



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINAS

DETERMINACION DE LA BIOMASA SUBTERRANEA
DE *Zostera marina* L. DURANTE LOS MESES DE
JUNIO, JULIO Y AGOSTO 1982 EN BAHIA FALSA,
SAN QUINTIN, B. C.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

OCEANOLOGO

PRESENTA

CARMEN ANGELINA GUTIERREZ SIGALA

DEDICATORIA

A Dios.

A mis padres.
Federico Gutiérrez B. y María Sigala de Gutiérrez.

A mis hermanos.
Solina
Federico
Faustino
Felizardo
Pilar

A mi esposo.
Eduardo A. González A.

A G R A D E C I M I E N T O S

A mi asesor, Dra. Silvia Ibarra de Siri agradezco su orientación y ayuda en la realización del presente trabajo.

Por su cooperación y confianza en el laboratorio doy las gracias a la Dra. Adriana Jorajuria y al P.O. Salvador Sánchez Mancilla.

De una manera muy especial agradezco el tiempo, conocimiento y amabilidad que dedicaron el Dr. Alejandro Chagoya y el Lic. Eduardo González al guiarme en el proceso estadístico y general de la tesis.

A mis sinodales, Oc. Raúl Aguilar, M. en C. Roberto Millán, Dra. Elizabeth Orellana y Oc. Isaf Pacheco; por su estímulo y apoyo quedo profundamente agradecida.

A todos los estudiantes que cooperaron con su trabajo y buen humor, tanto en el campo como en el laboratorio, doy las gracias.

C O N T E N I D O

		Página
I	RESUMEN	1
II	INTRODUCCION	2
	1) Generalidades de los pastos marinos y <i>Zostera marina</i>	2
	2) Biomasa aérea y subterránea	6
	3) Objetivos	8
III	MATERIALES Y METODOS.	9
	1) Generalidades de la Bahía.	9
	Localización de la zona de muestreo.	9
	2) Esquema general de trabajo	12
	a) Campo	12
	b) Laboratorio	18
	c) Análisis de datos	20
IV	RESULTADOS	21
	1) Tablas de datos.	
	2) Gráficas	
	3) Análisis estadísticos.	
V	DISCUSION	43
VI	CONCLUSIONES.	49
	Recomendaciones	50
	Bibliografía	51
	Apéndice	55

I. RESUMEN.

Como parte de un estudio realizado en Bahía Falsa, San Quintín, B.C. con una duración total de siete meses, se presentan aquí los resultados de biomasa subterránea y detritus asociado de los tres primeros meses: junio, julio y agosto de 1982. Los resultados encontrados se relacionan con algunas de las variables ambientales más importantes: salinidad, temperatura del agua y de los sedimentos. Los muestreos se hicieron sobre tres transectos a diferentes alturas respecto al nivel medio de mareas.

La mayor cantidad de biomasa total encontrada fué de 167.95 g de peso seco/m² en el mes de julio. La biomasa subterránea y el detritus asociado no variaron significativamente durante el período de muestreo ni con los diferentes transectos.

Los resultados obtenidos concuerdan con aquellos obtenidos en otras áreas de la zona templada en donde también hay *Zostera marina*.

II. INTRODUCCION.

La investigación científica del mar y el desarrollo de sus recursos, aportan un gran beneficio a la humanidad. El contacto más provechoso del hombre con el mar es principalmente en sus zonas costeras. Las lagunas costeras son de vital importancia pues son una planta de nutrición para el desarrollo de algunas especies de amplio espectro ecológico. La fertilidad existente de estos cuerpos de agua, se debe en gran parte a los pastos marinos, que actúan como viveros de plantas y animales (Margalef, 1969). Es aquí donde se desarrollan y cosechan la mayor parte de los recursos que el hombre obtiene del mar, dándole una gran producción de alimentos.

- 1) Los pastos marinos son fanerógamas que habitan las zonas de entremareas, en aguas someras de estuarios y zonas cercanas a la costa (Thayer y Phillips, 1977). Su origen es a partir de plantas vasculares que invadieron el agua en tiempos relativamente recientes. Según Hutchinson (1959) los pastos marinos están agrupados en cinco órdenes y cinco familias de las monocotiledóneas. Para Rendle (1956) y otros estarían únicamente en dos familias Hydrocharitaceae y Potamogetonaceae forma como son más conocidas y reportadas. Este pequeño grupo de plantas que florecen sumergidas en las aguas marinas se encuentra formado por doce géneros con 49 especies (Den Hartog, 1970). De acuerdo a la distribución geográfica existen siete géneros de pastos marinos que son característicos de los mares tropicales y cinco géneros que están más o menos confinados a los mares de aguas templadas. Dentro de los cinco géneros que son característicos de las zonas templadas hay dos: *Zostera* y *Posidonia* que poseen una distribución bipolar, su área se extiende parte al norte y parte al sur de la zona tropical (Den Hartog, 1970).

En lo particular *Zostera marina* tiene amplia distribución geográfica presentándose en las costas de América del Norte, Europa y al este de Asia menor. La zona templada norte parece ser la región normal para el crecimiento extensivo de *Zostera marina*, sin embargo, su extensión llega a áreas boreales y subtropicales en la costa este de América del Norte, y en la costa este de Asia (Burkholder y Doheny, 1968). La distribución geográfica de *Z. marina*, se muestra en el siguiente mapa (Fig. 1). En la República Mexicana se conocen siete géneros de fanerógamas marinas, los géneros son en su mayoría monoespecíficos y se localizan tanto en el Océano Pacífico como en el Golfo de México. Las especies y géneros localizados en el República Mexicana son: dentro de la familia Potamogetonaceae: *Zostera marina*, *Phyllospadix scouleri* y *Phyllospadix torreyi*, *Halodule wrightii* y *Syringodium filiforme*; y en la familia Hydrocharitaceae: *Thalassia testudinum*, *Halophila decipiens* y *Ruppia maritima*, siendo ésta última, cosmopolita (Lot-Helgueras, 1971). Dawson (1966) menciona las especies de los pastos marinos presentes en las Costas del Pacífico de México siendo *Zostera marina*, *Phyllospadix torreyi* y *Phyllospadix scouleri* las que se distribuyen ampliamente en Baja California, aunque la primera llega hasta Sinaloa. La localización específica de los pastos así como su desarrollo y crecimiento, depende de las temperaturas, nutrientes y condiciones climáticas en general; la distribución vertical depende de muchos factores que se interrelacionan como: profundidad, corrientes, sustrato, turbidez y penetración de la luz (Phillips, 1978).

Los pastos marinos crean una gran diversidad de habitats. Particularmente *Zostera marina*, por su estructura y fisiología desempeña una amplia variedad de funciones biológicas y físicas en

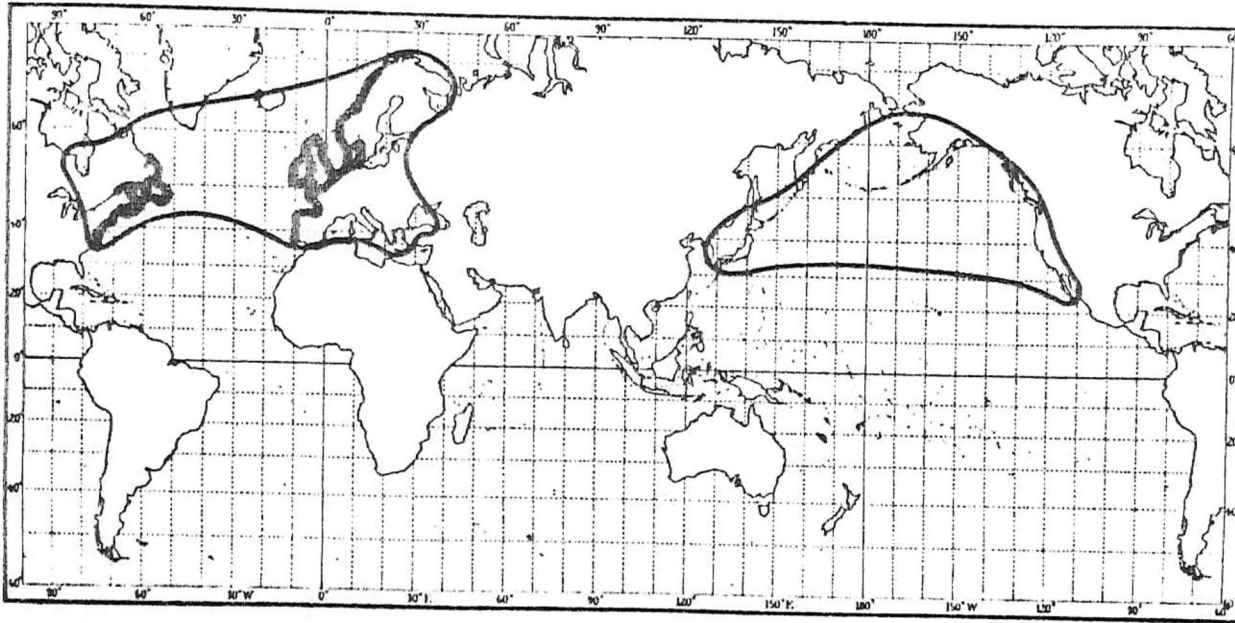


FIG. 1. Distribución mundial del pasto *Z. marina* (modificado de Rasmussen, 1973).

el medio ambiente marino, las que han sido resumidas por Phillips (1978):

- a) Poseen una elevada producción. Para la zona templada se han reportado valores entre 300-600 grs peso seco/m².
- b) Las hojas mantienen una elevada biomasa de epífitas.
- c) Los pastos crean un ambiente rico en oxígeno y materia orgánica que permite la existencia de una gran diversidad animal. Es decir, los pastos funcionan como criadero natural dando condiciones favorables para el desarrollo de larvas y juveniles de especies de valor comercial.
- d) Las principales cadenas tróficas de este ecosistema tienen su base en el detritus que se deriva de las fanerógamas marinas.
- e) Vía pastos marinos, se mantiene un reciclaje constante del ciclo de los sulfatos, nitrógeno y fósforo.
- f) Las raíces compactan los sedimentos y con la protección dada por las hojas se reduce la superficie de erosión.

El papel más importante de los pastos marinos en la cadena trófica es la formación de detritus el cual constituye el elemento principal de las comunidades de la zona de entremareas; algunos de los animales que se alimentan de detritus son: anfípodos, gastrópodos, bivalvos poliquetos y oligoquetos (Phillips, 1978).

2) Biomasa aérea y subterránea.

Biomasa se define como el peso de todas las partes de una planta en una unidad de area en cierto tiempo.

(Vollenweider, 1974). La biomasa es uno de los indicadores de la cantidad de material disponible para niveles tróficos superiores. La biomasa aérea para la fanerógama *Z. marina* está constituida por hojas, tallos, vainas, flbres y semillas y la biomasa subterránea está compuesta de raíces, rizomas y el detritus asociado. A una planta completa de *Z. marina* se le denomina turión, se habla de turiones vegetativos y reproductivos y éste último es descrito de la siguiente manera: posee raíces y rizomas delgados, hojas largas, alternadas y lineales, con flores monoicas alternas que tienen polen filamentososo; sus semillas tienen 3 mm de longitud y 1 mm de diámetro (Mason, 1957). Fig. 2.

Para tener una visión más amplia acerca de los trabajos hechos sobre *Z. marina* se dan como referencia algunos autores como: Hutchinson (1959), Dawson (1962), Den Hartog (1970), Stout (1976) y Phillips (1978) que trabajan con aspectos generales de los pastos marinos. Keller (1963) y Jacobs (1979) que trabajan con la distribución y producción de los pastos. El trabajo de Burkholder (1968) se refiere a la biología de las fanerógamas marinas y Kentula (1982) investiga sobre la dinámica de producción de *Z. marina*.

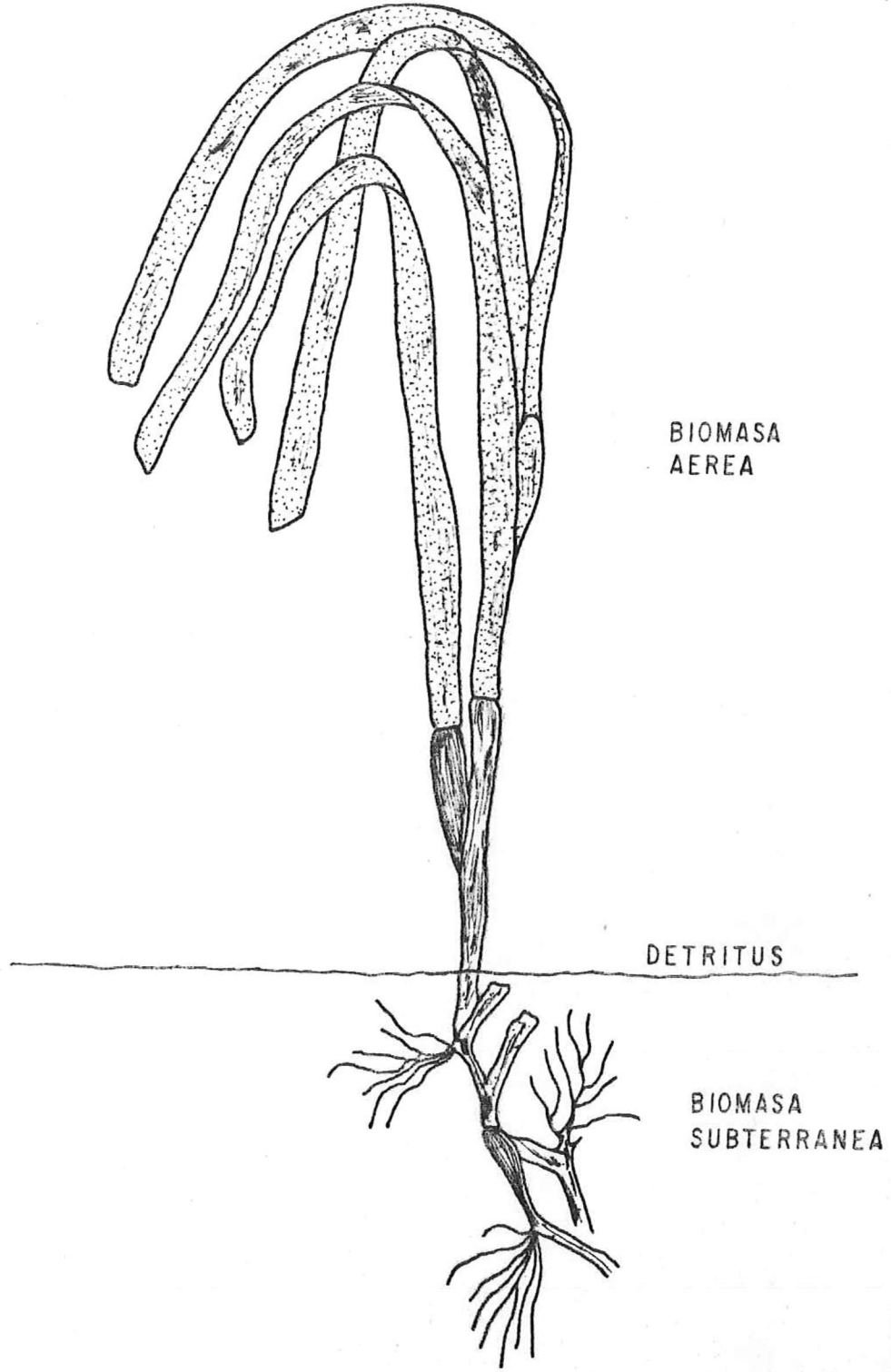


Fig. 2. *Zostera marina* Linneaus
(Turi3n vegetativo).

3) Objetivos.

- a) Determinar la biomasa subterránea de *Z. marina* y medir la cantidad de detritus asociada a ella, a lo largo de tres transectos a diferentes alturas respecto al nivel medio de mareas.
- b) Relacionar esta información con los factores del medio ambiente como: salinidad, tiempo de exposición, temperatura del agua y de los sedimentos.

Los datos que aquí se presentan son solo una parte de un estudio mayor destinado a evaluar la biomasa y producción de *Z. marina* y sus epífitas.

III. MATERIALES Y METODOS.

1) Generalidades de la Bahía.

Bahía San Quintín se localiza a $30^{\circ}31'$ N, $116^{\circ}00'$ W en la costa del Océano Pacífico de Baja California, México (Fig.3). Se encuentra a 200 Km al sur de Ensenada. Tiene una orientación norte-sur y una área aproximada de 41.6 Km^2 . La laguna posee las siguientes características: Es muy somera y en marea baja aproximadamente el 20% del sustrato queda expuesto al aire. Está comunicada al mar por un canal estrecho y dividida en dos brazos, este y oeste (Barnard, 1964). Al brazo oeste se le denomina Bahía Falsa y al brazo este se le denomina propiamente Bahía San Quintín. Con excepción de los canales estrechos de hasta 8 m de profundidad, la mayor parte de la Bahía tiene menos de 2 m de profundidad, (Barnard, 1962). Mas del 95% de la vegetación de Bahía Falsa y Bahía San Quintín está representada por el pasto *Z. marina* (Dawson, 1962) Fig. 4. Esta planta ocupa grandes extensiones de sustrato lodoso, el cual queda expuesto en marea baja, y en la marea alta queda sumergido a no más de 3 m de profundidad. Los mantos de *Z. marina* mejor desarrollados se encuentran en medio de la Bahía, en bajos que se quedan inundados con 0.30 ó 0.90 metros de agua durante la marea baja. Ninguno de los canales más profundos de la Bahía tiene *Z. marina*, ésta solo se presenta bordeando las partes altas de los canales (Dawson, 1962). San Quintín es una zona con escasa precipitación pluvial, posee un clima benigno, debido a las brisas y la corriente de agua relativamente fría fuera de la costa (corriente de California). Ocurren surgencias en el mar abierto inmediatamente al sur de la entrada de la Bahía durante la estación de verano (Dawson, 1951), esto tiene influencia sobre el agua que a menudo posee altas concentraciones de nutrientes (Phleger y Ewing, 1962). El presente trabajo se llevó a cabo en el campo pesquero denominado "El Chute" que se encuentra situado en Bahía Falsa, San Quintín, B.C., debido a su fácil acceso y abundancia de *Z. marina*.

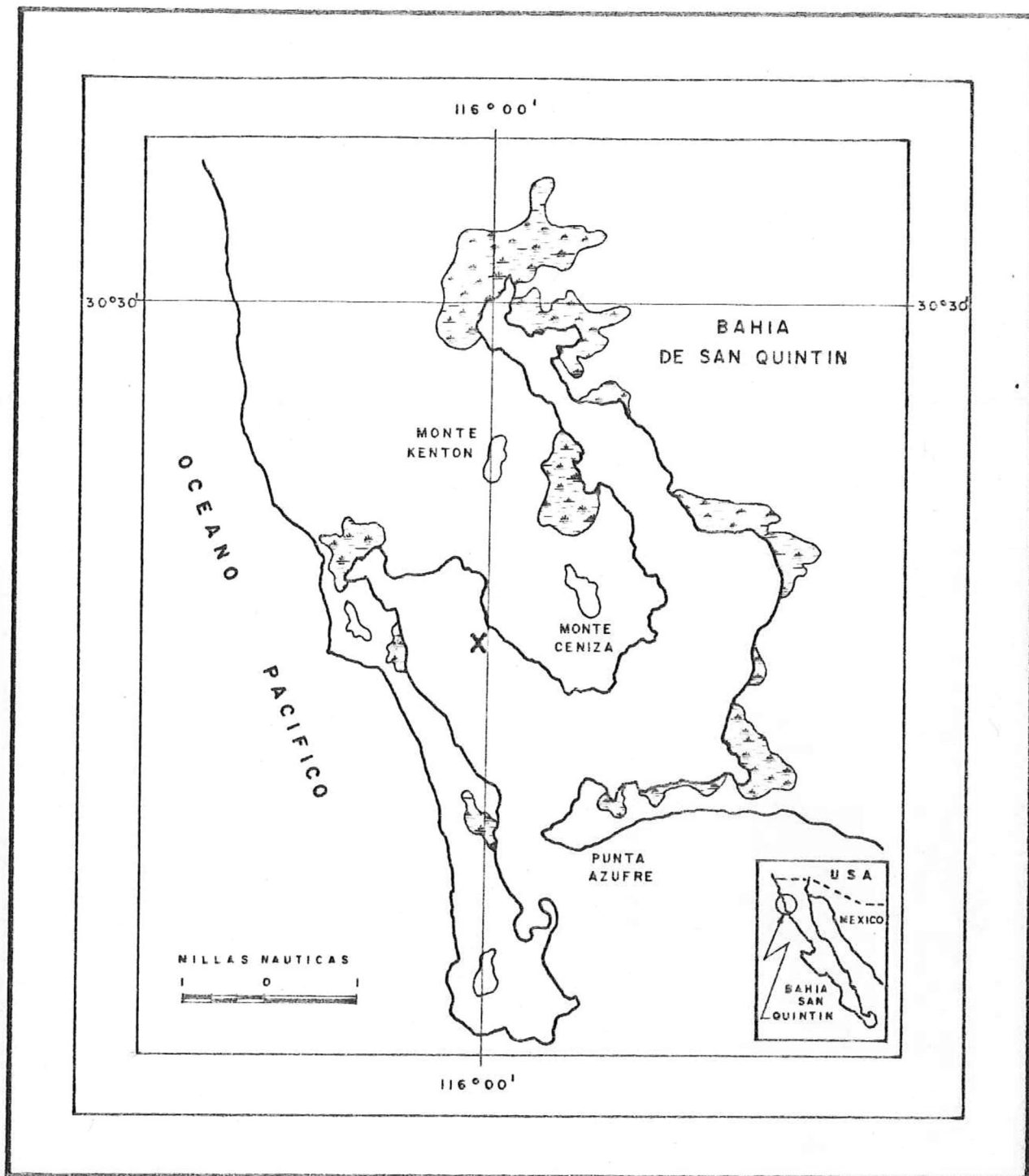


FIG. 3. Mapa de Bahía San Quintín, B.C., (modificado de Neuenschwander, *et al.* 1979).

La X indica el sitio donde está el área de estudio.

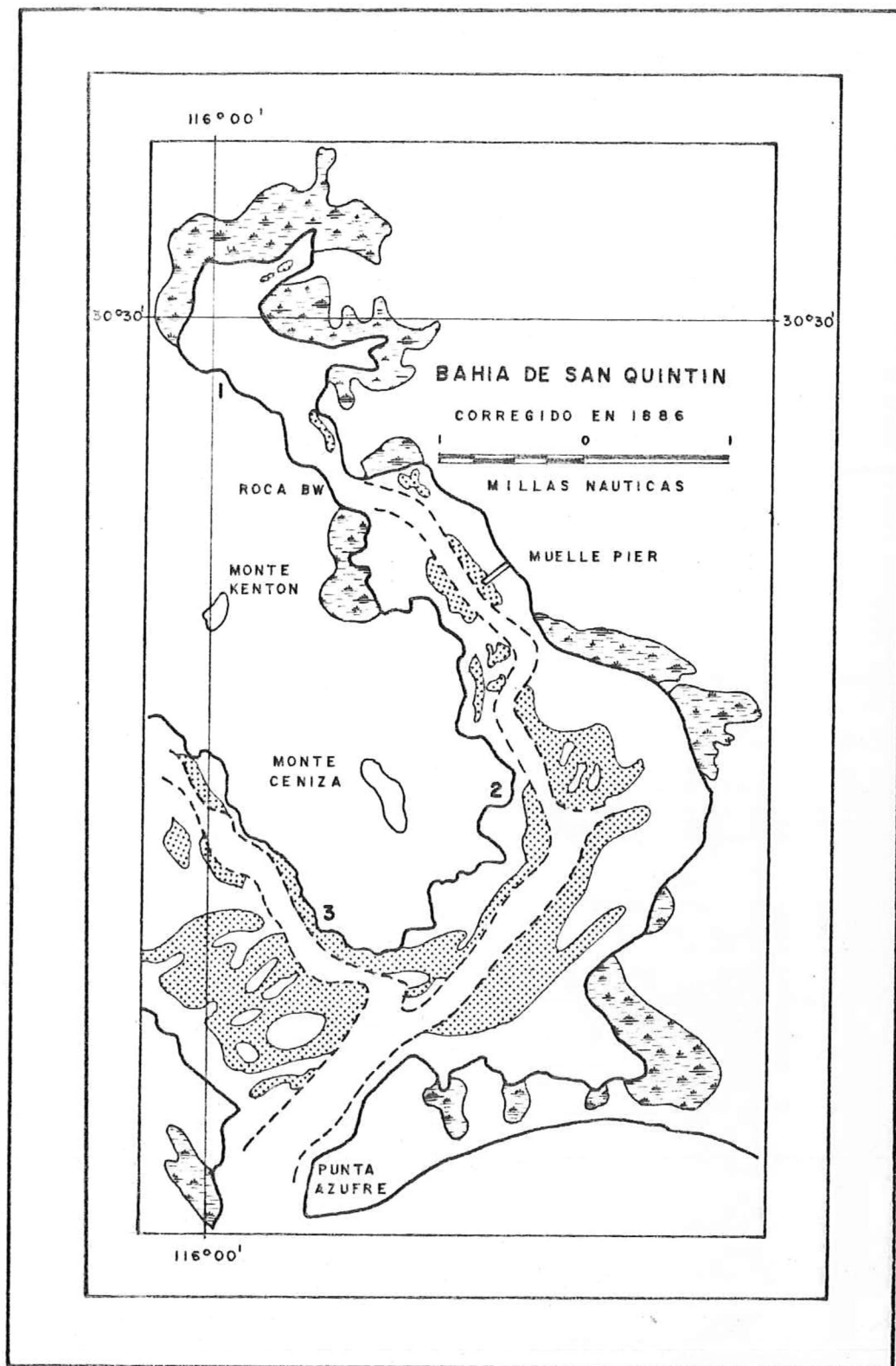


FIG. 4. Distribución de los principales mantos de *Zostera marina* en Bahía San Quintín, B.C. (Modificado de Dawson, 1962).

2) Esquema general del trabajo.

El procedimiento seguido para el tratamiento de las muestras en el laboratorio, así como para el muestreo en el campo, es el mismo que el aplicado por Kentula (1982): Ella encontró que cuadrantes mayores de 400 cm² eran impropios, porque la biomasa dentro del cuadrante era tal, que resultaba imposible procesarla en el laboratorio antes de que se deteriorara. Igualmente notó que la varianza de todos los transectos decrecía con un incremento en el tamaño del cuadrante de 100 cm² a 400 cm². Otra ventaja de los cuadrantes de 400 cm² era que las colectas de biomasa dentro de esta área no causaban daño permanente al ecosistema, ya que en la siguiente estación de crecimiento estas áreas eran recolonizadas vegetativamente por plantas adyacentes al área de colecta.

En el mismo trabajo se mencionan dos factores a considerar en el momento de decidir el número de réplicas a tomar: nivel de precisión en la estimación y costo en tiempo y material del análisis. Kentula (1982) determinó que usando cuadrantes de 400 cm² y tomando 7 réplicas se obtenía un error estandar de menos de 20%, pero que la misma información se podría obtener con solo 5 réplicas por transecto con un costo menor. Basándonos en esta información, trabajamos también 5 réplicas por transecto y todos los resultados reportados son el promedio de cinco observaciones.

a) Campo.

Los muestreos de biomasa de *Z. marina* se hicieron men-

sualmente durante un período trimestral. El área intensiva de estudio posee aproximadamente 29.560 Km², en donde se trazaron tres transectos de 100 m de longitud cada uno, equidistantes a 0.15 m uno del otro y con diferentes alturas respecto al nivel medio del mar, -0.95, -0.80, -0.65 m, lo que dá los distintos tiempos de exposición de cada transecto (Fig. 5). Al transecto a una altura de -0.95 m se le llamó I, a la altura -0.80 m, II y al colocado a -0.65 m, III (Fig. 6). La zona muestreada fué visitada durante los meses de junio, julio y agosto de 1982 en los días 22, 20 y 19 respectivamente de cada mes, durante la marea baja, para tomar las muestras de biomasa. Se tomaron cinco réplicas a muestrear por cada transecto. La selección de las cinco réplicas a muestrear por cada transecto fue hecha con la ayuda de las tablas de los números al azar. La localización de las réplicas se hizo extendiendo una cuerda de 5 m de longitud, marcada a intervalos de 0.5 m y puesta entre dos estacas que dividían al transecto en 20 espacio de 5 m de longitud cada uno (Fig. 7). Se tomaron medidas de precaución, necesarias para no perturbar el área por muestrear. Se colocó un cuadrante de 20 cm por lado, en el lado derecho de la parcela a muestrear aproximadamente a 10 cm de distancia de la cuerda. El cuadrado se fijó al piso con ganchos de polivinyl en cada esquina y se procedió a recolectar la biomasa, teniendo la precaución de aflojar las raíces por fuera del cuadrado con ayuda de una pala. Los pastos que quedaban dentro del cuadrado se unían en el centro tratando de sacar las plantas lo más enteras posibles. Estas plantas se ponían en un tamiz de 1 mm de la luz para enjuagarlos y posteriormente se guardaban en bolsas de plástico. En el tamiz quedaba ya algo de detritus y raíces. Una vez que todas las plantas eran removidas, el sedimento, las raíces, los rizomas y el detritus restantes dentro del cuadrado fueron puestos también en el tamiz de 1 mm de luz de diámetro. Esta biomasa subterránea se enjuagaba en agua de la bahía y se guardaba en bolsas de plástico marcado. Se extrajo el sedimento que quedó

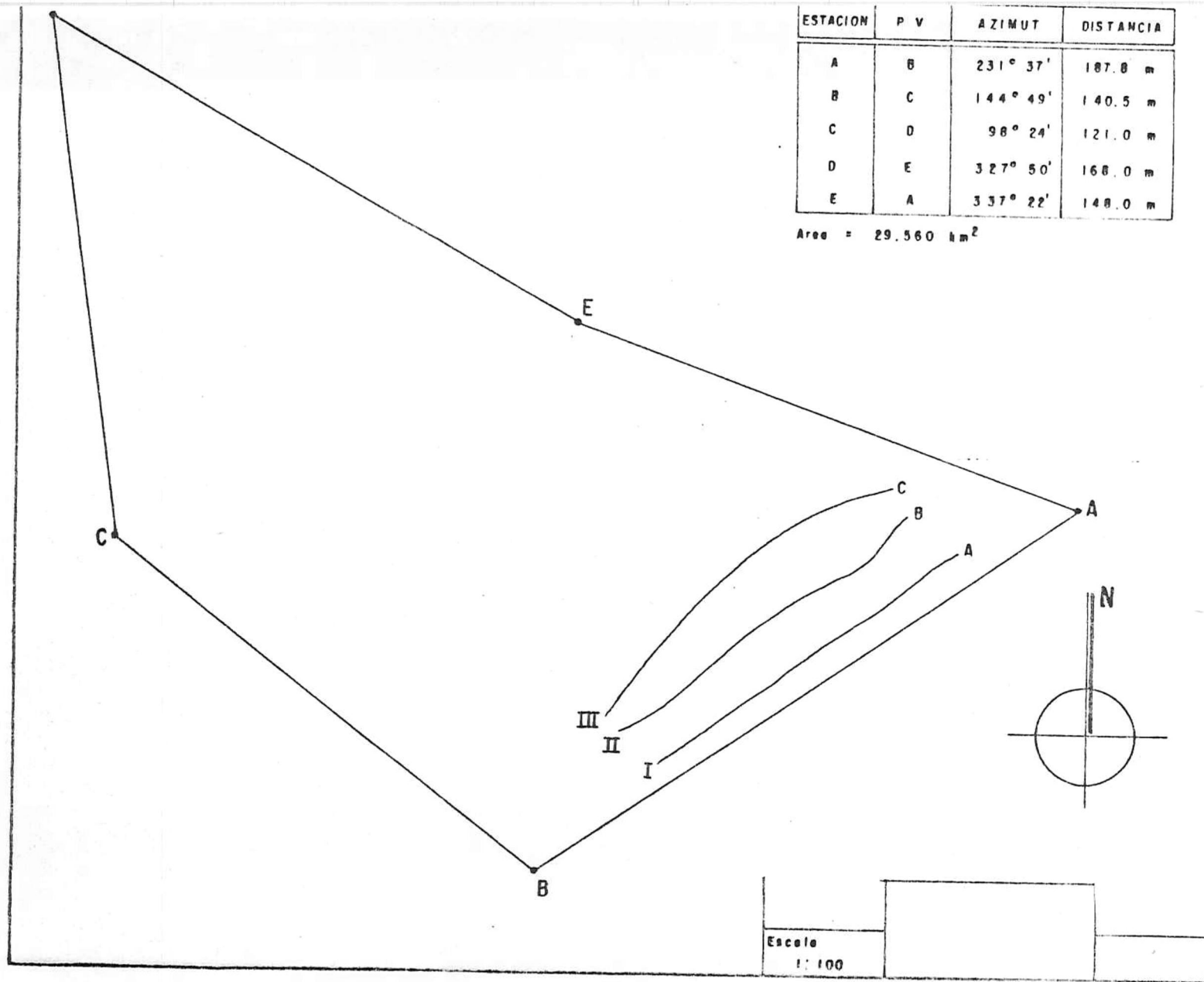


Fig. 5. Disposición de los 3 transectos en el área de trabajo. (reducción no a escala)

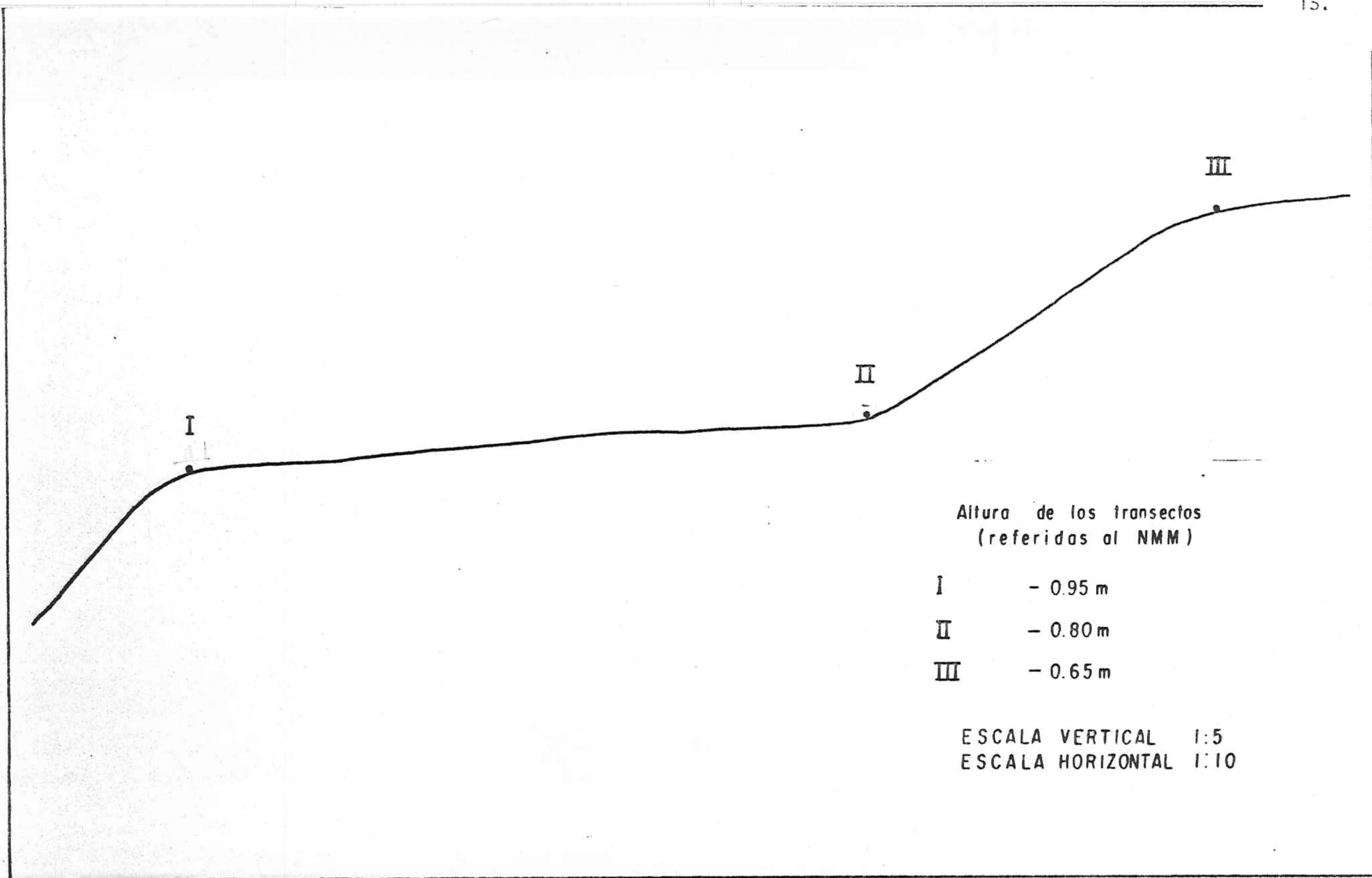
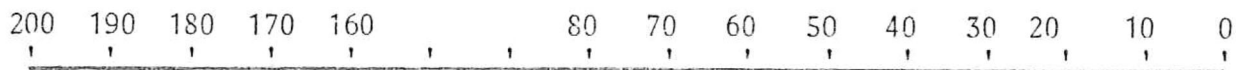
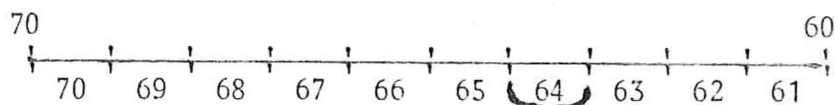


Fig. 6. Perfil de los tres transectos instalados en el área de estudio. (reducción no a escala)

TRANSECTO

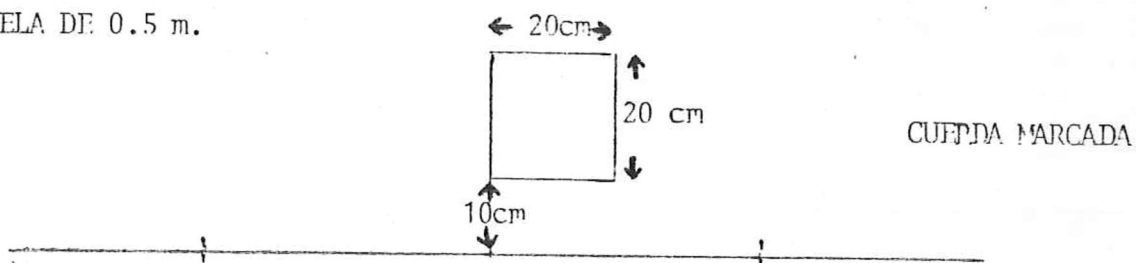


ESTACAS A INTERVALOS DE
5 m A LO LARGO DE UN
TRANSECTO DE 100 m.



UN INTERVALO DE 5 m CON
10 PARCELAS DE 0.5 m.

UNA PARCELA DE 0.5 m.



A = Cuadrante usado para tomar las muestras de
biomasa.

Fig. 7. Subdivisión de los transectos y ubicación del cuadrado de Biomasa dentro de la parcela a muestrear. (Tomado de Kentula, 1982).

dentro del cuadrado hasta una profundidad aproximada de 20 cm.

Al mismo tiempo que se tomaron las muestras de pastos, se midió la temperatura máxima y mínima de los sedimentos con termómetros Taylor que permanecieron enterrados durante todo el estudio a 30 cm de profundidad al principio de cada transecto. En cada fecha de colecta se tomó la temperatura superficial del agua con un termómetro de cubeta (± 0.01) en el canal adyacente al área de muestreo. Usando botellas de plástico se tomaron muestras de agua a 1 m de profundidad en el mismo canal, para la determinación de salinidad, y nutrientes del agua. En el momento de escribir esta tesis, los análisis de nutrientes están todavía en proceso, por lo que no se reportan aquí.

Todo el material se mantuvo en el hielo hasta que fue refrigerado al llegar al laboratorio.

b) Laboratorio.

Al llegar al laboratorio las muestras se refrigeraron y después se procesaron, poniendo cada una en un tamiz de 1 mm de luz de diámetro, se separó la biomasa aérea de la biomasa subterránea, que como ya se indicó está compuesta de raíces, rizomas y del detritus asociado. El tamiz que contenía el material de la biomasa subterránea, se lavó muy bien con agua destilada para remover el resto del sedimento y sal. Después todo el material fue separado de una manera muy minuciosa en raíces y rizomas vivos y muertos (detritus). La diferencia entre las raíces y rizomas muertas de las raíces y rizomas vivas, se reconoció por la diferencia del color y firmeza que presentaron cada uno de los diferentes constituyentes del material analizado. Todas aquellas raíces y rizomas de color negro y/o textura suave, al tocarlos con las pinzas, se consideraron muertos y pasaron a formar parte del detritus, todas aquellas raíces y rizomas de color blanco o claro y firmes al tacto (material vivo) se separaron precisamente en raíces y rizomas. Cada una de las partes separadas se puso en trastes de aluminio etiquetados y llevados previamente a peso constante a una temperatura de 70°C por un período de 96 horas. Todo el material se mantuvo almacenado en el congelador hasta que se liofilizó por un período de 72 horas a -50°C y 10 militors de presión. A todo el material liofilizado se le tomó el peso inicial y fue llevado después a peso constante a 70° C durante 96 horas, de esta manera se determinó el peso seco (Fig. 8).

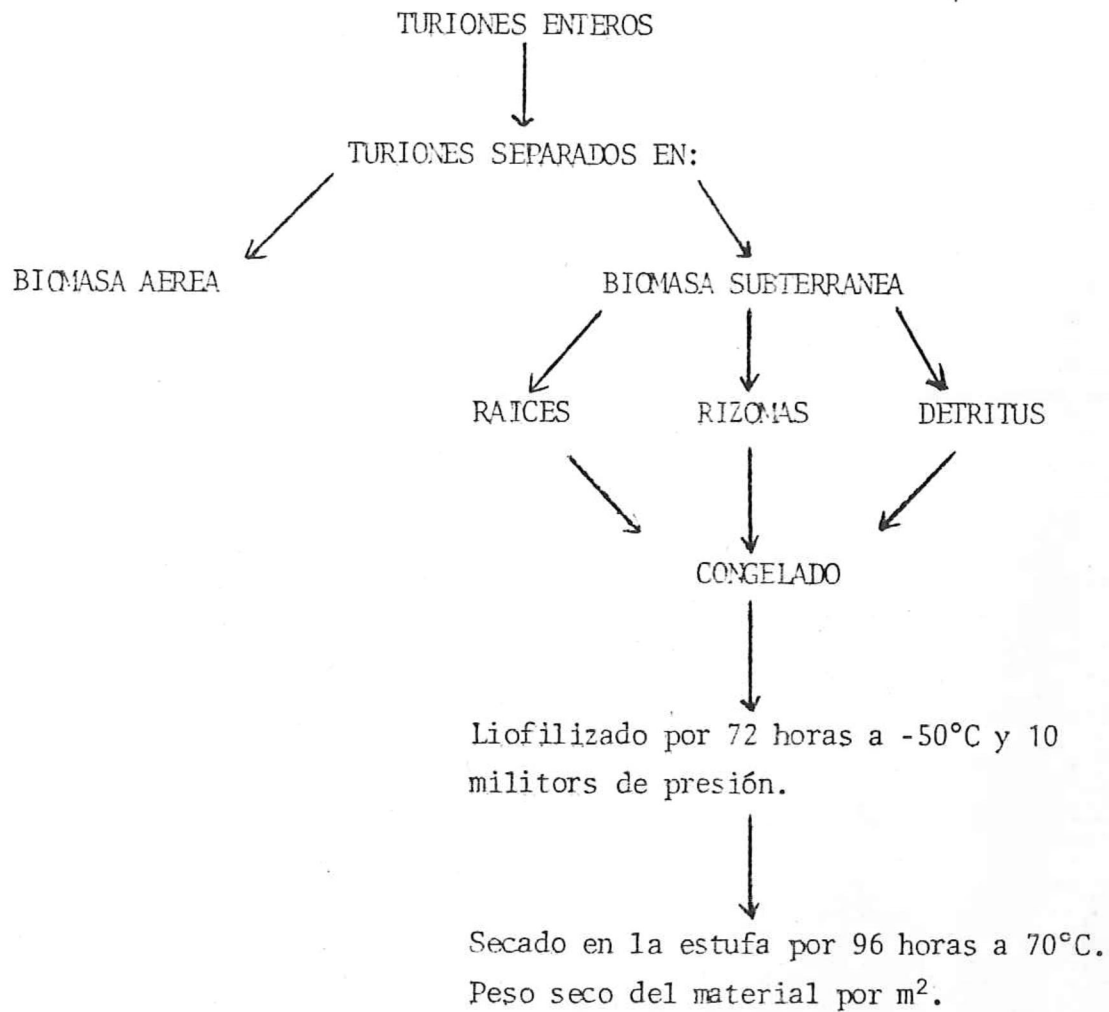


Fig. 8. Diagrama del análisis de laboratorio para la determinación de biomasa subterránea.

c) Análisis de datos.

Primero se analizaron los datos con la estadística básica sacando la media, varianza, desviación estandar, error estandar y error estandar como porcentaje de la media.

Para obtener más información se decidió continuar con la estadística y los datos promedios de biomasa fueron procesados por medio de la computadora Prime 500, con el paquete de programas esims1 en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (C.I.C.E.S.E.).

Se procedió a hacer un análisis de varianza de dos vías paramétrico porque se tienen muchos datos y cada uno es diferente. El análisis es de dos vías por tener dos variables que en este caso son tiempo y alturas y es paramétrico porque asumimos que las muestras tenían distribución normal. Estos análisis iban a permitir saber si la biomasa de los pastos se ve afectada por las alturas y/o el tiempo.

Para apoyar el análisis de varianza se hizo una bondad de ajuste de X^2 de Pearson y de Kolmogorov-Smirnov que trabaja con el error residual del modelo de dos vías y por último se hizo un análisis no paramétrico de Kruskal y Wallis tomando en consideración solo las diferentes alturas de los transectos, para ver de nuevo si existía variación entre cada transecto y apoyar así más el análisis de varianza. Se llama no paramétrico porque se utiliza sin tomar en cuenta el tipo de distribución que tengan las muestras.

IV. RESULTADOS.

En la Tabla 1 se encuentran los valores promedios de raíces, rizomas, biomasa subterránea total, detritus y total (subterránea + detritus), todas representadas en g de peso seco/m².

La mayor cantidad de biomasa subterránea total fue encontrada en el mes de julio, transecto II con 67.545 g de peso seco/m² y la menor cantidad se encontró en el mes de junio en el mismo transecto, siendo de 19.975 g de peso seco/m². Se puede apreciar también que para todos los meses y todos los transectos la cantidad de detritus es siempre mayor a la biomasa subterránea total, representando entre un 6% y un 66%. Se tiene como mayor biomasa de detritus la cantidad de 100.425 g de peso seco/m² en el mes de julio, transecto II.

Si se suman los totales de los tres meses de cada uno de los diferentes transectos, se puede ver que las diferencias de peso en g de peso seco/m² de las distintas alturas son muy pequeñas, aproximadamente de 10 g.

En la Tabla 2 se presentan las horas de exposición a que estuvieron sometidos los nastos en cada uno de los transectos durante el período de estudio. El mayor número de horas de exposición se presenta en el mes de agosto y el menor en junio, siendo por supuesto el transecto más profundo respecto al nivel medio de mareas el menos expuesto.

En la Tabla 3 se presentan las temperaturas máxima y mínima de los sedimentos tomada a 30 cm de profundidad. De los tres meses analizados, la temperatura máxima registrada fue en agosto, transectos II y III con 23.31°C y la mínima registrada fue en julio, transecto III con 14.43°C.

TRANSECTO	JUNIO	JULIO	AGOSTO			
I	Raíces	13.375	Raíces	11.600	Raíces	16.700
	Rizomas	23.650	Rizomas	25.725	Rizomas	48.600
	Biomasa subterránea total	37.025	Biomasa subterránea total	37.325	Biomasa subterránea total	65.300
	Detritus	84.775	Detritus	44.200	Detritus	88.025
	Total	158.825	Total	118.850	Total	218.625
II	Raíces	4.000	Raíces	25.150	Raíces	23.520
	Rizomas	15.975	Rizomas	42.395	Rizomas	31.520
	Biomasa subterranea total	19.975	Biomasa subterránea total	67.545	Biomasa subterránea total	55.040
	Detritus	59.350	Detritus	100.425	Detritus	58.675
	Total	99.300	Total	235.515	Total	168.755
III	Raíces	12.350	Raíces	16.950	Raíces	15.500
	Rizomas	21.600	Rizomas	35.550	Rizomas	34.650
	Biomasa subterránea total	33.950	Biomasa subterránea total	52.500	Biomasa subterránea total	50.150
	Detritus	75.175	Detritus	76.150	Detritus	86.600
	Total	143.075	Total	181.150	Total	186.900

TABLA 1. Resultados de la determinación de biomasa subterránea y detritus asociado en g de peso seco/m². Cada valor es el promedio de 5 réplicas.

M E S	TRANSECTO Y ALTURAS RESPECTO AL N.M.M.	HORAS DE EXPOSICION POR MES
JUNIO	I - 0.95	34
	II - 0.80	55
	III - 0.65	87
JULIO	I - 0.95	36
	II - 0.80	59
	III - 0.65	93
AGOSTO	I - 0.95	39
	II - 0.80	61
	III - 0.65	95

Tabla 2. Horas de exposición a que están sometidos los pastos en cada uno de los transectos durante el período de estudio.

FECHA	HORA	TRANSECTO	T°C MINIMA	T°C MAXIMA
21/Jun/82	7:00	I	15.54	16.10
	7:15	II	15.54	16.10
	7:30	III	14.99	16.10

19/Jul/82	3:40	I	15.54	19.98
	5:05	II	15.54	19.98
	5:19	III	14.43	21.09

18/Ags/82	4:12	I	17.76	22.20
	4:23	II	18.87	25.31
	4:51	III	18.87	25.31

Tabla 3. Temperatura máxima y mínima de los sedimentos tomada a 30 cm de profundidad.

En la Tabla 4 se muestran las temperaturas del agua. La máxima se presentó en agosto con 20.6°C y la mínima en junio con 17.5°C . Se puede observar de una manera general que las temperaturas máximas tanto del agua como de los sedimentos se presentan en el mes de agosto.

Por lo que se refiere a la salinidad, la mayor se encontró en agosto con 35.6 ‰ .

Los valores de la Tabla 1 se encuentran representados gráficamente en las Figuras 9 a 18. La Figura 9 nos muestra la biomasa total (subterránea + detritus) en g de peso seco/ m^2 contra el tiempo; el propósito de ésta es ver si existen variaciones notables de biomasa total a través del tiempo. Se ve que para el transecto I la biomasa disminuye de junio a julio y aumenta de julio a agosto; para el transecto II el patrón es completamente opuesto al I y para el transecto III la biomasa aumenta de junio a julio y permanece casi constante de julio a agosto.

La Figura 10 nos muestra la biomasa subterránea total en g de peso seco/ m^2 contra el tiempo. El transecto I permanece casi constante de junio a julio y tiene un aumento notable de julio a agosto. El transecto II tiene un gran aumento de junio a julio y una disminución de menor magnitud de julio a agosto. El transecto III muestra la misma tendencia que el II, pero sus variaciones son de menor magnitud.

En las Figuras 11 y 12 se presentan las raíces y rizomas respectivamente en g de peso seco/ m^2 contra el tiempo. Ambas gráficas muestran el mismo comportamiento que ya se había descrito en la Figura 10.

La Figura 13 representa la biomasa del detritus en función

FECHA	HORA	T°C DEL AGUA	SALINIDADES
22/Jun/82	13:55	17.5°C	*
20/Jul/82	07:17	19.8°C	35‰
19/Ags/82	06:15	20.6°C	35.6‰

* No se tiene dato.

Tabla 4. Temperatura del agua en grados centígrados y salinidades.

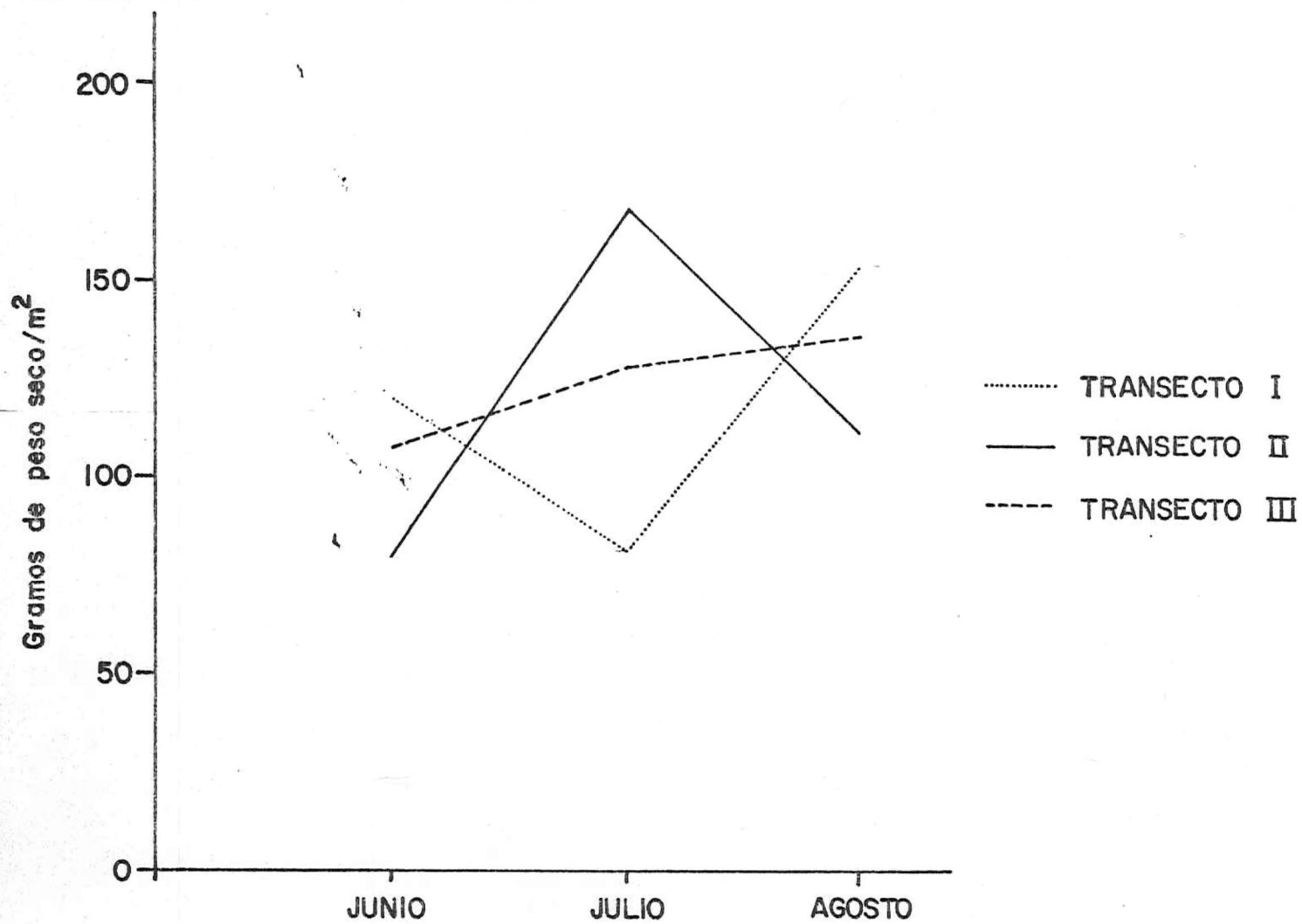


Fig. 9.- Biomasa total (subterránea + detritus) en los 3 transectos en Bahía Falsa San Quintín, durante el periodo del 22 de junio al 19 de agosto de 1982. Cada punto representa el promedio de 5 observaciones.

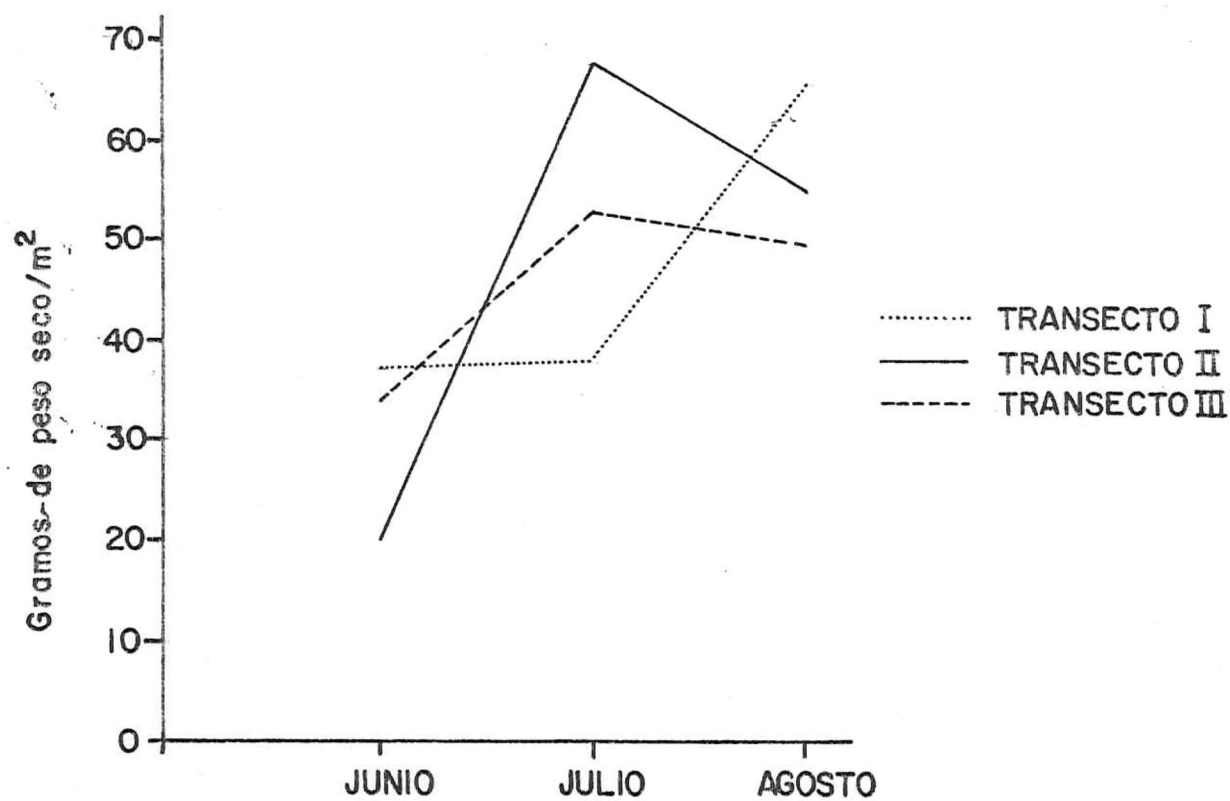


Fig. 10.- Biomasa subterránea total en los 3 transectos en Bahía Falsa San Quintín durante el periodo del 22 de junio al 19 de agosto de 1982. Cada punto representa el promedio de 5 observaciones.

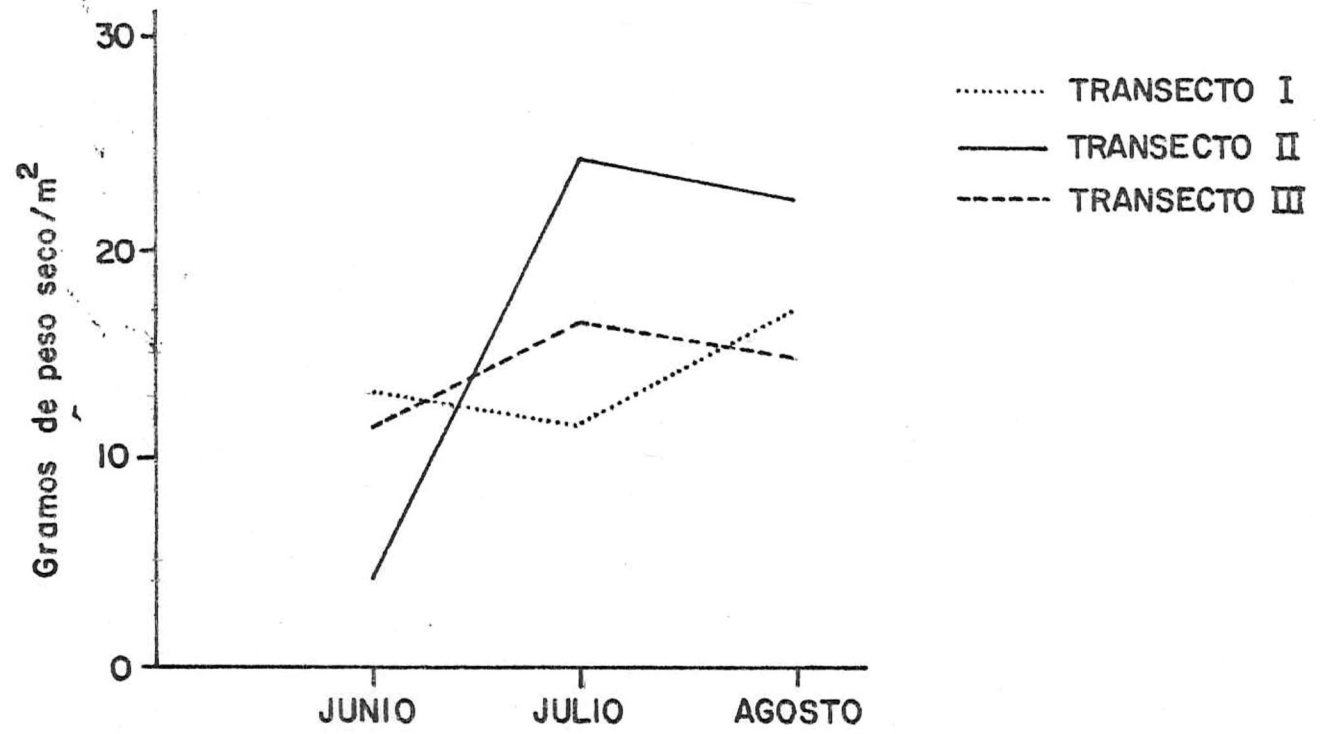


Fig. 11.- Biomasa de raices en funcion del tiempo en los 3 transectos en Bahia Falsa San Quintin. Cada punto representa el promedio de 5 observaciones.

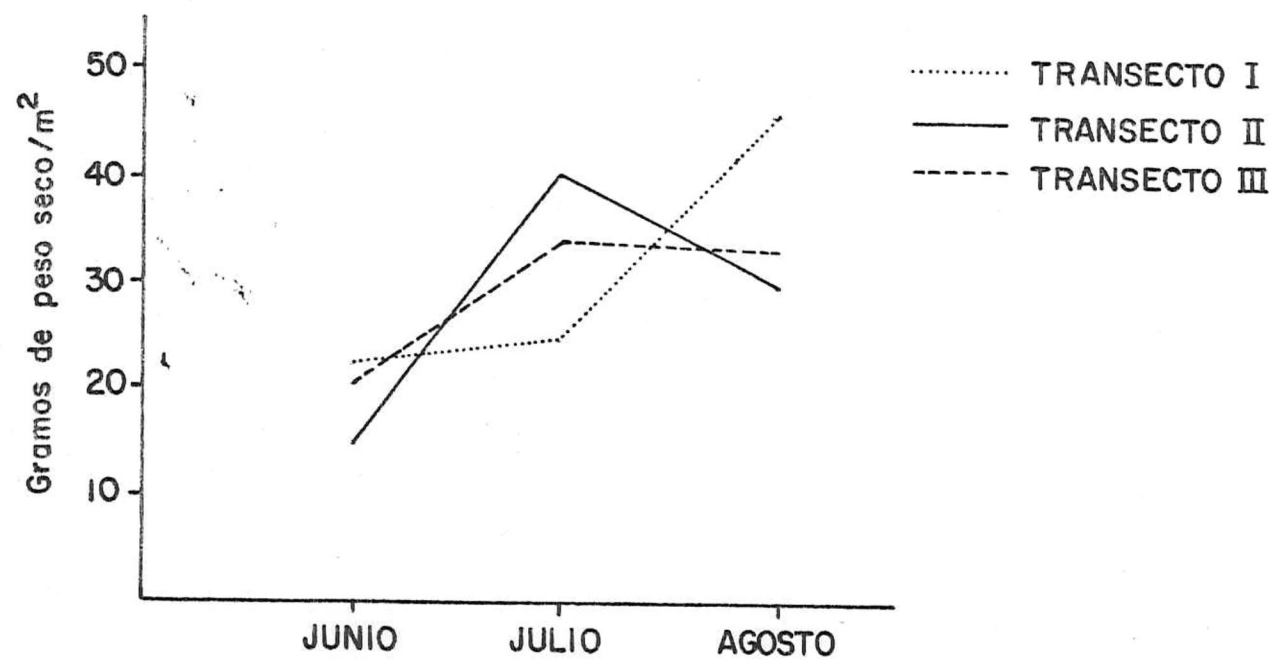


Fig. 12.- Biomasa de rizomas en funcion del tiempo en los 3 transectos Bahía Falsa San Quintín. Cada punto es el promedio de 5 observaciones.

del tiempo, como ya se había notado en la Tabla 1, la magnitud de esta biomasa y sus variaciones son las que explican las diferencias que se observan entre las Figuras 9 y 10. El análisis de esta primera serie de gráficas (9 a 13) muestra que los transectos I y II tienen patrones de comportamiento opuestos, mientras que el III sigue el patrón del transecto II, o tiende a un aumento continuo de su biomasa con el tiempo.

En las Figuras 14 a 18 tenemos las biomásas en g de peso seco/m² contra las diferentes alturas en cada transecto. El propósito de estas gráficas es conocer si hay variaciones en la biomasa de los pastos con las diferentes alturas de los transectos.

La Figura 14 muestra la biomasa total (subterránea + detritus). Para el transecto I el máximo se encuentra en agosto y el mínimo en julio. En el transecto II el máximo corresponde a julio y el mínimo a junio. En el transecto III hay un ligero aumento entre julio (128.675) y agosto (136.800) mientras que el mínimo corresponde a junio. Por lo que a tendencias generales se refiere, junio y agosto muestran el mismo patrón para los tres transectos mientras que el mes de julio el opuesto.

La Figura 15 y sus componentes (Fig. 16 y 17) muestran por lo general una tendencia al aumento en su biomasa de junio a agosto, en los tres transectos. Si bien en ocasiones el máximo se encuentra en julio, éste representa solo una ligera diferencia respecto a agosto.

La Figura 18 muestra un patrón completamente diferente, pues tanto en el transecto I y II se observa poca variación entre agosto y junio, representando estos valores el máximo para el primero y el mínimo para el último de estos transectos, respectivamente. Por lo que toca al transecto III el máximo corresponde a agosto y la diferencia es mínima entre junio y julio.

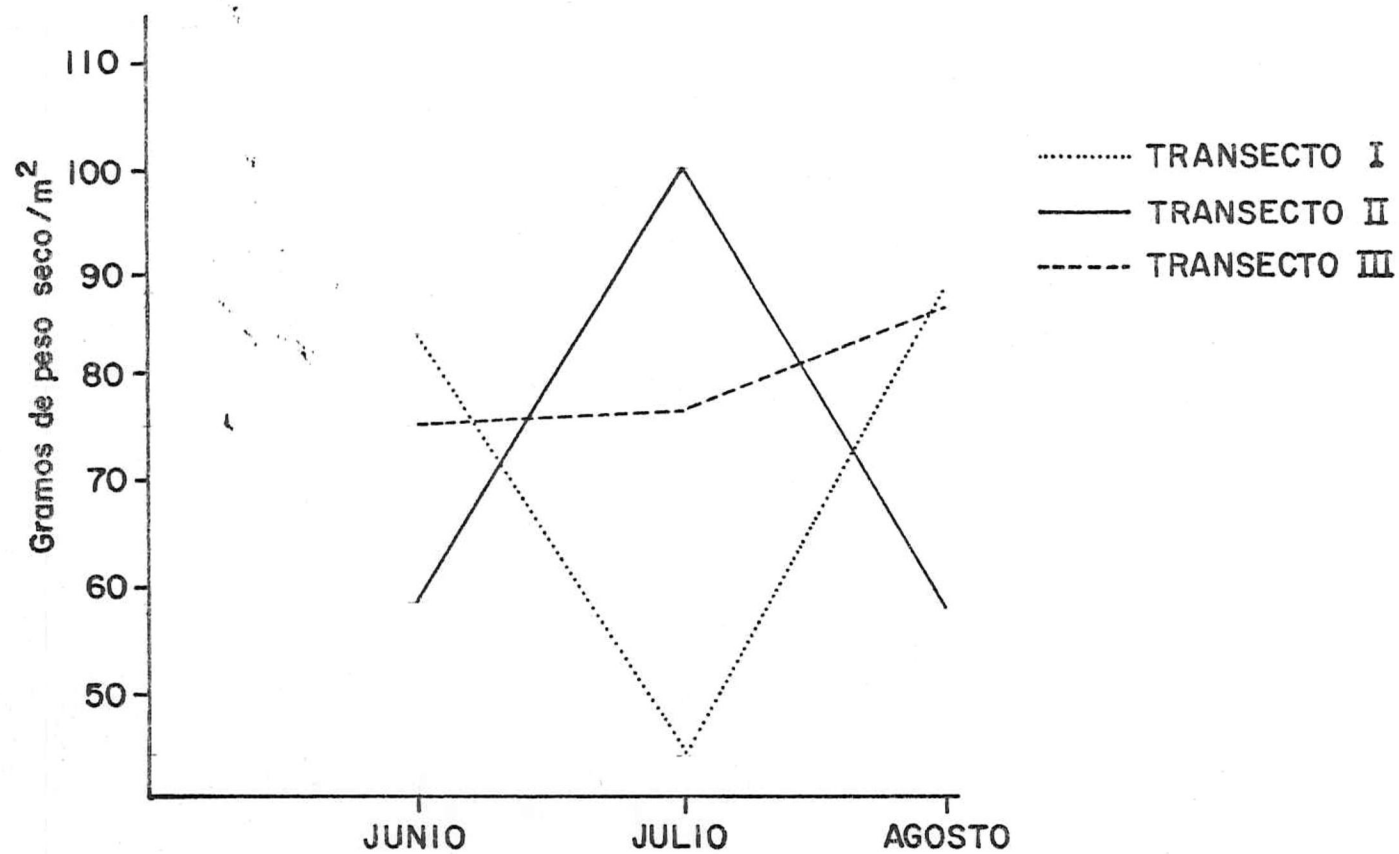


Fig. 13.- Biomasa de detritus en funcion del tiempo en los 3 transectos en Bahia Falsa San Quintin. Cada punto representa el promedio de 5 observaciones.

Finalmente y al igual que en la Figura 14 se observa el mismo patrón para junio y agosto en los tres transectos y un patrón opuesto para julio.

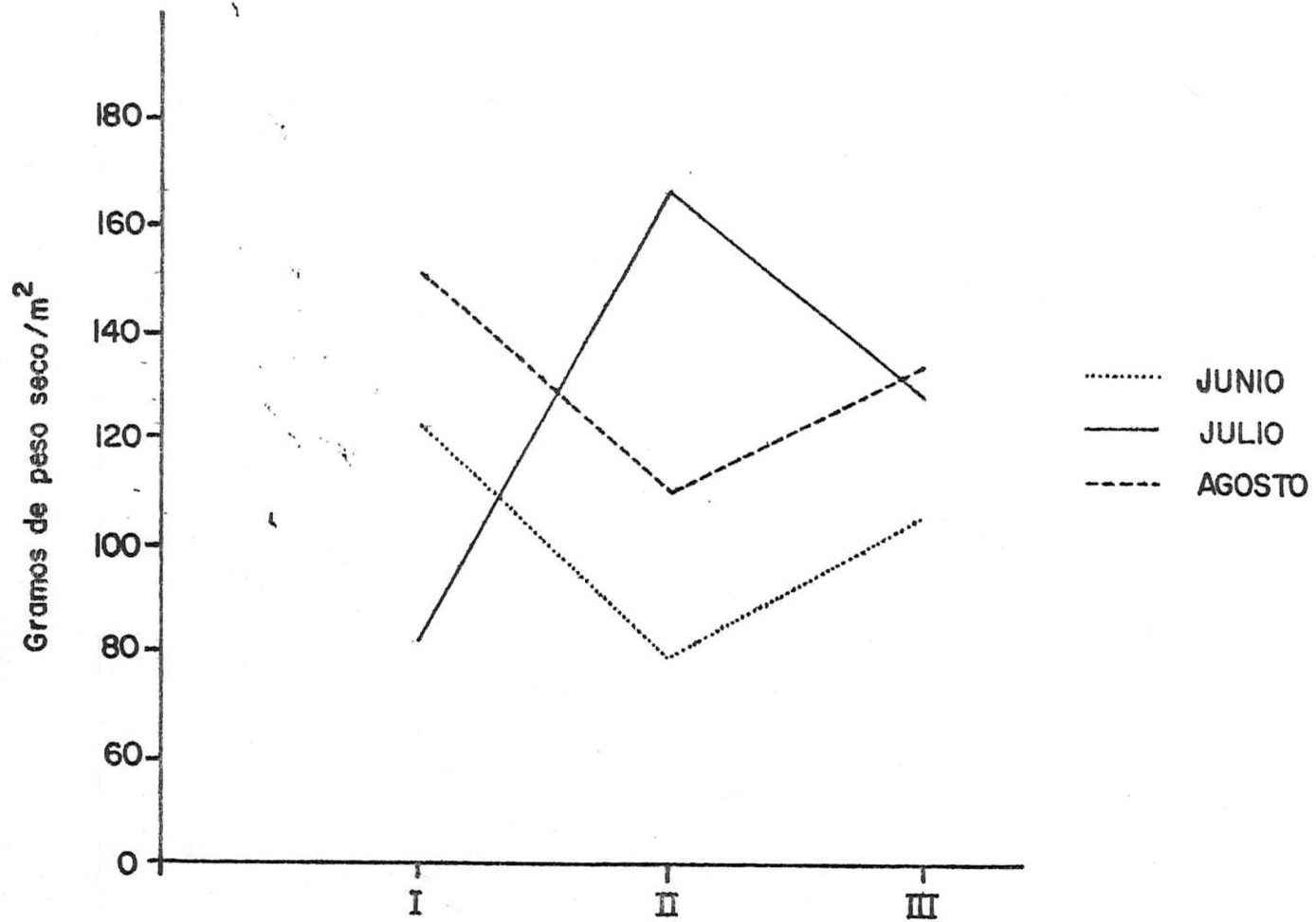


Fig. 14.- Biomasa total (subterranea + detritus) en función de la altura de transecto en Bahía Falsa San Quintín. Cada punto representa el promedio de 5 observaciones.

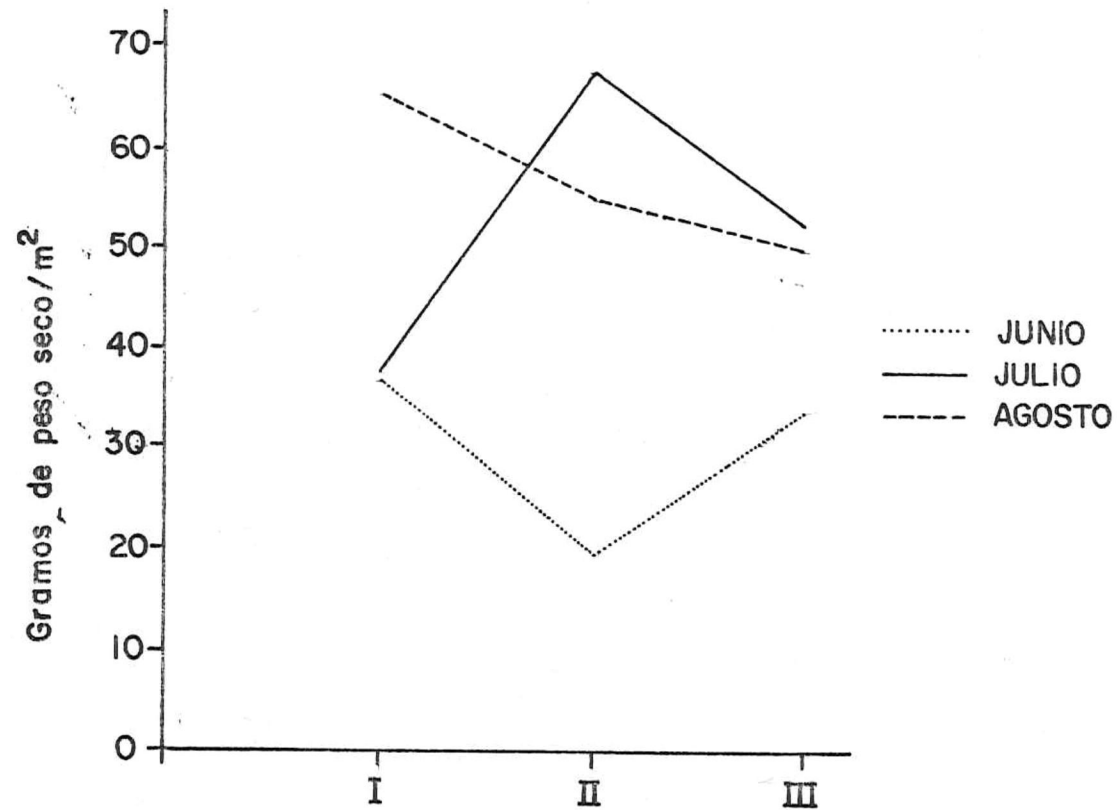


Fig. 15.- Biomasa subterránea total en función de la altura de los transectos en Bahía Falsa San Quintín. Cada punto representa el promedio de 5 observaciones.

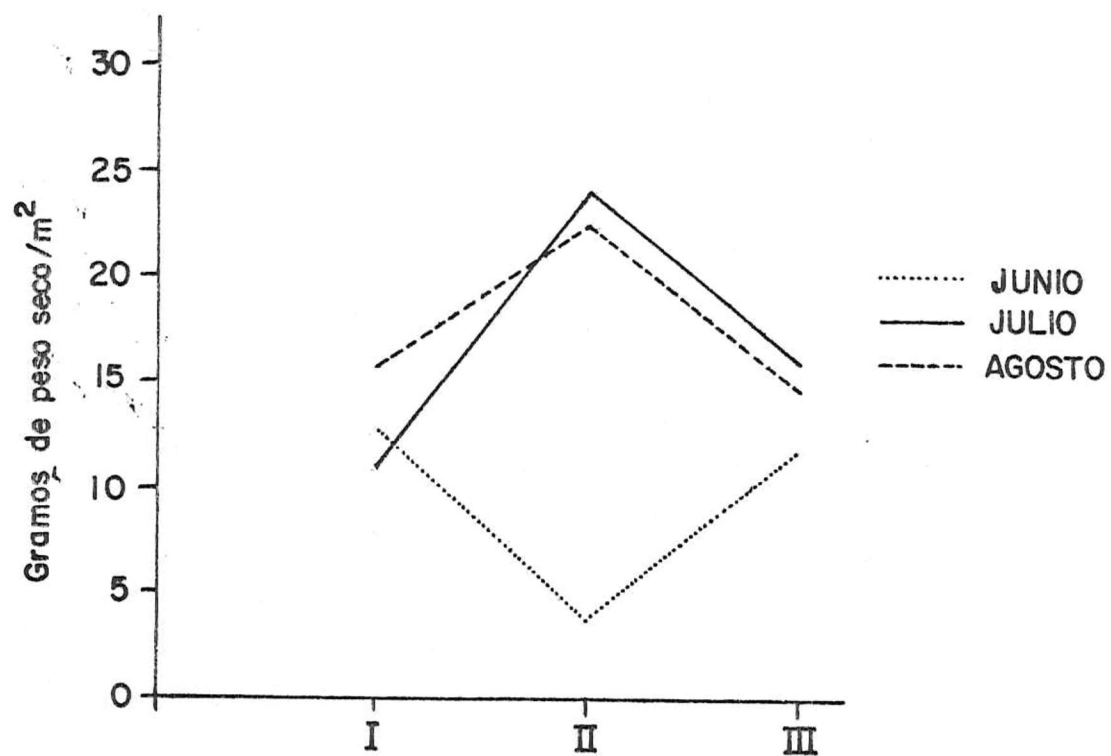


Fig. 16.- Biomasa subterránea de raíces en función de la altura de transecto en Bahía Falsa San Quintín. Cada punto representa el promedio de 5 observaciones.

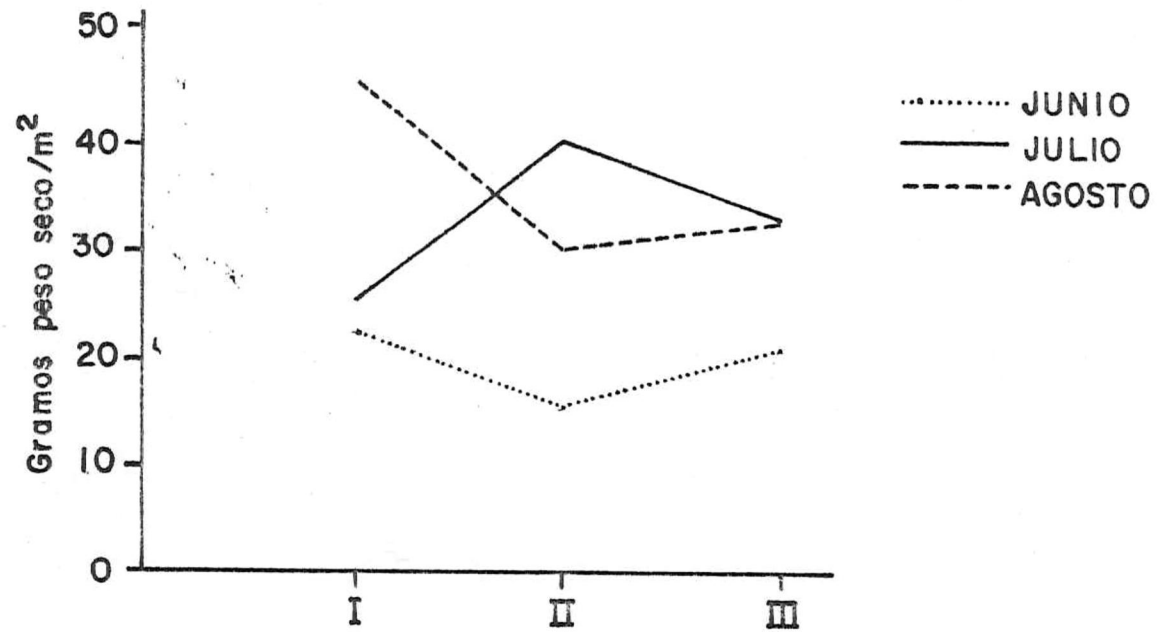


Fig. 17.- Biomasa subterránea de rizomas en función de la altura de los transectos en Bahía Falsa San Quintín. Cada punto representa el promedio de 5 observaciones.

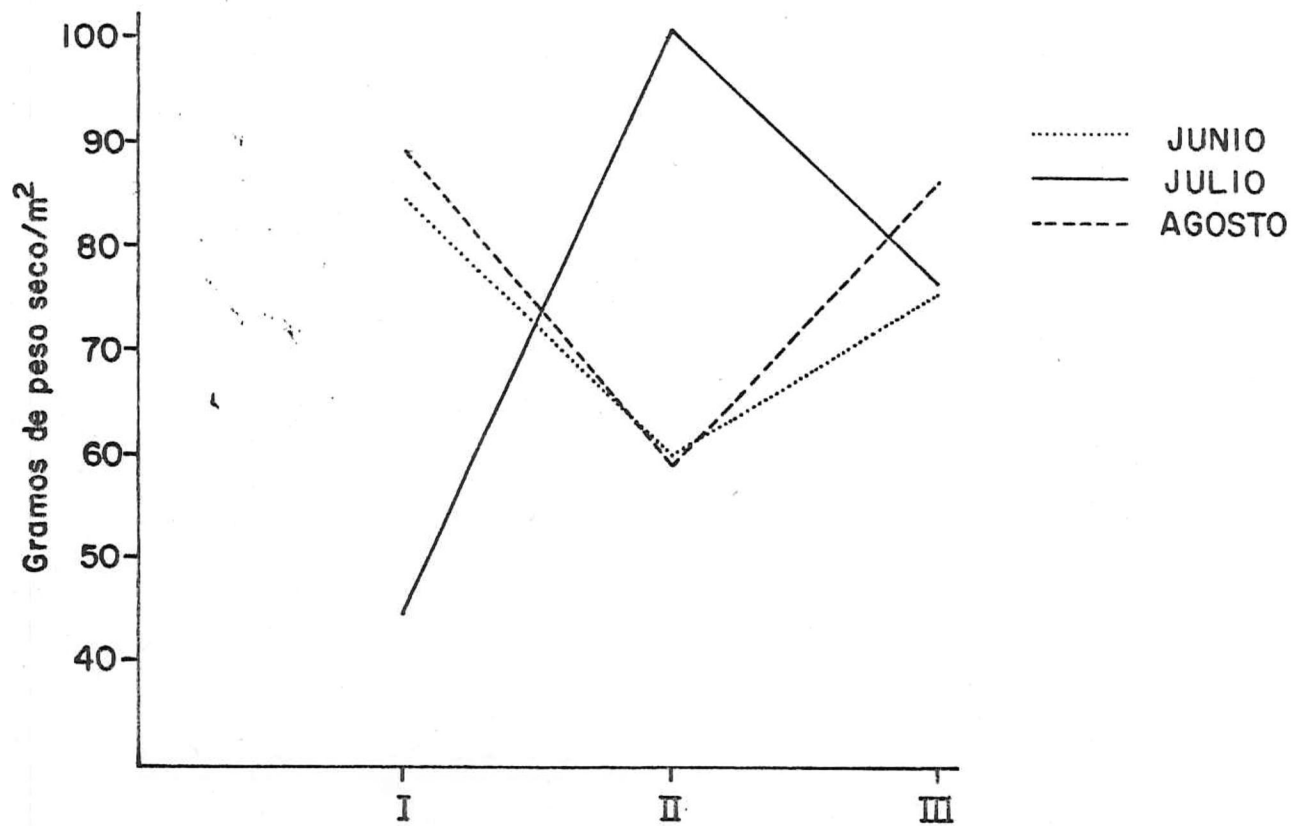


Fig. 18.- Biomasa de detritus en funcion de la altura del transecto en Bahía Falsa San Quintín. Cada punto representa el promedio de 5 observaciones.

Parece ser por lo hasta aquí visto que las diferentes horas de exposición originan diferencias, muchas veces poco significativas en los resultados, pues se esperaba que a mayor tiempo de exposición hubiera menor cantidad de biomasa y viceversa, situación que no necesariamente se observa en este caso.

Por los resultados arrojados en el Anova de 2 vías paramétricos se puede decir que la biomasa total y las partes que la componen no varían a través del tiempo ni tampoco con las diferentes alturas respecto al nivel medio de mareas en los que se encuentran ubicados los transectos (Tabla 6). Para apoyar el anova anterior se procedió a hacer una prueba de bondad de ajuste de X de Pearson y de Kolmogurov y Smirnov en donde la hipótesis nula (Tabla 7) no es rechazada, esto es, que la bondad de ajuste apoya la prueba de normalidad y podemos decir con seguridad que estadísticamente la población tiene distribución normal. Este resultado aprueba nuestro procedimiento en el anova.

Se procedió después a hacer una prueba en donde nuestra hipótesis no concierne a parámetros específicos llamada de Kruskal y Wallis (Tabla 8). Esto se hizo para enfocar el problema de una manera menos rigurosa y para probar de nuevo si efectivamente no hay variación de biomasa en los diferentes transectos. Los resultados obtenidos para cada uno de los tres transectos durante los meses del estudio a un nivel de significación del .05 fue el de no rechazar la hipótesis, o sea que no existen variaciones en el sentido de la clasificación, esto es que no existen cambios significativos en la biomasa total, de raíces, rizomas y detritus en los diferentes transectos.

Por lo que respecta a la temperatura de los sedimentos, la temperatura máxima de éstos siempre fue mayor en el transecto III y en el mes de agosto. Todos los resultados anteriormente

Hipótesis: La biomasa varía a través del tiempo y con la diferente ubicación de los transectos.

si $f > \alpha$ = no significativo

$f < \alpha$ = significativo

α = 0.05

Análisis de varianza para biomasa total

VARIABLES	SIGNIFICANCIA DE F.	RESULTADOS
Transectos	0.976	no significativo
Meses	0.362	no significativo
Interacción Transectos - meses	0.173	no significativo

Análisis de varianza para biomasa de raíces

VARIABLES	SIGNIFICANCIA DE F.	RESULTADOS
Transectos	0.683	no significativo
Meses	0.104	no significativo
Interacción Transectos - meses	0.254	no significativo

Análisis de varianza para biomasa de rizomas

VARIABLES	SIGNIFICANCIA DE F.	RESULTADOS
Transectos	0.906	no significativo
Meses	0.020	significativo
Interacción Transectos - meses	0.274	no significativo

Análisis de varianza para biomasa de detritus

VARIABLES	SIGNIFICANCIA DE F.	RESULTADOS
Transectos	0.924	no significativo
Meses	0.942	no significativo
Interacción Transectos - meses	0.942	no significativo

Tabla 6. Análisis de varianza de 2 vías paramétrico.

Tabla 7. Prueba de bondad de ajuste de X de Pearson y de Kolmogorov - Smirnov.

Ho: El error residual en el modelo de 2 vías obedece a una distribución normal.

Resultados: La hipótesis nula no es rechazada.
La bondad de ajuste apoya la prueba de normalidad.

Tabla 8. Análisis de varianza no paramétrico prueba de Kruskal-Wallis.

Nivel de significación: 0.05

Ho: Los parámetros biológicos estudiados no cambian de transecto a transecto.

Resultados: Para todos los casos analizados la hipótesis nula NO se rechaza por lo que se dice que no hay variaciones en el sentido de la clasificación. La biomasa subterránea total o en sus partes de los meses de junio, julio y agosto es independiente del tiempo de exposición.

presentados en las Tablas nos muestran que la mayor temperatura del agua, de los sedimentos y la mayor salinidad, se encuentran en el mes de agosto, así como la mayor abundancia de pastos.

En todos los meses, se observa un error estandar como porcentaje de la media, mayor a 15% admisible estadísticamente, salvo tres excepciones: en el mes de julio, transecto I (detritus), en agosto, transecto I (biomasa total y rizomas). El mayor error como porcentaje de la media, es el reportado en el mes de junio, transecto II con un 56.6%. Estos elevados porcentajes de error son de esperarse al iniciarse una investigación, por el tiempo que se requiere para que los participantes dominen y estandarizen la toma de muestras y su procesamiento en el laboratorio.

V. DISCUSION.

Si bien los estudios de crecimiento de las plantas se han realizado desde hace mucho tiempo en base a colectas, éstas incluyen básicamente la parte aérea de las plantas. No es sino en las últimas décadas que los ecólogos empezaron a reconocer la importancia de la biomasa subterránea, principalmente en el caso de plantas perennes.

Una consecuencia fue el interés por conocer el papel que desempeñaba la parte subterránea en la fisiología de la planta y en el ecosistema. De esta forma en el caso de los pastos marinos se sabe que las raíces no solo funcionan como medio de anclaje, sino que son fundamentales para la absorción de nutrientes del sedimento (McRoy, *et al.*, 1972). Patriquin y Knowles (1972) señalan una importante fijación de nitrógeno a nivel de la rizósfera que puede contribuir a elevar el nivel de nitrógeno en las aguas en que crecen estos pastos.

De ahí la importancia de la evaluación de la biomasa subterránea y de su inclusión en este estudio global sobre biomasa y producción de *Z. marina* en San Quintín.

Analizando nuestros resultados y si comparamos las biomásas subterráneas totales de cada uno de los transectos de la Tabla 1, con los resultados obtenidos por Kentula (1982) para los meses de junio, julio y agosto (apéndice), podemos notar que los promedios de la Tabla 1 varían poco en peso de transecto a transecto, y en cambio, Kentula (1982) nota que las diferencias de peso entre sus transectos son mayores (pero no significativas) y generalmente van disminuyendo del transecto I que es el más profundo al transecto III que es el más somero. Esto nos indica un patrón de comportamiento más uniforme con respecto a las diferentes alturas de los transectos.

En los resultados de este trabajo, las biomásas subterráneas totales varían muy poco entre sí y sin un patrón definido de comportamiento respecto a las diferentes alturas de cada transecto.

Por lo que se refiere al análisis en función del tiempo se puede hablar de una tendencia al aumento de biomasa hacia agosto.

Por lo que se refiere al detritus en este estudio se ve que las diferencias entre cada mes y cada transecto, son mayores a las de la biomasa subterránea total.

Para tener una seguridad en si hubo o no variaciones de la biomasa subterránea total y el detritus, se procedió con la estadística y todos los resultados arrojados por los modelos utilizados en las Tablas 6, 7 y 8 indican que la biomasa subterránea total y el detritus asociado no sufrieron variación significativa, ni en el tiempo ni con la diferente ubicación de los transectos.

Stout (1976), trabajando biomasa aérea, encontró que a mayor profundidad del agua, los pastos tienen mucha mayor biomasa por m^2 que los pastos que se encuentran en aguas someras. Estos resultados no están de acuerdo con otros estudios que se hicieron en la Costa del Pacífico. Así por ejemplo, Phillips (1972) reporta que la biomasa aérea de entremareas siempre excede a la biomasa que está en la zona de submarea en estudios realizados en Bush Point Washington.

Keller (1963), trabajando con el turión completo, mostró que la elevación del sustrato es un factor de limitación muy importante en la distribución, producción y crecimiento de los pastos marinos. Robel (1961) encontró que el rango en la producción y crecimiento de turiones completos, aumenta con la profundidad media estudiada y disminuye en la más somera y en la más profunda.

En el presente trabajo no se encuentran diferencias en la biomasa subterránea total y detritus asociado, porque consideramos que la diferencia de alturas entre cada transecto no fué lo suficientemente grande para mostrar una variación.

Kentula (1982) trabajó tanto con biomasa aérea como con biomasa subterránea y el análisis estadístico de sus datos mostró que la variación de la biomasa subterránea era más bien estacional y variaba poco con las diferentes alturas a las que estaban colocados los transectos. De una manera general reporta que la biomasa subterránea es un factor más estable que la biomasa aérea. Con los resultados obtenidos en el presente trabajo se está de acuerdo con Kentula (1982) en que no se obtuvieron variaciones significativas de la biomasa subterránea con las diferentes alturas de los transectos.

Sand-Jensen (1975) y Jacobs (1979) encontraron que tanto la biomasa aérea como la biomasa subterránea sufren la misma variación estacional, con valores que aumentan de marzo a agosto, seguidos por un decremento en otoño e invierno. Sin embargo, el aumento y la variación en cantidad de g de peso seco/m² siempre fué mayor en la biomasa aérea que en la subterránea.

La biomasa subterránea siempre representa un papel más estable durante un período de tiempo estacional.

Durante el invierno la producción de *Zostera marina* disminuye, existe una mayor variación en la biomasa aérea que en la subterránea ya que ésta última al estar enterrada, está protegida contra la acción mecánica del agua y por lo mismo, puede mantener una biomasa mayor que las partes aéreas en invierno aún cuando la producción sea baja. (Sand-Jensen, 1975).

Los dos trabajos mencionados anteriormente, apoyan más los resultados obtenidos durante el presente estudio: Una ten-

dencia hacia el aumento de biomasa subterránea de junio a agosto, aunque las diferencias sean mínimas.

El crecimiento de *Z. marina* es una función de la desecación que sufre la planta y ésta está determinada por el tiempo de exposición y la composición del sustrato (Den-Hartog, 1970). Por lo que es importante tomar en cuenta el tipo de sedimento en el que se encuentra la planta que generalmente va de arenoso a lodoso: así por ejemplo, un sustrato de naturaleza arenosa se deseca más rápidamente.

En Bahía Falsa San Quintín, B.C., el sustrato es de carácter muy lodoso (Dawson, 1962). Este tipo de sustrato tiene la particularidad de retener más el agua, por lo que si el tiempo de exposición de cada uno de los transectos ubicados en nuestra zona de muestreo no fue lo suficientemente prolongado para que el sedimento sufriera una desecación verdadera, entonces la biomasa subterránea no pudo verse afectada. También hay que tomar en cuenta que la parte aérea de *Zostera marina* tiene la particularidad de retener el agua, formando lo que se conoce con el nombre de "estanques" de *Zostera*. (Stout, 1976; Kentula, 1982). Si a la poca diferencia entre la altura de los transectos le añadimos las características del sedimento y la capacidad de retención de agua de las hojas, es aún más fácil de comprender el porque hubo tan poca diferencia en la biomasa entre transectos.

Por lo que se refiere a detritus, tampoco se vió variación; la variación del detritus depende de la fase del ciclo biológico en que se encuentre la planta y debido a que este trabajo solo analiza la biomasa subterránea, no se puede hacer ninguna consideración al respecto.

Phillips (1972) y Stout (1976) reportaron que la temperatura del agua óptima para el crecimiento de los pastos marinos

es entre 10 y 20°C, y los reportados para San Quintín oscilan entre un mínimo de 17.5°C en junio y un máximo de 20.9°C en agosto, los cuales se encuentran dentro de este rango óptimo.

Las temperaturas de los sedimentos son muy similares a las del agua, por lo que se podría considerar que afectan de la misma manera a *Z. marina*. Esta variable no ha sido medida en otras investigaciones, por lo que no se tiene punto de comparación.

Las salinidades óptimas para *Z. marina* reportadas por Phillips (1972) y Stout (1976) se encuentran entre 10 y 33 ‰. Las medidas en San Quintín para julio y agosto son del 35‰ y 35.6 ‰ respectivamente, valores superiores a este rango óptimo, sin embargo, parecen no afectar el crecimiento y desarrollo de *Z. marina*.

Por lo que a observaciones generales se refiere, se vió que la parte aérea de las plantas se encontraba en flor durante los tres meses de este estudio y se encontraron también semillas en el sedimento.

Si bien Setchell (1929) restringe la floración a un intervalo de 15° a 20°C, actualmente se sabe que puede haber crecimiento vegetativo y reproducción sexual a temperaturas menores de 10°C (McRoy, 1969; Phillips, 1972; Harrison y Mann, 1975). Por otra parte, Sand-Jensen (1975) hace notar que la producción de hojas está controlada básicamente por la insolación y no por la temperatura.

Por las investigaciones hechas con anterioridad como la de Phillips (1972), podemos decir que nuestra zona de estudio cuenta con características generales apropiadas para el crecimiento y reproducción del pasto *Zostera marina*. Se ha notado que las diferencias en las poblaciones de los pastos, parecen

estar relacionadas a condiciones locales más que a gradientes geográficos grandes (McRoy, 1971), por lo que pequeñas variaciones en la temperatura o en la salinidad con relación al resto de los lugares en donde se localiza *Zostera marina* son normales.

VI. CONCLUSIONES.

La biomasa subterránea muestra una tendencia a aumentar de junio a agosto, mientras que el detritus muestra un patrón más errático.

No se observan diferencias con las alturas de los transectos.

Los análisis estadísticos mostraron que las diferencias entre meses y entre transectos no son estadísticamente significativas ($\alpha = 0.05$).

RECOMENDACIONES.

Para obtener resultados más precisos, se sugiere hacer un muestreo preliminar en la zona en que se vaya a trabajar, para saber si la cantidad de cuadrantes tomados por transecto debe ser mayor o menor a los utilizados en este estudio.

Debido a la importancia que tiene la biomasa subterránea en el ciclo biológico de la planta, se recomienda incluir el análisis de ésta en futuras determinaciones de la biomasa de pastos.

REFERENCIAS

- Barnard, J.L. 1962. Benthic marine exploration of Bahia de San Quintín, Baja California, 1960-61. *Pacific Naturalist*, Vol. 2(6):251-269.
- Barnard, J.L. 1964. Marine amphipoda of Bahia de San Quintin Baja California. *Pacific Naturalist*, Vol. 4(1):55-139.
- Burkholder, P.R. y Doheny, 1968. The biology of eelgrass. Departments of conservation and waterways, town of Hempstead. Point Lookout, New York: 1-119.
- Dawson, E.Y. 1951. A further study of upwelling and vegetation along Pacific Baja California, Mexico. *Jour. Mar. Res.* Vol. 10(1):39-58.
- Dawson, Y. 1962. Benthic marine exploration of Bahía de San Quintin, Baja California, 1960-1961. Marine and Marsh vegetation. *Pacific Naturalist*, Vol. 3(7):275-280.
- Dawson, Y. 1966. Marine botany. Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Den-Hartog, C. 1970. The seagrasses of the world. North Holland Publishing Company. Amsterdam, Vol. 59(1):5-34.
- Harrison, P.G. y K.H. Mann. 1975. Chemical changes during the seasonal cycle of growth and decay in eelgrass (*Zostera marina* L.) on the Atlantic coast of Canada. *J. Fish. Res. Board Can.* 32:615-621.

- Hutchinson, J. 1959. The families of flowering plants. (Monocotyledons). Oxford University Press. Vol. 2:792.
- Jacobs, R.P. 1979. Distribution and aspects of the production and biomass of eelgrass, *Zostera marina* L., at Roscoff France. Aquatic Botany. Vol. 7:151- 172.
- Kentula, M.E. 1982. Production dynamics of *Zostera marina* L. Bed in Netarts Bay, Oregon, Ph. D. Thesis. Oregon State University:1-150.
- Keller, M. 1963. The growth and distribution of eelgrass (*Zostera marina* L.) in Humboldt Bay, California. M.Sc. Thesis Humboldt State College:3-53.
- Lot-Helgueras, A. 1971. Estudios sobre fanerógamas marinas en las cercanías de Veracruz, Ver. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México 42, Ser Botánica, Vol. 1:1-48.
- Margalef, R. 1969. Comunidades planctónicas en lagunas litorales. Memorias del Simposio Internacional sobre Lagunas Costeras, U.N.A.M., UNESCO. México, D.F., Nov.28-30: 545-562.
- Mason, H. 1957. A flora of the marshes of California. University of California Press. Berkeley and Los Angeles: 857.
- McRoy, C.P. 1969 . Eelgrass under Artic Winter Ice. Nature, Vol. 224:818-819.
- McRoy, C.P. 1971. On the biology of eelgrass in Alaska. Ph.D. Thesis. Univ. de Alaska. XXXII (4)
- McRoy, C.P. et al. 1972 . Phosphorous cycling in an eelgrass (*Zostera marina* L.) ecosystem. Limnol. Oceanogr. 17(1): 58-67.

- Patriquin, D. y R. Knowles (1972). Nitrogen fixation in the rhizophae of marine angiosperms. *Marine Biology*, 16: 49-58.
- Phillips, R.C. 1972. Ecological life history of *Zostera marina* L. (eelgrass) in Puget Sound, Washington. Ph.D. Thesis. Univ. de Washington.
- Phillips, R.C. 1978. Seagrasses and the Coastal. *Oceans*, Vol. 21(3):30-41.
- Phleger, F.B. y C. Ewing. 1962. Sedimentology and oceanography of coastal lagoons in Baja California, México. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 73(2): 145-181.
- Rendle, A.B. 1956. The classification of flowering plants (Gymnosperms and Monocotyledons). 2a. Ed. Cambridge University Press. pp. 412.
- Robel, R.J. 1961. Water depth and turbidity in relation to growth of sego pondweed. *J. Wild. Mgt.* Vol. 25(4):436-438.
- Sand-Jensen, K. 1975. Biomass, net production and growth dynamics in an eelgrass (*Zostera marina* L.) population in Vellerup vig. Denmark. *Ophelia* 14:185-201.
- Setchell, W.A. 1929. Morphological and Phenological notes on *Zostera marina* L. *Univ. Calif. Publs. Bot.* Vol.14:398-452.
- Stout, H. 1976. The natural resources and human utilization of Netarts Bay, Oregon. N.S.F. Grant EPP 75-08901. Oregon State University., Corvallis:1-239.

Thayer, G.W. y R.C. Phillips, 1977. Importance of eelgrass beds in Puget Sound. Marine Fisheries Review, 39(11): 18-22.

Vollenweider, R.A. 1974. Primary production in Aquatic Environments. International Biological Programm No.12: 32-41.

A P E N D I C E

TRANSECTO	1980							1981			
	ABR 1	MAY 2	JUN 1	JUN 29	JUL 26	AGS 24	SEP 24	FEB 12	APR 6	MAY 3	MAY 30
1	160.8 (15.2)	154.1 (14.5)	151.7 (14.1)	164.4 (18.9)	206.9 (11.7)	147.2 (5.0)	132.5 (14.6)	62.0 (8.2)	126.1 (18.5)	124.4 (7.8)	151.6 (12.1)
2	34.3 (7.4)	58.5 (1.0)	44.2 (12.6)	53.1 (16.0)	76.3 (15.5)	74.5 (14.3)	96.6 (8.1)	-	-	-	-
3	71.7 (10.4)	37.3 (9.8)	35.1 (5.2)	54.1 (17.6)	85.6 (22.3)	53.7 (12.5)	35.5 (14.3)	24.8 (8.3)	41.1 (12.1)	31.4 (15.3)	63.2 (16.6)

- Los guiones indican que no se tienen datos.

Resultados obtenidos por Kentula (1982), biomasa subterránea (raíces y rizomas) en g de peso seco/m². Los valores son los resultados de 5 a 7 observaciones. El error estandar como porcentaje de la media está dentro del paréntesis.