas o algún otro factor. Debido a que las especies de inter-mata eran generalmente de posiciones bajas en el gradiente hídrico, su presencia hacía disminuir la PGH de la transecta. En 1986 se rompió el piletón y no se registraron mas inundaciones, ello provocó que en el sector de la transecta 1 pasara a dominar *Cynodon dactylon* y la PGH aumentara hasta aproximadamente 50, al mismo tiempo en las transectas 3, 4 y 5 la dominante fue *Spartina argentinensis* siendo la PGH de las últimas fechas evaluadas cercana a 45.

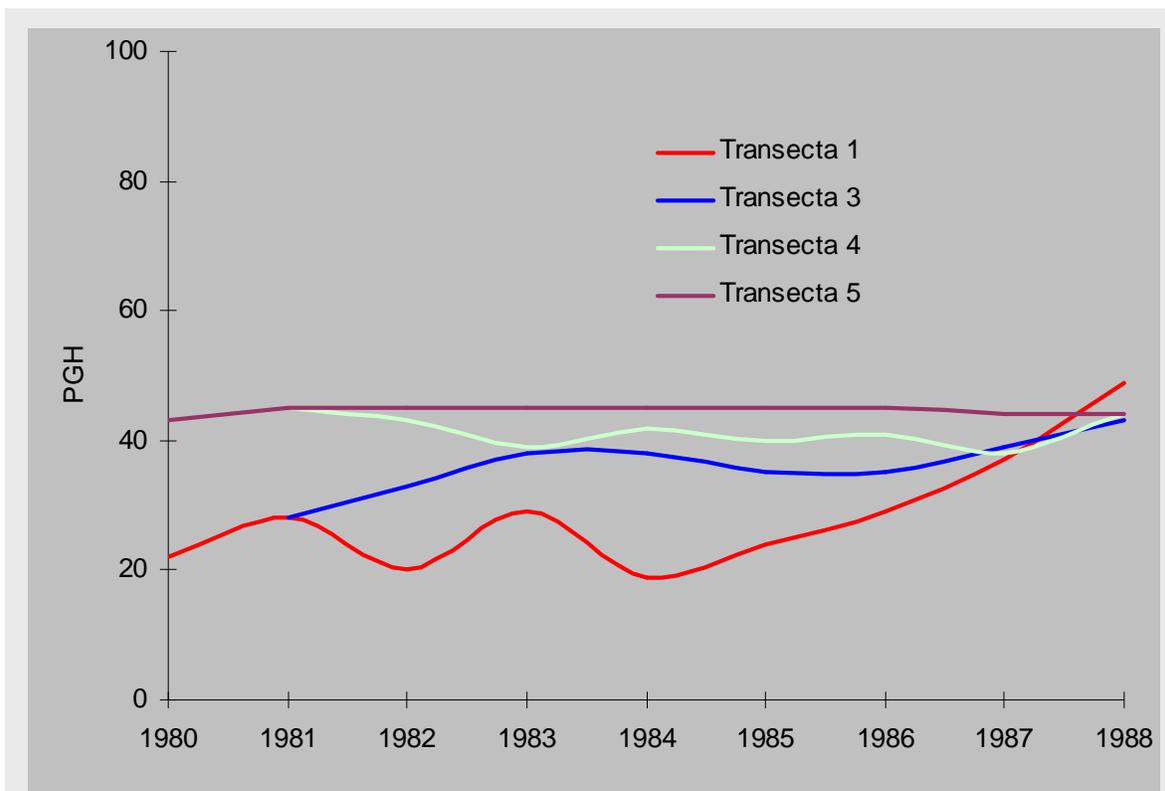


Gráfico 6. Posición en el gradiente hídrico (PGH) de las transectas 1, 3, 4 y 5, desde 1980 hasta 1988.

En el gráfico 7 se muestra el valor forrajero de las transectas 1, 3, 4 y 5, de las cuales la primera fue la de mayor valor forrajero y la más inestable, en tanto que la 5 fue la de menor valor forrajero y la mas estable. Los promedios de valor forrajero fueron: 64, 27, 7 y 1, para las transectas 1, 3, 4 y 5, respectivamente.

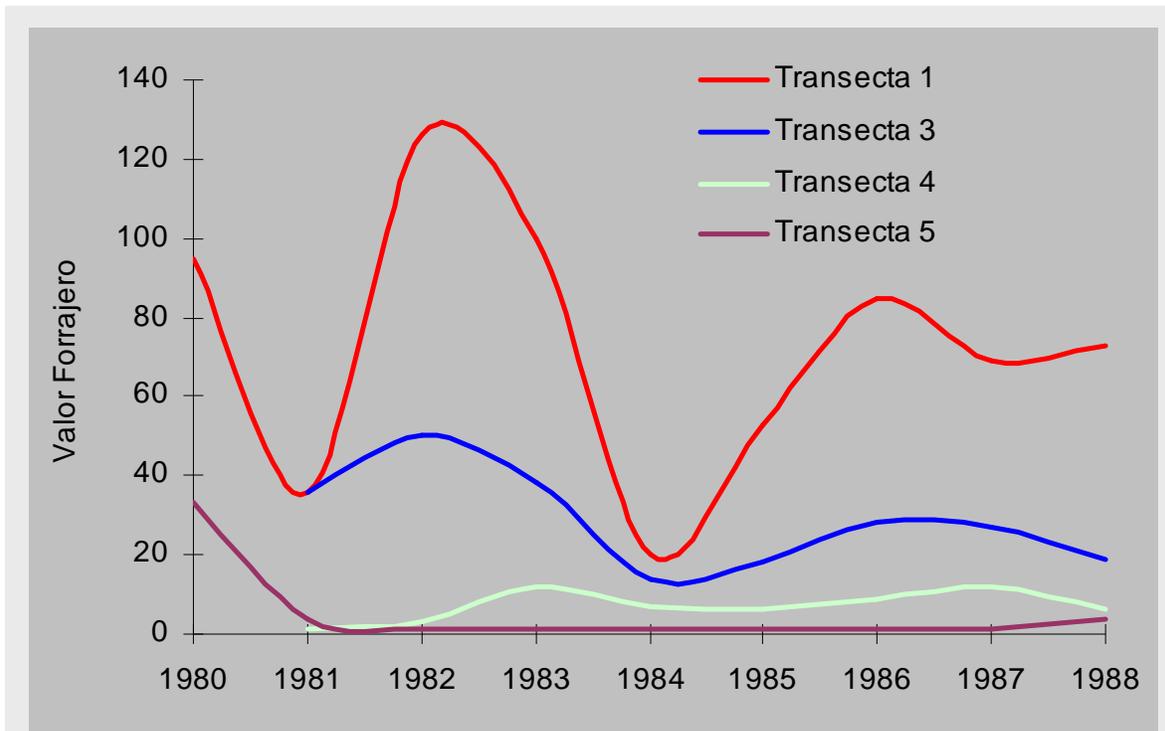


Gráfico 7. Índice de valor forrajero de las transectas 1, 3, 4 y 5, desde 1980 hasta 1988.

Relaciones entre el agua y la vegetación en todas las variantes estudiadas

En la figura 2 se muestra un esquema de la ubicación de los principales tipos de vegetación a lo largo del gradiente hídrico y en la figura 3 se muestran los cambios entre los tipos de vegetación, debidos a los cambios en el régimen inundaciones.

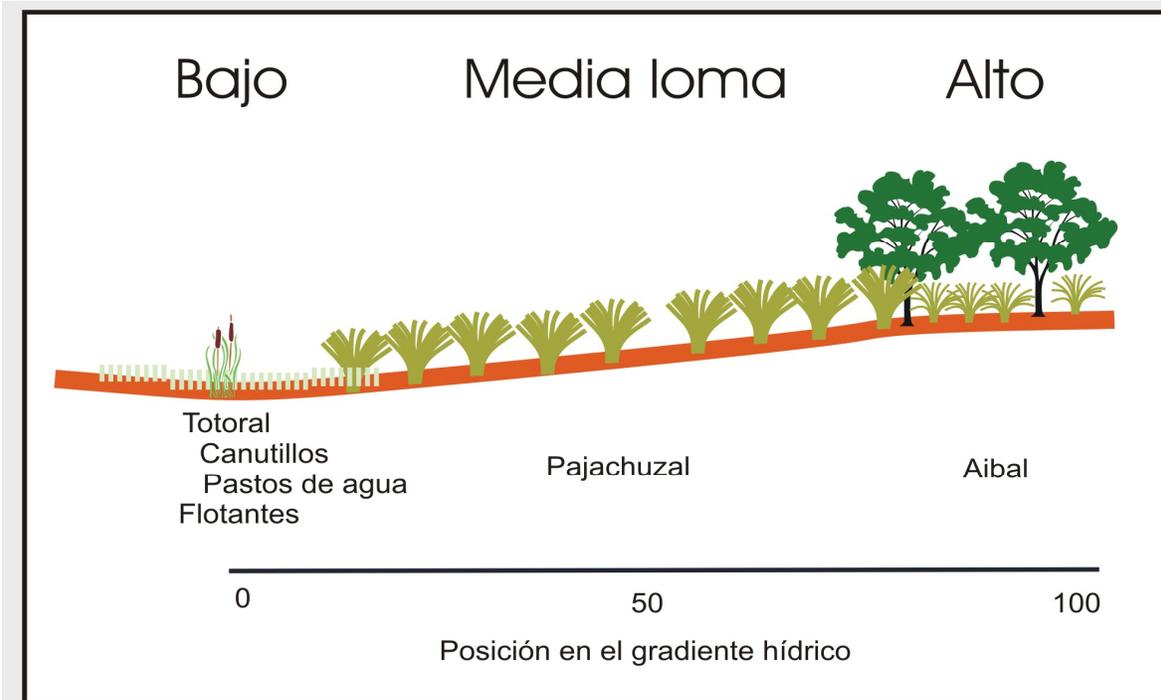


Figura 2. Ubicación de los principales tipos de vegetación de los Bajos Submeridionales en el gradiente hídrico.

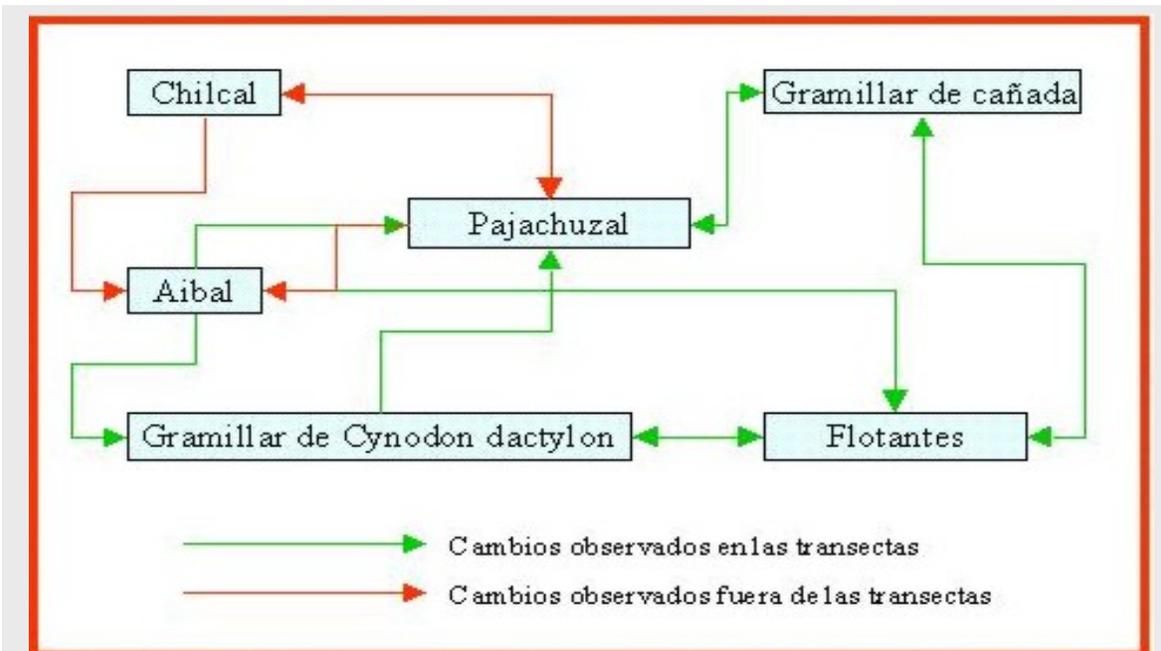


Figura 3. Cambios observados entre tipos de vegetación, debido a los cambios del régimen de inundaciones.

En el gráfico 8 se muestra la relación entre el promedio efectivo de inundación y el índice de valor forrajero. Los índices más altos se encontraron con promedios de 25 a 30 cm y frecuencias de inundación de 40 a 60%.

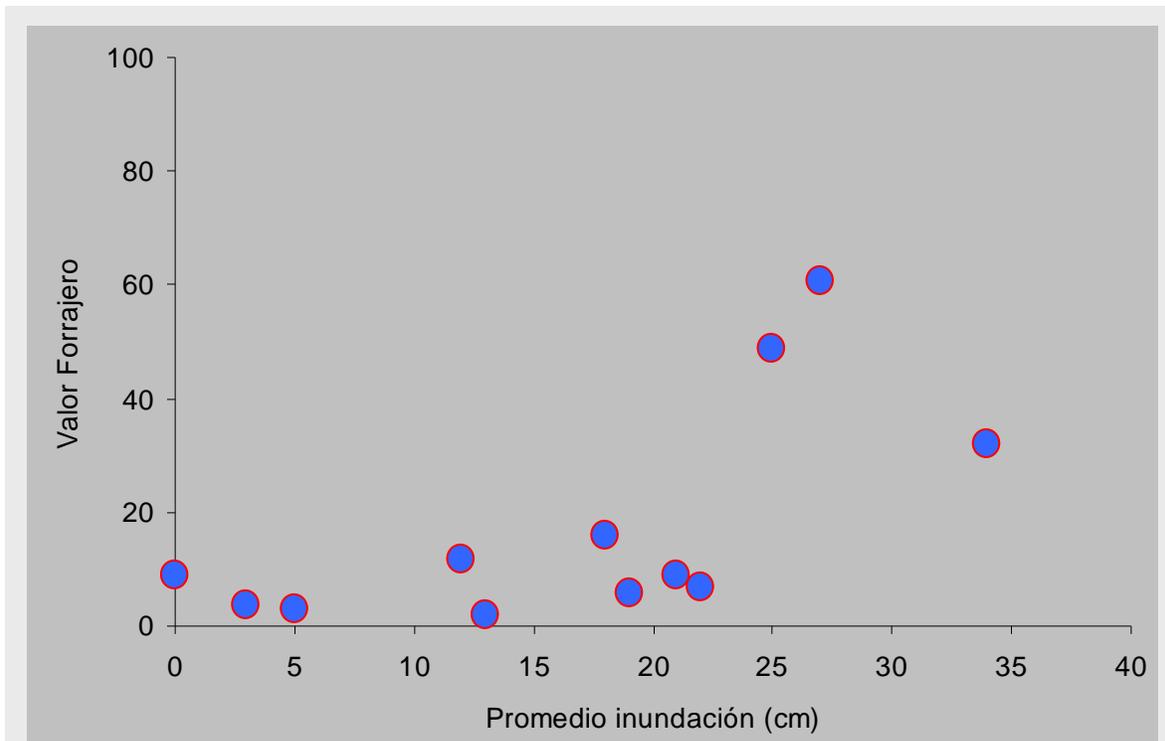


Gráfico 8. Relación agua superficial – índice de valor forrajero, promedios de 10 años. Las transectas con el mismo valor forrajero no se muestran.

En el gráfico 9 se muestra la relación entre tipo de vegetación, pelo de agua y posición en el gradiente hídrico (promedio de los 10 años de estudio). El aibal, en el que no se registraron inundaciones estaba ubicado en posiciones elevadas del gradiente (84); el pajachuzal, con inundaciones de entre 5 y 20 cm estaba ubicado en posiciones intermedias (45); y el gramillar de cañada, con inundaciones de 25 cm estaba ubicado en posiciones menores del gradiente (24). El gramillar de *Cynodon dactylon* ocupa los espacios que dejan otras especies cuando el sitio es sometido a condiciones poco favorables; por ejemplo, una sequía prolongada en un gramillar de cañada, o luego de una inundación en un aibal.

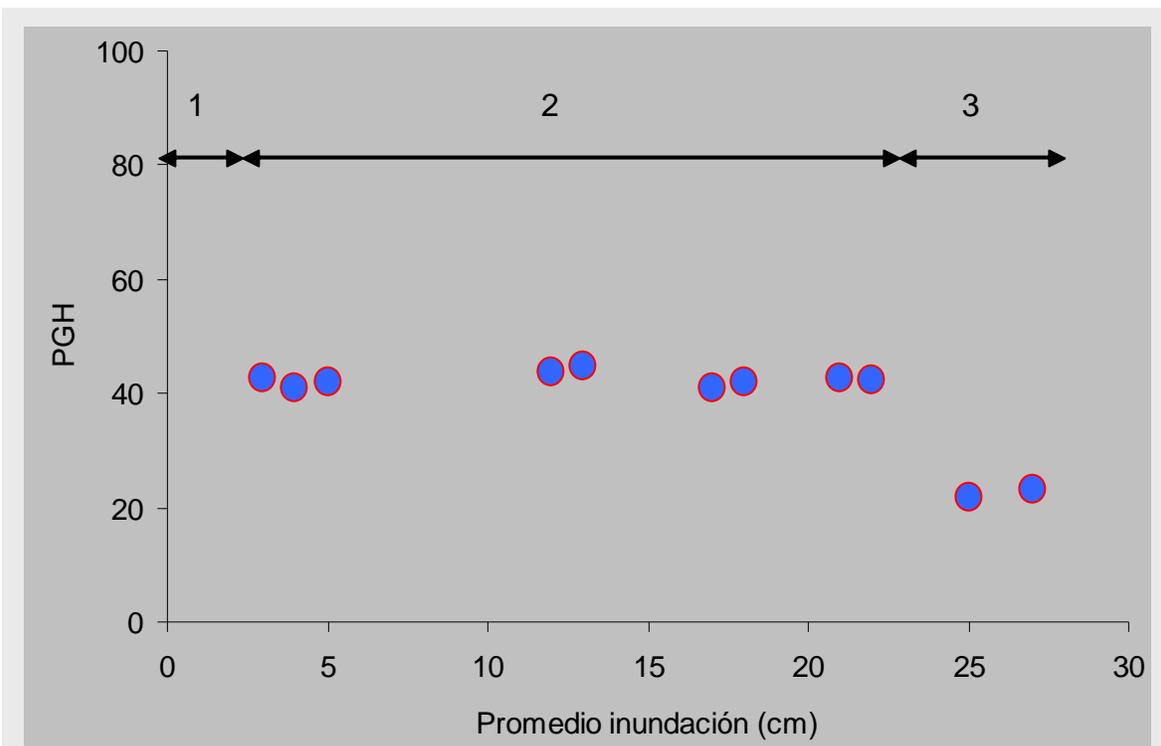


Gráfico 9. Relación entre tipos de vegetación, agua superficial y posición en el gradiente hídrico (promedios de 9 años). 1- aibal; 2- pajachuzal y 3- gramillar de cañada.

El tipo de vegetación de mayor estabilidad fue el pajachuzal, este está adaptado a un amplio rango de variación del agua superficial y fue desalojado solamente con inundaciones prolongadas y con mas de 50 cm de pelo de agua. El aibal y el gramillar de cañada son inestables, cualquier cambio en el régimen de inundaciones provoca cambios entre especies o entre tipos de vegetación.

Producción de forraje

La producción de forraje promedio del aibal inundado (sector de la transecta 11) fue de 2621 kg ms/ha/año, y la producción del aibal sin inundar (sector de la transecta 13) fue de 761 kg ms/ha/año; la diferencia entre estas fue significativa. Si bien la variante inundada produjo más forraje, se debe tener en cuenta que la producción de este presentó mayor variación que la del sector sin inundar. Además en el sector sin inundar se consideró solamente un despunte de *Elionurus muticus* y no su producción de forraje luego de una quema, ya que esta no se conoce.

La producción de forraje promedio del pajachuzal con mayores inundaciones (sector de la transecta 6) fue de 39 kg ms/ha/año y la del pajachuzal con menores inundaciones (sector de la transecta 7) fue de 61 kg ms/ha/año, la diferencia entre estas medias no es

significativa. La producción de estas dos variantes debe ser considerada como nula y manejada con quema para aprovechar el rebrote tierno de *Spartina argentinensis*.

La producción de forraje promedio anual del gramillar de cañada con mayores inundaciones (sector de la transecta 9) fue de 4257 kg ms/ha/año y la del gramillar de cañada con menores inundaciones (sector de la transecta 10) fue de 1005 kg ms/ha/año, la diferencia entre estas medias es significativa. Es interesante comparar la evolución de la producción de forraje de ambas variantes (Gráfico 10), para analizar el efecto de la restricción de agua superficial sobre la producción de forraje del gramillar de cañada. En el comienzo de las evaluaciones los valores eran similares para ambos sectores; en 1982 el sector con menor contenido de agua mostraba una tendencia negativa, y en 1985 la producción de forraje ya fue cercana a 0. A medida que se fue perdiendo el gramillar de cañada y avanzó el pajachuzal la producción fue decreciendo.

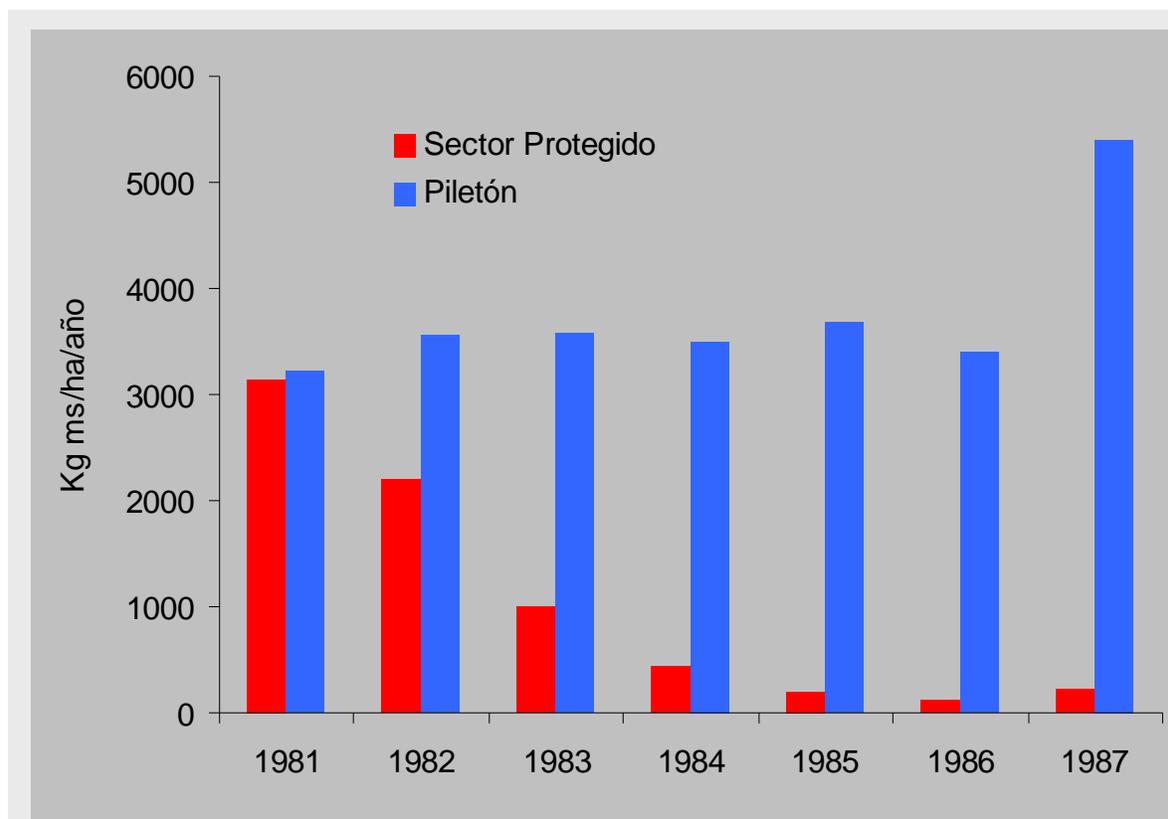


Gráfico 10. Producción de forraje del gramillar de cañada, con mayor y menor contenido de agua superficial; desde 1981 hasta 1987.

Conclusiones

El manejo del agua superficial puede realizarse en un predio o en una cuenca. Este trabajo fue realizado en un predio, sin embargo los resultados podrían utilizarse como insumos para la realización de proyectos en cuencas o predios. Los objetivos de las obras para el manejo del agua, se cumplieron parcialmente, dado que la eficiencia de este tipo de manejo se vio en parte disminuida por problemas de diseño, construcción y rotura de los bordos.

Cuando los índices de inundación se modificaron se indujeron cambios en la vegetación. Esta relación fue evidente en el pajachuzal y en el gramillar de cañada.

Las obras no lograron estabilizar el valor forrajero y la producción de forraje del gramillar de cañada. No obstante este tipo de vegetación fue el que mayores valores promedio mostró de estas dos variables.

La construcción de las obras no produjo aumentos importantes en la superficie de gramillar de cañada, solamente pasó de pajachuzal a gramillar de cañada una pequeña área ubicada en el fondo de algunos piletones. Se necesitan más de 50 cm de agua y períodos prolongados de permanencia, para matar a *Spartina argentinensis* y de este modo quede el espacio libre para que se desarrolle un gramillar de cañada.

Cuando se trataron de evitar las inundaciones, en el gramillar de cañada, este tipo de vegetación disminuyó su producción. Cuando se trataron de evitar las inundaciones en el pajachuzal, se comenzaron a desarrollar especies arbustivas.

Bibliografía

- Bernasconi, R; M.E. Colombo; L. Nishenshon; E.F. Pire y J.E. Postma. 1980. Descripción de la Vegetación y Suelo del Norte de la Provincia de Santa Fe. CFI, Santa Fe
- Bissio, J.C. 1979. Clasificación de los Pastizales Naturales de los Bajos Submeridionales Santafesinos, Primera Aproximación. Fundación José María Aragón, Publicación Técnica N°12. 8p.
- Bissio, J.C. y W.B. Batista. 1984. Modificaciones en un Pajonal de los Bajos Submeridionales Causadas por la Retención de Agua de Escurrimiento, Coaccionada por una Ruta. INTA. EEA Reconquista, Publicación Técnica N° 1. 23p.

- Bissio, J.C. y L.H. Luisoni. 1989. Producción y Calidad de Forraje de un Pajonal de *Spartina argentinensis*, Parodi, Después de la Quema, en los Bajos Submeridionales Santafesinos. INTA. EEA Reconquista, Publicación Técnica N° 3. 18p.
- Bordón, A.O. 1971. Reactivación Hídrica del Chaco y Formosa. INTA. EERA Saenz Peña. 41p.
- Bordón, A.O. 1975. Comentarios e Ideogramas Sobre la Vegetación de la Provincia del Chaco. Emergentes de una Muestra de Vegetación en Relación a Series de Suelo. INTA. EERA Saenz Peña.
- Capurro, R.A.; R. Carnevalli y E. Correa. 1976. Levantamiento Semidetallado, con Áreas a Mayor Detalle de los Recursos de Suelo y Vegetación en el Área de Los Charabones. INTA. EERA El Sombrerito. 35p.
- Daubenmire, R. 1959. A Canopy-Coverage Method for Vegetation Analysis. Northwest Science. 33:46-64.
- Espino, L.; M. Seveso y M.A. Sabatier. 1983. Mapa de Suelos de la Provincia de Santa Fe. Tomo II. Ministerio de Agricultura de la Provincia de Santa Fe – INTA EEA Rafaela. 216p.
- Fossati, J.L. y R.D. León. 1977. Incorporación de Especies Forrajeras en Campos Naturales del Norte Santafesino. INTA. EERA Rafaela. 24p.
- Fossati, J.L.; O.A. Bruno; J.L Panigatti y S.P Gambaudo. 1979. Comportamiento de Forrajeras Estivales en los Bajos Submeridionales. INTA. EERA Rafaela. 36p.
- Fuentes Godo, P.; J.Q. Bermudez y A. Castany. 1967. Manejo del Agua en Suelos Inundables Dedicados a la Producción Ganadera. Universidad Nacional del Nordeste. 13p.
- Hein, N.E.; W.I. Hein. 1986. Suelos Salinos y Alcalinos Bajo Distintas Condiciones Hídricas. INTA. EEA Rafaela. 18p.
- Lagos, F. Y J. Jaeschke. 1977. Las Precipitaciones en los Años de Inundación en los Bajos Submeridionales de Santa Fe. Fundación José María Aragón. Publicación Técnica N° 10. 31p.
- Lewis, J.P y E.F. Pire. 1981. Reseña sobre la Vegetación del Chaco Santafesino. INTA. Serie Fitogeográfica N° 18. 42p.
- Morello, J; L.A. Sancholuz; D. Alfonso y S. Sulzberger. 1975. Informe Parcial de la Vegetación de los Bajos Submeridionales. Provincia del Chaco, Santa Fe y Santiago del Estero. INCYTH y CFI. Documento Interno de Trabajo.
- Ragonese, A.E. 1941. La Vegetación de la Provincia de Santa Fe. Darwiniana 5:369-417.
- Ragonese, A.E. y J.C. Castiglione. 1968. La Vegetación del Parque Chaqueño. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. 11:133-160.

Scifres, C.J.; J.W. McAtte y D.L. Drawe. 1980. Botanical, Edaphic and water Relationships of Gulf Cordgrass (*Spartina spartinae* Hitchc.) and Associated Communities. *The Southeastern naturalist*. 25:397-410.

Agradecimientos

Los autores agradecen a las siguientes personas: D.L Anderson, M.M Arbo, N. Bacigalupo, O. Boelcke, A. Bordón, S. Botta, E. Cabral, A.L.Cabrera, S. Cáceres, L. Contador, C.L. Cristobal, J Fariña, S. Ferucci, E. Gomez Sosa, E. Grondona, R. Guaglianone, N. Hein, A Krapovickas, R. Kusrow, F Lagos, C. Marciotti, F. Mosconi, M.E.Mulgara, E. Nicora, T. Pedersen, C. Petetin, O Pilatti, C. Quarin, A Radovancich, A. Rotman, A Schinini, A. Schulz, A. Sulekic, E. Ulibarri, R.Vanni, A. Wuthrich y F.O. Zuloaga. Por la colaboración prestada en la lectura de las transectas, clasificación de especies y organización del trabajo.