

## **Determinación de la biomasa y productividad de la vegetación acuática en un humedal del Delta del Río Paraná**

### **Determination of the biomass and productivity of aquatic vegetation in a wetland of the Paraná River Delta**

DOI: 10.53499/sfjeasv4n3-001

Received in: May 1st, 2024

Accepted in: Jun 30th, 2024

#### **Ernesto Segundo Massa**

Mg. Ing. Agrónomo

Estación Experimental Agropecuaria Paraná, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)  
Entre Ríos. Argentina  
massa.ernesto@inta.gob.ar

#### **Federico Sarli**

Ingeniero Agrónomo

Facultad de Ciencias Agrarias de Oro Verde  
Entre Ríos. Argentina  
sarlif@gmail.com

#### **RESUMEN**

Los humedales son ambientes cuya importancia radica en los servicios ecosistémicos que brindan, los cuales dependen de su conservación y el uso sustentable de los mismos. Entre estos servicios, uno de ellos es la provisión de biomasa vegetal aprovechada por la fauna nativa y a su vez para la ganadería vacuna existente en las islas del Delta del río Paraná (DP). Para garantizar una ganadería sostenible es necesario contar con datos de disponibilidad forrajera y productividad vegetal, siendo esta información muy acotada en los humedales del delta del Paraná. El objetivo del presente estudio fue determinar la biomasa disponible, la productividad vegetal de un ambiente particular en islas del del DP. Para ello, se procedió a realizar cortes del material vegetal al ras del pelo de agua, para determinar el contenido de materia seca. Los cortes se iniciaron en noviembre de 2017, finalizando en octubre de 2019. La máxima biomasa disponible registrada fue de 9,1 tn MS/ha en agosto de 2018 y la mínima fue de 0,4 tn MS/ha en octubre del mismo año. La productividad máxima se dio en marzo de 2018 con 73,5 Kg MS.ha-1.día-1. La estimación de la productividad real resultó dificultosa y poco precisa con el método utilizado debido a las características propias de este tipo de ambientes, principalmente el ascenso y descenso del nivel hidrométrico, provocando una subestimación de la productividad en el primer caso y una sobrestimación en el segundo. Conocer la disponibilidad y la productividad de biomasa a lo largo del año, resulta ser fundamental para definir un adecuado manejo ganadero de estos ambientes, teniendo en cuenta la conservación de las especies y de los ambientes, evitando su degradación y/o alteración de los bienes y servicios que aportan los humedales.

**Palabras clave:** disponibilidad, productividad, humedales, Delta del Paraná, ganadería.

## ABSTRACT

Wetlands are environments whose importance lies in the ecosystem services they provide, which depend on their conservation and sustainable use. Among these services, one of them is the provision of plant biomass used by native fauna and in turn for cattle ranching in the islands of the Paraná River Delta (PD). In order to guarantee sustainable cattle raising, it is necessary to have data on forage availability and plant productivity, but this information is very limited in the wetlands of the Paraná delta. The objective of this study was to determine the available biomass and plant productivity of a particular environment in islands of the PD. For this purpose, plant material was cut at the water line to determine the dry matter content. The cuts began in November 2017, ending in October 2019. The maximum available biomass recorded was 9.1 tn DM/ha in August 2018 and the minimum was 0.4 tn DM/ha in October 2018. The maximum productivity was in March 2018 with 73.5 kg DM.ha-1.day-1. The estimation of the real productivity was difficult and not very accurate with the method used due to the characteristics of this type of environment, mainly the rise and fall of the hydrometric level, causing an underestimation of productivity in the first case and an overestimation in the second. Knowing the availability and productivity of biomass throughout the year is essential to define an adequate livestock management of these environments, taking into account the conservation of species and environments, avoiding their degradation and/or alteration of the goods and services provided by wetlands.

**Keywords:** availability, productivity, wetlands, Paraná Delta, livestock.

## 1 INTRODUCCION

### 1.1 LOS HUMEDALES

Los humedales son ambientes que ocupan a nivel mundial extensas superficies estimadas en 6,8 y 12,8 millones de Km<sup>2</sup>, aproximadamente del 5 al 8 por ciento de la superficie terrestre (Mitsch & Gosselink, 2015). Asimismo, en la Convención sobre los humedales de Ramsar (2018) se estimó que los humedales continentales y costeros a escala mundial cubren una superficie de 12,1 millones de Km<sup>2</sup>, con un 54% inundado en forma permanente y un 46% de manera estacional.

Estos ambientes, debido a las condiciones hidrológicas que presentan, resultan ser únicos en su tipo, descritos como ambientes intermedios entre ecosistemas terrestres y acuáticos, que exhiben características de ambos sistemas, y cuyos límites exactos no están definidos, por lo que pocas definiciones los describen adecuadamente.

Desde un punto de vista ecológico, los humedales representan zonas de transición que se alternan entre estados acuáticos y terrestres y unen los canales de los ríos donde se alternan cuerpos de agua permanentes, con superficies de tierra firme que se inundan eventualmente (Junk, Bayley, & Sparks, 1989).

Neiff y Malvárez (2004) plantean que los humedales son sistemas de cobertura sub-regional en los que la presencia temporal de una capa de agua de variable espesor (espacial y temporalmente) condiciona flujos biogeoquímicos propios, suelos con acentuado hidromorfismo y una biota peculiar por procesos de selección, que tiene patrones propios en su estructura y dinámica.

Kandus et al. (2011) lo definen como “[...] un sistema que permanece con su suelo saturado con agua o en condiciones de inundación y/o anegamiento durante lapsos considerables, en particular en la época de crecimiento vegetal”.

Son muchas las definiciones que se les ha asignado a estos ambientes, y las anteriores son sólo algunas de ellas que, si bien poseen diferencias conceptuales, todas convergen en la complejidad que poseen estos ambientes para comprender el funcionamiento de estos.

La importancia de los humedales radica en sus funciones ecosistémicas, y los bienes y servicios que brindan, los cuales son frecuentemente mencionados en estudios realizados sobre estos ambientes, destacando la importancia que poseen sobre la vida humana. Aprovechamiento de alimentos, agua fresca, fibra, combustible, regulación de la calidad de aire, régimen hidrológico, polución, servicios culturales y hábitat de especies, son algunos de los bienes y servicios que ofrecen y que utilizamos, o bien son factibles de ser aprovechados. (Giacosa, 2019; Convención sobre los humedales de Ramsar, 2018; Banerjee et al., 2013; Kandus et al., 2011; De Groot et al., 2006).

Según Mitsch & Gosselink (2015), la pérdida de humedales en el mundo es difícil de determinar, pero estimaciones recientes sugieren que se ha perdido más de la mitad de los humedales del mundo, y gran parte de eso ocurrió en el siglo XX.

Esta situación no es ajena a nuestro país ya que, en la Argentina, la superficie cubierta por humedales no es menos importante que a nivel mundial. El trabajo realizado por Kandus et al. (2008) demostró que estos ambientes comprenden el 21,5% del territorio nacional, aproximadamente 600,000 Km<sup>2</sup>.

Entre los humedales más importantes de la Argentina se encuentra el Delta del río Paraná, que, para el propósito de este trabajo, nos centraremos en esta región, la cual Malvárez (1997) la describió como un gran macromosaico de humedales, influenciado por sus características internas, las que a su vez se encuentran subordinadas principalmente al régimen hidrológico.

Por lo tanto, los humedales son sistemas complejos que, por su estructura y dinámica, generalmente están sujetos a cambios y variaciones con recurrencias

estacionales o plurianuales de difícil predicción, y por ello requieren una planificación y manejo factibles de adaptarse a estos ambientes (Giacosa, 2019).

## 1.2 EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO Y PULSO DE INUNDACIÓN

El régimen hidrológico es una medida de los niveles, el volumen, el momento y la frecuencia de los flujos de agua que entran y salen de los humedales, y contribuye a determinar la estructura y función de los mismos, influyendo en la biodiversidad y la producción primaria, y generando servicios ecosistémicos como la reducción de las inundaciones y la mejora de la calidad del agua (Ramsar, 2018).

Neiff & Malvárez (2004) afirman que, en los ríos y humedales, los cambios no se producen en forma de ciclos, y los flujos de materia y energía ocurren como pulsos con fases de inundación y sequía, por tanto, la colonización, producción y descomposición de la vegetación herbácea están ajustados al régimen pulsátil del río.

A este pulso de inundación, Junk et al. (1989) lo destacan como el principal factor responsable de la existencia, productividad e interacciones de la biota en los sistemas de llanuras de inundación fluviales.

Marchetti y Aceñolaza (2011) en su estudio sobre la influencia del régimen pulsátil del río Paraná sobre la vegetación, concluyeron que las diferencias micro topográficas (que establecen la relación entre la vegetación y el régimen de pulsos) y la energía del agua (determinada por el grado de conectividad con el canal principal de agua) podrían ser los factores más importantes para determinar la composición y distribución de la vegetación en los ambientes del Paraná medio.

Por lo tanto, la hidrología es el determinante más importante del establecimiento y mantenimiento de los humedales y de sus procesos, afecta la composición y riqueza de especies, la productividad primaria, la acumulación orgánica y el ciclo de nutrientes de los humedales (Mitsch & Gosselink, 2015).

En consecuencia, conocer el régimen hidrológico de los humedales y su dinámica resulta imprescindible para comprender el funcionamiento de los mismos.

## 1.3 PRODUCTIVIDAD DE LOS HUMEDALES

Los ambientes isleños presentan abundante vegetación acuática y pantanosa, la que constituye el sustento básico de la cadena alimentaria en estos ecosistemas. Esta vegetación acuática, constituida por plantas enraizadas emergentes y plantas flotantes, se destaca por su biomasa, productividad y cobertura vegetal (Sabattini & Lallana, 2007).

Por consiguiente, la productividad elevada que poseen convierte a los humedales en áreas adecuadas para la explotación ganadera, tanto por la disponibilidad de agua como por la cantidad y calidad de las especies forrajeras (Kandus, y otros, 2011).

Así, las islas del DP se han convertido en una región principalmente ganadera, pero la información que se posee sobre la productividad y calidad de las especies herbáceas y su uso forrajero es escasa.

Figallo et al. (2016) aseguran que es escasa información del rendimiento productivo, composición química, extensión de la degradación en el rumen, etc., y que un adecuado conocimiento de los recursos nativos con potencial forrajero permitiría mejorar la eficiencia de este sistema.

Diversos estudios realizados en esta región con el objetivo de medir biomasa, productividad y/o calidad nutritiva de las especies vegetales herbáceas de islas, como los trabajos realizados por Sabbatini (1985), Sabbatini & Lallana (2007), González et al. (2008), Massa (2013), Magnano et al. (2013), Massa et al. (2017), González et al. (2018), Massa et al. (2018), Kaufmann et al. (2019), entre otros, han generado información necesaria para comprender y mejorar la utilización de estos ambientes desde el punto de vista ganadero, pero se requiere aún mayor información para garantizar el adecuado manejo de los mismos.

#### 1.4 GANADERÍA DE HUMEDALES

La región del DP es de gran importancia para la ganadería y para la fauna silvestre como fuente natural de forraje. (Quintana et al., 2014).

Los pastizales del DP sustentan una ganadería extensiva, con cargas fluctuantes, con altas cargas en algunos casos, lo que ha provocado cambios en la estructura de los pastizales y alteraciones en la dinámica poblacional de las especies más palatables (Kaufmann, Feldman, & Sacido, 2016).

Por este motivo, la ganadería se ha vuelto la principal actividad económica de las islas del DP (Massa & Durante, 2016).

Por otra parte, el cambio en el uso del suelo por avances de la agricultura ha desplazado a la actividad ganadera a zonas con menor aptitud agrícola, como los humedales e islas del Delta del Paraná (Giacosa, 2019).

Giacosa (2019) aclara que entre los años 1997 y 2007, la existencia ganadera en la región pasó de 160.000 a 1.500.000 cabezas, esto junto con el consiguiente efecto de sobrepastoreo, erosión de suelos y afectación de la biodiversidad.

Rossi et al. (2015) afirman que los sistemas silvopastoriles aplicados cuidadosamente en humedales, como los del Bajo Delta del Paraná, permiten compatibilizar el aprovechamiento productivo, al mismo tiempo que conservan y revalorizan especies nativas.

El objetivo del trabajo fué generar información respecto a la producción de la vegetación de los humedales del DP, utilizada como forraje por la ganadería isleña.

## **2 MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 CARACTERIZACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO**

La zona de estudio se encuentra ubicada en lo que Burkart (1957) denominó Delta Superior, en su división del DP en tres sectores. A este sector, el autor lo caracterizó por presentar islas que permanecen por meses inundadas, surcadas por madrejones, lagunas y médanos fijos, que se suceden la mayoría de las veces en un sentido paralelo a los grandes cursos de agua.

Posteriormente, Burkart et al. (1999) ubica al DP en la ecorregión Delta e Islas del Paraná, la cual representa en conjunto un paisaje de islas bajas e inundables, delimitadas por los brazos laterales y cauces principales de los grandes ríos y extensos bajos ribereños, siendo la acción de los ríos el principal factor moderador de esta ecorregión. La vegetación característica se encuentra dominada por: bosques y arbustales, sobre los albardones en delgadas franjas ribereñas; pajonales y pastizales, en los interiores de las islas; comunidades hidrófilas y acuáticas en lagunas del interior de las islas.

De acuerdo con Quintana et al. (2014) el sitio de estudio se ubicó en la Zona Ganadera 1, donde son comunes las cargas animales excesivas o inadecuadamente distribuidas a lo largo del espacio y del año, y el mal uso del pastizal natural, que contribuye a una disminución de la calidad y cantidad del mismo por sobrepastoreo, ya que la zona se caracteriza por un pastoreo continuo.

Entre otras características destacadas del área de estudio, se encuentra del Sitio Ramsar Delta del Paraná.

Desde el punto de vista de las características fisonómicas-florísticas de la vegetación argentina, Oyarzabal et al. (2018) definieron 50 unidades de vegetación, ubicando al DP en la Unidad 5 denominada “Bosque y humedal deltaicos”, caracterizada por cuatro comunidades cuya distribución espacial depende de la acción combinada del régimen de inundación de los ríos Paraná y Uruguay, y de las crecidas y mareas estuariales del Río de la Plata.

Localmente el estudio se realizó en una isla ubicada entre el cauce principal del río Paraná y el arroyo Las Arañas, departamento Diamante, provincia de Entre Ríos, entre los 32° 01' y 32° 02' S y los 60° 39' y 60° 38'O (imagen 1).

Imagen 1: Localización del sitio donde se tomaron las muestras



(Fuente: Plataforma Google Earth Pro).

La actividad ganadera se lleva adelante con pastoreo continuo y sin ajuste de la carga animal en base a la vegetación natural como única fuente forrajera (foto 1). Predomina una ganadería de “ciclo completo” donde el objetivo productivo es la obtención de terneros paridos, que se crían en la isla, y si lo permite el pulso hídrico, llegan a terminación como novillos (animales gordos para la venta y faena).

Foto 1: Sitio de estudio donde fueron tomadas las muestras.



## 2.2 REGISTRO DEL NIVEL HIDROMÉTRICO

Las medidas del nivel hidrométrico del río Paraná fueron sistematizados en el registradas en el puerto de la ciudad de Diamante a partir de los datos provistos por la Prefectura Naval Argentina, para cada fecha de muestreo.

## 2.3 DETERMINACIÓN DE LA BIOMASA VEGETAL DISPONIBLE

La toma de muestra se realizó en una superficie de 10,5 ha aproximadamente, la cual se clausuró para evitar el pastoreo bovino y equino. La vegetación característica de estos l era *Ludwigia peploides*, llamada comúnmente “verdolaga” que es perenne, flotante y arraigada.

Se tomaron 5 cuadros ( $n=5$ ) de una superficie de 0,25 m<sup>2</sup> al azar para determinar la biomasa cada  $35 \pm 20$  días, comenzando el primer corte en noviembre de 2017, y el último en octubre de 2019.

Se consideró como biomasa disponible (kgMS ha<sup>-1</sup>) aquella que se encontraba por encima del pelo de agua. Se procedió a medir con cinta métrica la altura del agua libre<sup>1</sup> por sobre el sedimento y la altura al dosel de la canopia por encima del agua, realizando posteriormente el corte al ras del pelo de agua (foto 2).

Foto 2: Biomasa que se encuentra por encima del pelo de agua.



<sup>1</sup> Se considera agua libre a aquella que se encuentra por encima del sustrato.

Las muestras colocadas en bolsas de papel se pesaron con una balanza con capacidad máxima de 3000 gramos  $\pm$  0,5 gr. Posteriormente se llevaron a estufa a 60° C durante 72 horas para, de esta manera, determinar el porcentaje de materia seca (%MS) y humedad (%H).

#### 2.4 ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD VEGETAL

La productividad vegetal (kg MS ha-1día-1) se estimó por sumatoria de los incrementos positivos. Se determinó por período, calculada como la diferencia de biomasa seca disponible entre dos fechas sucesivas, sobre la duración en días de ese período (Kelly et al., 1974).

Se debe tener en cuenta que crecimiento y senescencia son procesos simultáneos, por lo que dichos valores representan el predominio de un proceso sobre el otro durante un período de tiempo. Por lo tanto, cuando la diferencia de biomasa disponible entre fechas sucesivas arrojó un valor negativo, se lo consideró como senescencia neta específica (Sala et al., 1981). Pero, en nuestro caso existe una particularidad y es una excepción a lo expuesto por Sala et al., 1981), debido a que en las fechas donde el valor de productividad fue negativo, es porque se debió a un aumento del nivel hidrométrico, dejando biomasa disponible por debajo del pelo de agua, que se “escapa” de ser evaluada (foto 3), debido a la metodología ya descrita anteriormente, llamada “Disponibilidad Forrajera Sumergida No Evaluada” (DFSNE).

Foto 3: Corte de la biomasa por encima del pelo de agua.



Se utilizó el software InfoStat (Di Rienzo, y otros, 2008) para realizar una prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis, con el objetivo de determinar diferencias significativas entre fechas para los valores de productividad, biomasa y materia seca.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 REGISTRO DEL NIVEL HIDROMÉTRICO

El registro del nivel hidrométrico se realizó en cada fecha de muestreo, desde noviembre de 2017 a octubre de 2019. Los valores se muestran en el gráfico 1, expresado en metros (m), así también se muestra el nivel de desborde del sitio de estudio. El valor de dicho nivel es de 3 m, y representa el nivel en el cual comienza a observarse agua libre en la superficie del sitio.

Gráfico 1: Nivel hidrométrico del río expresado en metros.



En el inicio del estudio, el hidrómetro marcó una altura del río de 3,64 m para noviembre, con una pequeña variación hasta enero, para luego crecer hasta alcanzar el valor de 4,83 m a fin de febrero. Este nivel se mantuvo hasta abril, comenzando a descender en esta fecha hasta los 2,37 m en agosto, alcanzando el valor mínimo registrado para el primer año.

Hasta este punto, los valores registrados coinciden con lo expresado por Jaime & Menéndez (2002), que explican que el río Paraná presenta una estacionalidad marcada, con valores máximos de caudal durante el otoño (marzo-abril) y mínimos en primavera (septiembre-octubre).

Sin embargo, a partir de esta fecha se presentan algunas diferencias con la afirmación de estos autores. El nivel del río comenzó a ascender, hasta alcanzar el pico máximo del primer año de 4,9 m en diciembre. Para el segundo año, se registró en la primera fecha una altura de 4,58 m para febrero, mostrando un pequeño descenso desde

diciembre del año anterior. Este descenso del río se incrementó luego de la primera fecha, registrándose una altura de 3,6 m a principios de abril. Posteriormente, el nivel ascendió hasta el valor máximo del segundo año de 4,76 m en julio, para luego descender hasta el valor mínimo de 2,01 m en octubre.

Cabe mencionar que, desde fin del mes de julio a inicios de octubre del primer año, no se encontró agua libre en superficie por encontrarse el nivel hidrométrico por debajo del nivel de desborde del sitio. Para el segundo año, la última fecha fue la única sin agua libre en superficie para ese año.

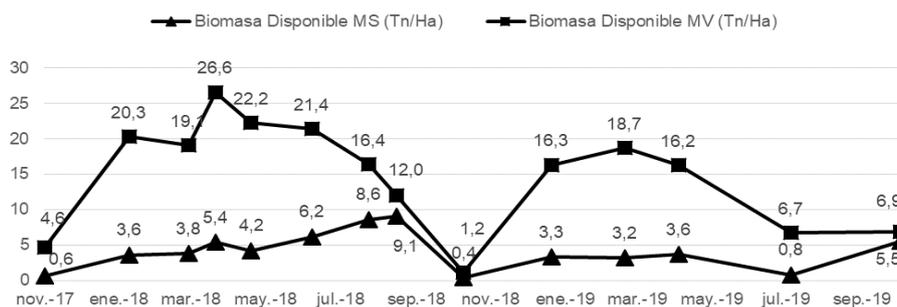
### 3.2 BIOMASA DISPONIBLE Y PORCENTAJE DE MATERIA SECA

La biomasa vegetal disponible (BD) registrada durante el estudio se muestra representada en el gráfico 2 en materia seca (Ms) y materia verde (Mv), y fue expresada en toneladas por hectárea (tn/ha).

La BD en MV aumentó desde noviembre-17 del estudio (4,6) hasta finales de marzo-18-17 (26,6), alcanzando el valor máximo medido durante el estudio, para luego disminuir hasta el valor mínimo del estudio en octubre-18 (1,2). Posteriormente, la biomasa disponible mostró un aumento hasta diciembre-18, que continuó hasta mediados de febrero-19 (18,7) donde se registró el valor máximo para ese año. A partir de esta fecha, los valores medidos comenzaron a disminuir hasta el valor mínimo registrado para ese año en el mes de julio-19 (6,7), mostrando valores similares en octubre-19.

Por otro lado, los valores expresados en MS muestran un primer incremento desde el inicio del estudio en noviembre-17 (0,6) hasta agosto-18 (9,1), momento en que se observa la máxima disponibilidad en MS, para luego disminuir hasta el mínimo valor registrado para el estudio en octubre-18 (0,4). A partir de esta fecha, los valores de MS disponible se incrementan gradualmente hasta abril-19 (3,6), experimentando una disminución en julio-19 (0,8), y un incremento final en octubre-19 (5,5), siendo éste el último registro del estudio.

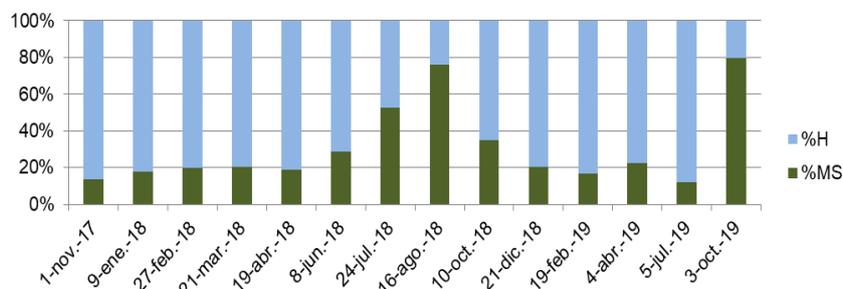
Gráfico 2 Biomasa disponible en Materia Seca (Triángulos) y Materia Verde (Cuadrados), expresado en Tn/ha.



De los resultados de biomasa obtenidos en MV y MS se obtuvieron los porcentajes de humedad (%H) y de materia seca (%MS) para cada fecha de muestreo. Estos valores se presentan en el gráfico 3.

Desde noviembre-17, el porcentaje de materia seca aumentó de un valor de 13,8% a 76% en agosto-18, para luego disminuir hasta 11,8% en julio-19. Posteriormente, el contenido de materia seca volvió a incrementarse hasta el valor máximo registrado de 79,5% de materia seca para octubre-19. El valor mínimo registrado fue de 11,8% en julio-19.

Gráfico 3: Composición relativa de la biomasa. El porcentaje de humedad en color azul y el porcentaje de materia seca en verde.



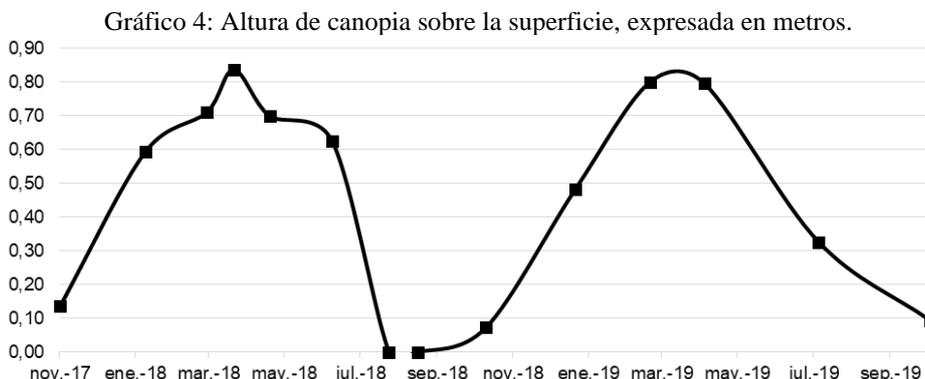
Considerando todo el período de estudio, el valor promedio del %MS fue de 31,0%.

Cabe destacar que los mayores contenidos de materia seca se registraron en las fechas donde no se observó agua libre en superficie.

En el gráfico 4 se muestra la variación de la altura de la canopia a lo largo del año, en contraste con la variación de la altura del pelo de agua. Cabe recordar que esta altura fue medida desde el pelo de agua.

Los picos de mayor altura de la canopia se registraron en marzo-18, y en febrero-19 y abril-19.

Los valores más bajos registrados se dieron en noviembre-17, agosto-18 y octubre-19, coincidente con los momentos de menor altura del pelo de agua.



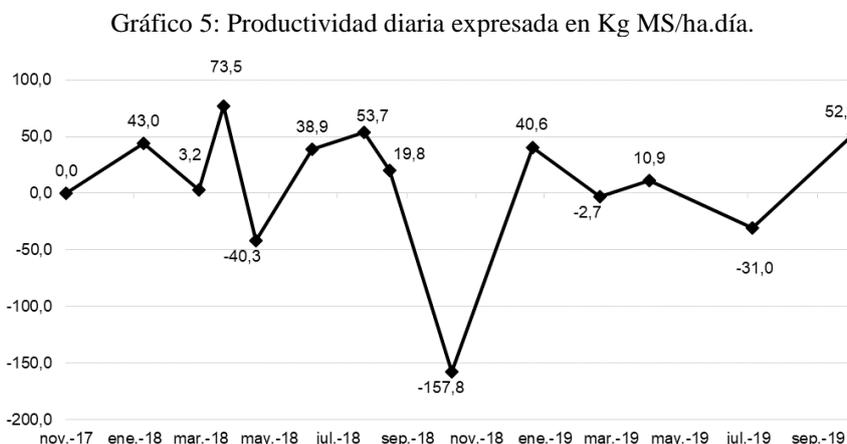
### 3.3 PRODUCTIVIDAD VEGETAL

El gráfico 5 muestra la productividad diaria (Kg Ms/ha.día) para el período analizado. Los valores representan la productividad diaria de cada período comprendido entre fechas de muestreo consecutivas.

La productividad diaria osciló a lo largo del período de estudio, desde valores positivos con picos máximos a valores sumamente negativos.

Los valores máximos de productividad diaria se dieron durante el período de febrero-marzo-18 (73,5), junio-julio-18 (53,7) y julio-octubre-19 (52,1), mientras que los valores mínimos se observaron durante enero-febrero-18 (3,2) y febrero-abril-19 (10,9).

Para los períodos marzo-abril-18 (-40,3), octubre-diciembre-18 (-157,8), abril-julio-19 (-31,0) y diciembre-febrero-19 (-2,7), se registraron valores negativos debido a la metodología empleada, pero a fines prácticos se consideró que no hubo productividad, por lo tanto, el valor de esta fue de cero (0,0).



Con los valores registrados de productividad se pudo estimar la producción de este sitio en todo el período evaluado, arrojando un valor de 17,7 Tn MS/ha. A partir de este valor se estimó un promedio de la producción anual en 9,22 Tn MS/ha.

### 3.4 ANÁLISIS COMPARATIVOS DE BIOMASA TOTAL Y PRODUCTIVIDAD DIARIA

Se realizaron pruebas estadísticas de Kruskal Wallis para identificar diferencias significativas entre fechas, para los valores de biomasa total, porcentaje de MS y productividad diaria. Los resultados de las pruebas se muestran en las tablas 1 y 2. Las fechas con una letra en común no son significativamente diferentes para un  $p > 0,05$ .

Tabla 1: Análisis comparativo entre fechas de la biomasa total. Letras similares indican que no existe diferencia significativa entre esas fechas.

Fecha	Biomasa Total (t MS/ha)					
10-oct.-18	0,41 ± 0,14	A				
1-nov.-17	0,64 ± 0,29	A	B			
5-jul.-19	0,79 ± 0,38	A	B			
19-feb.-19	3,17 ± 1,16	A	B	C		
21-dic.-18	3,33 ± 1,05	A	B	C	D	
4-abr.-19	3,65 ± 0,68	A	B	C	D	
9-ene.-18	3,61 ± 0,53	A	B	C	D	
27-feb.-18	3,77 ± 0,68		B	C	D	
19-abr.-18	4,22 ± 1,38		B	C	D	
3-oct.-19	5,48 ± 2,50			C	D	E
21-mar.-18	5,38 ± 1,10			C	D	E
8-jun.-18	6,16 ± 0,85				D	E
24-jul.-18	8,63 ± 1,97					E
16-ago.-18	9,09 ± 1,22					E

El análisis estadístico de los valores de biomasa total indica que existen diferencias significativas a lo largo del período evaluado. Sin embargo, para varias fechas no hay diferencias estadísticas entre ellas.

Tabla 2 Análisis comparativo entre fechas de la productividad diaria en KgMS/ha.día. Letras similares indican que no hay diferencia significativa entre esas fechas.

Fecha	kgMS.ha.día					
10-oct.-18	-163,08 ± 20,46	A				
5-jul.-19	-31,06 ± 10,16	A	B			
19-abr.-18	-40,28 ± 84,36	A	B	C		
19-feb.-19	-2,70 ± 17,98	A	B	C		
27-feb.-18	2,76 ± 10,28	A	B	C	D	
4-abr.-19	10,92 ± 34,08		B	C	D	E
1-nov.-17	0		B	C	D	E
16-ago.-18	19,84 ± 80,45		B	C	D	E
8-jun.-18	38,88 ± 42,94			C	D	E
21-dic.-18	40,58 ± 15,18			C	D	E
9-ene.-18	43,03 ± 4,78			C	D	E
3-oct.-19	44,00 ± 37,05			C	D	E
24-jul.-18	53,72 ± 35,99				D	E
21-mar.-18	73,52 ± 64,07					E

Los resultados indican que no hay diferencias significativas entre las productividades diarias entre ciertas fechas, y sí la hay a lo largo del año.

## 4 DISCUSIÓN

### 4.1 BIOMASA DISPONIBLE

La biomasa disponible se encontró representada casi en su totalidad por seis especies, *P. repens*, *E. polystachya*, *H. amplexicaulis*, *L. peploides*, *P. acuminatum* y *E. crassipes*. En ninguna fecha se encontraron las seis especies presentes, y la participación de cada una fue variando a lo largo del período evaluado.

La mayor parte del período se encontró con agua libre en superficie, sobre todo en la época estival, momento en que se da la mayor producción de biomasa de las especies encontradas, debido fundamentalmente a que están adaptadas a ambientes tropicales y subtropicales, ubicando la mayor producción en los meses estivales.

Como los períodos de crecimiento coincidieron con altos niveles del río, el crecimiento que mostraron las especies fue quedando

debajo del nivel del agua conforme este iba aumentando. Esto se observó desde el inicio del estudio hasta abril-18, luego el nivel del río comenzó a descender, descubriendo el material vegetal que se encontraba debajo del agua. Esto resultó en un aumento de la

biomasa disponible que no se dio por el crecimiento vegetal sino por la bajante del río, registrándose así en agosto-18 el valor máximo de biomasa disponible.

Las especies acuáticas requieren de agua libre para manifestar su crecimiento, cosa que no se da durante el invierno de 2018, momento en que la senescencia de las especies se vuelve más marcada, tanto por las bajas temperaturas como por la falta de agua. Por lo tanto, la presencia de agua libre en junio de ese año permitió que las especies se mantengan verde por más tiempo, aunque ya no se encontraban en su estación de crecimiento. Pero la situación se vio modificada para los meses siguientes donde el suelo se encuentra sin agua en superficie, observándose que parte del material disponible durante julio y agosto correspondió a material vivo sin crecimiento con mayor proporción de tallos sin hojas durante agosto.

Para el mes de octubre no se encontró restos del material verde del período de crecimiento anterior, y lo registrado correspondió a la germinación y rebrotes primaverales, iniciando un nuevo período de crecimiento.

Situación similar al inicio del estudio ocurre después de octubre-18, donde comienza a observarse agua libre en superficie y parte del crecimiento vegetal va quedando por debajo del agua, hasta el mes de febrero-19, donde se da una leve bajante del río, que posteriormente repunta hasta el mes de julio. Seguido de esto, el nivel del río comienza a descender, dejando al descubierto todo el material vegetal resultado del crecimiento vegetal de los meses precedentes, registrándose así un aumento de la biomasa disponible.

Durante fin de otoño y todo el invierno de 2019, la presencia de agua libre permitió que las especies se mantengan verde por más tiempo, retrasando su senescencia, la que se observó posteriormente en el mes de octubre del mismo año debido a la ausencia de agua libre.

El nivel hidrométrico representa así un factor importante en la determinación de la biomasa vegetal disponible en cada fecha, y en segundo lugar la época del año, ya que las especies vegetales encontradas son perennes y retoman su crecimiento en los meses primaverales, alcanzando los valores máximos en los meses estivales.

Así, Sabattini & Lallana (2007) registraron una biomasa total máxima de 8,67 t MS/ha, representada principalmente por *P. repens*, *Pistia stratiotes* y *L. peploides*.

Sabattini (1985) registró una biomasa máxima para *P. repens* de aproximadamente 8,7 t MS/ha coincidente con el período de aguas altas – fenómeno que se observa durante los meses estivales –.

Es de destacar el trabajo realizado por Piedade et al. (1991) donde registraron un valor máximo de 80 t MS/ha en el mes de agosto de 1986, en la región de Manaus, Brasil, para *E. polystachya*. Por otro lado, *E. polystachya* es una especie C4, por lo que encuentra su ambiente propicio para el crecimiento en zonas tropicales, estando limitado su crecimiento en el Delta del río Paraná durante el período invernal.

El valor máximo que se registró en este estudio fue de 9,1 t MS/ha, y se dio en el mes de agosto de 2018, sin agua en superficie. En cuanto a los estudios citados, en estos, los valores máximos fueron registrados en períodos estivales – período de máximo crecimiento de las especies –.

Por lo tanto, en el presente estudio, se midieron los valores máximos durante el invierno como resultado de la bajante del río – descubriendo gran parte de material vegetal factible de ser medido – y no por un pico de crecimiento vegetal.

De esta manera, el nivel hidrométrico y la época del año resultaron ser los principales factores determinantes de la biomasa disponible.

#### 4.2 PRODUCTIVIDAD VEGETAL (P)

El período de crecimiento de las especies identificadas corresponde a los meses primavera-estivales, comenzando el crecimiento a principio de primavera y cesando en el otoño avanzado cuando las temperaturas comienzan a ser bajas para el crecimiento de estas especies.

La P durante los meses iniciales hasta abril se vio enmascarada por aumento del nivel del río, no pudiéndose registrar el crecimiento que quedó por debajo del nivel del agua, debido a la metodología utilizada. De esta manera se dio una subestimación de P en todos estos meses, registrándose en el mes de abril un valor negativo de P, que en este caso no representa senescencia de la biomasa sino biomasa subacuática (BS).

Posteriormente se registró una sobrestimación de P hasta el mes de agosto debido a la bajante del río. Así, se registraron valores de productividad que correspondían a los meses anteriores de crecida del río, y a los de bajante, no pudiendo diferenciarse cuál es el valor real para cada período.

Para el mes de octubre 2018 se registró un valor negativo que en este caso sí correspondió a la senescencia de la biomasa, considerándose como senescencia neta específica (SNE). Para este caso la disminución en la disponibilidad que concluyó en un valor negativo de P se debió a las bajas temperaturas invernales y a la falta de agua,

factores que resultan claves para el mantenimiento y crecimiento de las especies identificadas.

En las fechas siguientes, el nivel hidrométrico ascendió, registrándose nuevamente una subestimación de la P, siendo el valor la misma en febrero negativo, considerado BS.

En abril, se produjo un leve descenso del río, pudiendo haberse dado una sobrestimación para ese período.

Para el mes de julio hubo un aumento del nivel hidrométrico, que en este caso al estar en período invernal es probable que la P sea nula, y la diferencia de biomasa disponible con respecto a la fecha anterior arrojó un valor negativo, siendo también considerado como BS.

Finalmente, en octubre, los valores positivos registrados también se encuentran afectados por una sobrestimación de P por el descenso del nivel hidrométrico de julio.

Queda evidenciado entonces, el efecto del régimen hidrológico sobre P ya sea influyendo en el crecimiento de las especies como en la medición de dicho crecimiento vegetal.

Así también, las especies registradas presentan valores de productividad diferentes unas de otras, por lo que el porcentaje de participación de cada una de ellas influye directamente sobre la P registrada en cada fecha.

Así Sabattini (1985) menciona una productividad aérea para *P. repens* de 36,2 Kg MS/ha.d, en un período de 180 días en un ambiente lenítico de un valle aluvial del río Paraná.

Por otro lado, Massa et al. (2017) registraron la P de *L. peploides*, obteniendo una alta productividad durante los meses de diciembre, enero y febrero, con un valor máximo de 92,5 Kg MS/ha.día para el mes de diciembre, y para el mes de marzo de 2017, no pudieron determinar la P por el aumento del nivel del río, dejando por debajo del nivel del agua, parte de la biomasa generada, fuera del alcance de corte, siendo así la productividad imperceptible por una cuestión metodológica. Esta última situación se asemeja al inconveniente del presente trabajo.

También, Massa (2013) midió la P de un canutillar dominado por *E. polystachya*, registrando valores mensuales de P, y obteniendo los mayores valores en los meses de enero, febrero y marzo, dándose en este último mes el valor máximo registrado de 180 Kg MS/ha.d.

Massa & Durante (2016), en sus estudios sobre un canutillar y un catayzal, registraron una P de estos ambientes de 100 Kg MS/ha.d y 70 Kg MS/ha.d, respectivamente, para el mes de noviembre, mediante estimaciones con sensores remotos.

De esta manera, la producción anual del sitio en estudio será diferente según la participación de estos factores determinantes de la P y, en consecuencia, de la producción anual.

#### 4.3 PRODUCCIÓN ANUAL (PA)

La producción anual promedio obtenida fue de 9,22 t MS/ha, resultado que se vio muy influenciado por la variación del nivel hidrométrico y las especies presentes a lo largo del ciclo, principalmente.

Estos factores resultan determinantes en la PA de estos ambientes, y esto puede observarse en el trabajo realizado por Piedade et al. (1991), donde obtuvieron un promedio de 99 t MS/ha de PA en un estudio en el Norte de Brasil, con un régimen hidrológico diferente y temperatura promedio más elevada, y la biomasa vegetal se encontraba compuesta únicamente por *E. polystachya*. Cabe destacar que en este trabajo se midió la biomasa vegetal a través de la recolección del total de la planta, incluyendo raíces, lo que explica en parte el valor elevado de producción anual obtenido. Sin embargo, la diferencia se debe también a los factores mencionados anteriormente.

Para esta misma especie, Cook et al. (2020) mencionan valores entre 8 y 12 t MS/ha para América del Sur, pudiendo existir grandes variaciones de los factores descritos.

Tejos (1978a, citado en Csurhes et al., 1999), menciona un valor de 18,7 t MS/ha para Venezuela, un sitio con un régimen hidrológico diferente y mayor temperatura que el del presente trabajo, además la biomasa vegetal se encontraba compuesta únicamente por *H. amplexicaulis*, lo que también deja en evidencia los diferentes potenciales productivos que poseen cada especie.

En el trabajo realizado por Massa (2013) se obtuvieron resultados de PA para un canutillar dominado por *E. polystachya*, de 15 t MS/ha. En este caso el trabajo se realizó en el mismo sitio que este estudio, por lo que las condiciones del sitio no difieren en gran medida de las del presente trabajo, a diferencia que el sitio se encontró durante todo el período dominado por *E. polystachya*, por lo que la producción de este canutillar dependió principalmente del potencial productivo de esta especie. Por lo tanto, la diferencia de

producción con el resultado de este estudio se debe principalmente a la diferencia en la participación de cada especie en la biomasa total a lo largo del período estudiado.

Así también, Massa y Durante (2016) estimando la PA de distintos ambientes en el mismo sitio de estudio de este trabajo, entre ellos, un canutilar de *E. polystachya* y un catayzal de *P. acuminatum* con *L. peploides* y *Setaria geminata*, obtuvieron resultados de 15,4 t MS/ha y 10 t MS/ha, respectivamente. También en este caso las condiciones del sitio fueron similares, con algunas variaciones, principalmente en la dinámica del nivel hidrométrico.

Estos resultados contrastantes demuestran la variabilidad en la producción de biomasa vegetal que poseen estos sitios, determinada por los factores ya mencionados, sobre todo la dinámica del régimen hidrométrico y la participación de cada especie vegetal a lo largo del período considerado, pudiendo encontrarse resultados muy distintos, ya sea que los estudios sean realizados en un mismo sitio o en sitios diferentes.

## 5 CONCLUSIONES

Los ambientes de humedales del DP del río Paraná presentan una alta producción forrajera cuya disponibilidad alcanza los mayores valores durante los períodos de aguas bajas.

Debe tenerse en cuenta que el forraje disponible se encuentra conformado por especies de crecimiento primavero-estival, y durante el período otoño-invernal comienza la senescencia del material verde, siendo la productividad mínima o nula, con su consecuente disminución de la calidad forrajera. Por lo tanto, si se quiere aprovechar este recurso forrajero debe hacerse antes de entrar en el período invernal. Si el forraje no es aprovechado, se perderá con el siguiente período de creciente del río.

Resulta fundamental para el manejo ganadero de estos ambientes tener en cuenta el hidroperíodo, ya que la disponibilidad de forraje se encuentra fuertemente condicionada por este factor más que por el clima.

Si bien, para fines prácticos del manejo ganadero se midió la biomasa disponible, la estimación de la productividad real resultó dificultosa y poco precisa con el método utilizado debido a las características propias de este tipo de ambientes, principalmente el ascenso y descenso del nivel hidrométrico, provocando una subestimación de la productividad en el primer caso debido a que parte del crecimiento quedó por debajo del nivel del agua, y una sobrestimación en el segundo caso por la medición de material vegetal que antes se encontraba por debajo del nivel del agua.

Conocer la disponibilidad de biomasa a lo largo del año y la productividad de la misma resulta ser una parte esencial para definir un adecuado manejo ganadero de estos ambientes garantizando la conservación, evitar su degradación y no alterar los bienes y servicios que aportan los humedales.

## REFERENCIAS

- Banerjee, O., Crossman, N. D., & De Groot, R. S. (2013). Ecological processes, functions and ecosystem services: inextricable linkages between wetlands and agricultural systems. En S. Wratten, H. Sandhu, R. Cullen, & R. Costanza (Edits.), *Ecosystem services in agricultural and urban landscapes* (1 ed., págs. 16-27). Queensland, Australia: Wiley-Blackwell.
- Brinson, M. M. (2004). Niveles extremos de variación de patrones y procesos en humedales. En A. I. Malvárez, & R. F. Bó (Edits.), *Documentos del curso-taller "Bases ecológicas para la clasificación e inventario de humedales en Argentina"* (págs. 19-24). Buenos Aires: FCEYN-UBA; RAMSAR; USFWS; USDS.
- Burkart, A. (1957). Ojeada sinóptica sobre la vegetación del Delta del río Paraná. *Darwiniana*, 11(3), 457-561.
- Burkart, A. (1969). *Flora ilustrada de Entre Ríos (Argentina) (Vol. Parte II)*. Buenos Aires: Colección Científica del INTA.
- Burkart, A., & Bacigalupo, N. M. (2005). *Flora ilustrada de Entre Ríos Parte IV*. Buenos Aires: INTA.
- Burkart, A., Troncoso de Burkart, N. S., & Bacigalupo, N. M. (1987). *Flora ilustrada de Entre Ríos (Argentina) Parte III*. Buenos Aires: INTA.
- Burkart, R., Bárbaro, N. O., Sánchez, R. O., & Gómez, D. A. (1999). *Eco-regiones de la Argentina*. Argentina: Administración de Parques Nacionales (APN).
- Casaubon, E., Peri, P., Cornaglia, P., & González, A. (2015). Calidad forrajera de pasturas en un sistema silvopastoril del Delta del Paraná. En P. L. Peri (Ed.), *3° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles : VII Congreso Internacional Sistemas Agroforestales* (págs. 142-145). Santa Cruz: Ediciones INTA.
- Consejo Federal de Medio Ambiente. (13 de Octubre de 2016). Resolución N° 329/16 del COFEMA. Resistencia, Chaco, Argentina.
- Convención sobre los humedales de Ramsar. (2018). *Perspectiva mundial sobre los humedales: estado de los humedales en el mundo y de los servicios que prestan a las personas* (Nigel Dudley ed.). Gland, Suiza: Secretaría de la Convención de Ramsar.
- Convención sobre los Humedales de Ramsar. (3 de Diciembre de 2019). Ramsar. Obtenido de <https://www.ramsar.org/es>
- Convention on Wetlands of International Importance Especially as Waterfowl Habitat. (1971). Final text adopted by the International Conference on the Wetlands and Waterfowl. Ramsar, Irán.
- Cook, B. G., Pengelly, B. C., Brown, S. D., Donnelly, J. L., Eagles, D. A., Franco, M. A., Schultze-Kraft, R. (20 de Febrero de 2020). *Tropical Forages: an interactive selection tools*. Obtenido de <http://tropicalforages.info/>
- De Groot, R., Stuij, M., Finlayson, M., & Davidson, N. (2006). Valuing wetlands: Guidance for valuing the benefits derived from wetland ecosystem services. Ramsar Technical Report No. 3/CBD Technical Series No. 27, 1-45.

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2008). Grupo IndoStat. Córdoba, Argentina: FCA - Universidad Nacional de Córdoba.

European and Mediterranean Plant Protection Organization / Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes (OEPP/EPPO). (2008). *Eichhornia crassipes*. Bulletin OEPP/EPPO(38), 441-449.

Figallo, R. M., Pidello, A., & Smacchia, A. M. (2016). Degradabilidad ruminal in sacco de especies vegetales provenientes del Delta Superior del Río Paraná. *Revista de Divulgación Técnica Agropecuaria, Agroindustrial y Ambiental*, 3(4), 110.

Giacosa, B. (2019). Plan de manejo del Sitio Ramsar Delta del Paraná (1° ed.). (M. Andelman, D. Balderrama, & M. Matarasso, Edits.) Barrancas, Buenos Aires, Argentina: Fundación Humedales/Wetlands International.

González, G. L., Rossi, C. A., Pereyra, A. M., De Magistris, A. A., Lacarra, H. R., & Varela, E. A. (2008). Determinación de la calidad forrajera en un pastizal natural de la región del Delta bonaerense argentino. *Zootecnia Tropical*, 26(3), 223-225.

Jaime, P. R., & Menéndez, A. N. (2002). Análisis del régimen hidrológico de los ríos Paraná y Uruguay. Ezeiza: Instituto Nacional del Agua. Laboratorio de Hidráulica.

Junk, W., Bayley, P. B., & Sparks, R. E. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain systems. (D. P. Dodge, Ed.) *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*(106), 110-127.

Kandus, P., Minotti, P., & Malvárez, A. I. (2008). Distribution of wetlands in Argentina estimated from soil charts. En *Acta scientiarum: Biological Sciences* (Vol. 3, págs. 403-409). Maringá, Brazil: Eduem - Editora da Universidade Estadual de Maringá.

Kandus, P., Quintana, R. D., Minotti, P. G., Oddi, J. d., Baigún, C., González Trilla, G., & Ceballos, D. (2011). Ecología de humedal y una perspectiva hidrogeomórfica como marco para la valoración ecológica de sus bienes y servicios. En P. Laterra, E. G. Jobbágy, & J. M. Paruelo (Edits.), *Valoración de servicios ecosistémicos: Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial* (1 ed., págs. 265-292). Buenos Aires, Argentina: INTA.

Kaufmann, I. I., Feldman, S. R., & Sacido, M. (2016). Cambios en la riqueza florística de un pastizal natural del delta medio del Paraná con descansos entre cortes. *Revista de Divulgación Técnica Agropecuaria, Agroindustrial y Ambiental*, 3(4), 38.

Kaufmann, I., Feldman, S., & Sacido, M. (2019). Efectos del pastoreo en riqueza florística, biomasa y cobertura de un pastizal de Albardón, Argentina. *Revista Politécnica*, 15(29), 95-107.

Kelly, J. M., Van Dyne, G. M., & Harris, W. F. (1974). Comparisson of three methods of assessing grassland productivity and biomass dynamics. *The american midland naturalist*, 92(2), 357-369.

Lallana, V. H. (1981). Productividad de *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae) en una laguna isleña de la cuenca del río Paraná medio. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 20(1-2), 99-107.

Lallana, V. H. (1997). Las plantas acuáticas del río Paraná. Su importancia en el ecosistema (Artículo técnico de divulgación AT-01).

- Magnano, A. L., Vicari, R., Astrada, E., & Quintana, R. D. (2013). Ganadería en humedales: Respuestas de la vegetación a la exclusión del pastoreo en tres tipos de ambientes en un paisaje del Delta del Paraná. *Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes*, 5, 137-148.
- Malvárez, A. I. (1997). Las comunidades vegetales del Delta del Río Parana. Su relación con factores ambientales y patrones del paisaje. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires.
- Malvárez, A. I. (1999). El Delta del río Paraná como mosaico de humedales. En A. I. Malvárez (Ed.), *Tópicos sobre humedales subtropicales y templados* (págs. 35-54). Montevideo, Uruguay: Oficina Regional de Ciencia y Técnica para América Latina y el Caribe, MAB/UNESCO.
- Marchetti, Z., & Aceñolaza, P. G. (2011). Vegetation communities and their relationship with the pulse regime on islands of the Middle Paraná River, Argentina. *Serie botánica*, 66(2), 209-226.
- Massa, E., González, G. L., De Magistris, A., Rovegno, S., De Loof, E., & Rossi, C. A. (2018). Caracterización nutritiva de una comunidad de pastizal en el Delta del Paraná: Proteína Bruta. *Comunicación. Revista argentina de producción animal*, 38(1), 230.
- Massa, E., & Durante, M. (2016). Estimación de la productividad forrajera mediante el uso de sensores remotos en comunidades vegetales de islas del delta fluvial diamantino, Entre Ríos. *Serie Extensión INTA EEA Paraná*, 23-26.
- Massa, E., & Marchetti, Z. (2015). Carga animal y aumento de peso de novillos en una isla del río Paraná en el predelta, Entre Ríos. *Revista Argentina de Producción Animal*, 35, 106.
- Massa, E., González, R., & Benavidez, H. (2017). Productividad de un "verdolagal" (*Ludwigia peploides*) en islas del río Paraná entre dos crecientes sucesivas.
- Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (2015). *Wetlands* (5 ed.). New Jersey, United States of America: Wiley.
- Morello, J. (1949). Las comunidades vegetales de las islas cercanas al puerto de Rosario. Trabajo de tesis.
- Neiff, J. J., & Malvárez, A. I. (2004). Grandes humedales fluviales. En A. I. Malvárez, R. F. Bó, & A. I. Malvárez (Ed.), *Documentos del curso-taller: bases ecológicas para la clasificación e inventario de humedales en Argentina* (1 ed., págs. 77-88). Buenos Aires, Argentina.
- Neiff, J. J., Casco, S. L., & Arias, J. C. (2004). Glosario de humedales de Iberoamérica. En J. J. Neiff (Ed.), *Humedales de Iberoamérica* (págs. 336-380). Cuba: CYTED, Subprograma XVII – Red Iberoamericana de Humedales.
- Oyarzabal, M., Clavijo, J., Oakley, L., Biganzoli, F., Tognetti, P., Barberis, I., León, R. J. (Abril de 2018). Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecología Austral*(28), 40-63.
- Piedade, M. F., Junk, W. J., & Long, S. P. (1991). The productivity of C4 grass *Echinochloa polystachya* on the amazon floodplains. (E. S. America, Ed.) *Ecology*, 72(4), 1456-1463.
- Prefectura Naval Argentina. (3 de Diciembre de 2019). Prefectura Naval Argentina. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/prefecturanaval>

Rossi, C. A., De Magistris, A. A., González, G. L., Carou, N. E., & De Loof, E. P. (2014). Plantas de interés ganadero de la región del bajo Delta del Paraná (Argentina) (1 ed.). Lomas de Zamora, Argentina: Facultad de Ciencias Agrarias. UNLZ.

Rossi, C. A., González, G. L., De Magistris, A. A., & De Loof, E. (2015). La ganadería en los sistemas silvopastoriles: Caso de estudio en el Bajo Delta del Paraná. 2.

Rossi, C. A., González, G. L., De Magistris, A. A., & Torrá, E. (2009). Composición botánica del pastizal natural en un sistema silvopastoril del Delta del Paraná: clasificación forrajera. Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Posadas, Misiones, Argentina: INTA / FCA-UNLZ.

Sabattini, R. A. (1985). Dinámica y productividad de *Paspalum repens* Bergius ("canutillo") en un ambiente lenítico del valle aluvial del río Paraná. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 1(18), 3-11.

Sabattini, R. A., & Lallana, V. H. (2007). Aquatic Macrophytes. En M. H. Iriondo, J. C. Paggi, & M. J. Parma (Edits.), *The Middle Paraná River: Limnology of a Subtropical Wetland* (págs. 205-229). Heidelberg: Springer.

Sabattini, R. A., Lallana, V. H., & Marta, M. C. (1983). Inventario y biomasa de plantas acuáticas en un tramo del valle aluvial del río Paraná medio. *Revista de la asociación de ciencias naturales del litoral*, 13(2), 179-191.

Sala, O. E., Deregibus, V. A., Schlichter, T. M., & Alippe, H. A. (1981). Productivity dynamics of a native temperature grassland in Argentina. *Journal of Range Management*(34), 48-51.