

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINAS

BIOMASA AEREA DE *Zostera marina* L. Y SUS EPIFITAS
MICROSCOPICAS EN BAHIA FALSA, SAN QUINTIN B. C. DE
JUNIO A DICIEMBRE DE 1982.

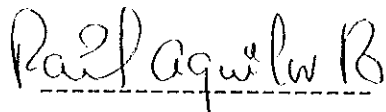
TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
OCEANOLOGO
PRESENTA
MIRIAM POUMIAN TAPIA

ENSENADA, B. C., DICIEMBRE DE 1986

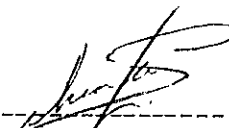
BIOMASA AEREA DE Zostera marina L. Y SUS EPIFITAS
MICROSCOPICAS EN BAHIA FALSA, SAN QUINTIN, B.C. DE
JUNIO A DICIEMBRE DE 1982.

T E S I S
QUE PRESENTA:
MIRIAM POUMIAN TAPIA


Aprobada por:



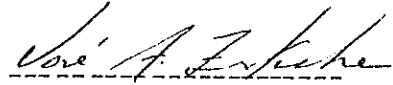
Presidente del Jurado
Oc. Raúl Aguilar Rosas



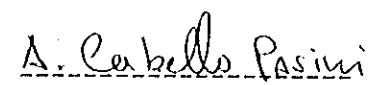
Sinodal Propietario
Dra. Silvia Ibarra



Sinodal Suplente
Oc. Jesús Pineda



Sinodal Propietario
M.C. José Zertuche



Sinodal Suplente
Oc. Alejandro Cabello

RESUMEN

Se determinó la biomasa aérea de Zostera marina L. y sus epifitas microscópicas en Bahía Falsa, San Quintín de junio a diciembre de 1982 a tres diferentes alturas del nivel del mar. Se instalaron tres transectos en un banco fangoso cerca del campo pesquero 'El Chute' a +0.20 m, -0.05 m y -0.70 m con respecto al nivel de bajamar media inferior.

La evaluación de biomasa aérea se hizo por métodos indirectos y directos; se hicieron colectas mensuales al azar. Las variables obtenidas fueron: densidad de tallos vegetativos y reproductivos, densidad de hojas, densidad de semillas germinadas, área promedio por hoja, área foliar como sustrato para epifitas, biomasa de epifitas y biomasa aérea total. Se obtuvieron datos quincenales de salinidad y temperatura del agua y cantidad de silicatos, fosfatos, nitritos y nitratos.

El área promedio por hoja, biomasa de epifitas y biomasa aérea total presentaron diferencias significativas entre transectos, con valores mayores en el transecto más profundo; las demás variables no presentaron diferencias significativas espaciales.

La densidad total de tallos presentó un patrón estacional unimodal con un valor máximo en julio. Los tallos reproductivos representaron en promedio 10% del total de tallos y desaparecieron a partir de noviembre; y las semillas germinadas se incrementaron de verano a otoño con un promedio en esta última estación de 37%.

El área foliar fue similar en sus patrones temporales con la biomasa de epifitas y ésta no fue superior al 8% de la biomasa de hojas.

La biomasa aérea total presentó un patrón unimodal con un valor máximo en agosto y una disminución, en promedio de 74%, a diciembre.

El área promedio por hoja, la densidad de tallos, la biomasa de epifitas y la biomasa aérea total estuvieron correlacionadas con horas de exposición promedio por día.

Los resultados de biomasa aérea total y densidad de tallos indican que los valores encontrados en Bahía Falsa, San Quintín, son comparables a los que se reportan para Alaska y Oregon y superiores a los de Columbia Británica, Washington y sur de California.

Se recomienda extender el estudio de biomasa a praderas

del área submareal, en donde según lo reportado para otras lagunas costeras, se encuentran las mayores biomásas. Y conociendo el período de máximo crecimiento, hacer evaluaciones extensivas, en varios sitios de la bahía para poder hablar del potencial en biomasa de la totalidad de Bahía San Quintín.

DEDICATORIA

A mis padres:

Benjamín Poumián Márquez

Evangelina Tapia García

y mis hermanos:

Mirna

Mireya

Marcos Benjamín

César Efraín

Por su apoyo continuo, en todos aspectos.

Por el amor que siempre me demostraron y que me ayudó a seguir adelante.

Por ser simplemente mi amada familia.

A mi gran amor, Héctor Atilano, por su apoyo y cariño.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor, Dra. Silvia Ibarra de Siri por su dirección, consejos y gran paciencia que demostró durante la elaboración de esta tesis.

A mis sinodales, Oc. Raúl Aguilar, M. C. José Zertuche, Oc. Jesús Pineda y Oc. Alejandro Cabello por su valiosa crítica y contribuciones al presente trabajo.

A todas las personas que intervinieron en la colecta de muestras en el campo y en la separación de las mismas en el laboratorio, sin su trabajo no se hubiera podido realizar este estudio.

Al Oc. Rubén Huerta Tamayo por su dirección en el uso de los paquetes estadísticos del Centro de Cómputo del CICESE.

Al grupo de Ecología de Lagunas Costeras y Mares Adyacentes, en especial a Sila Nájera por su dirección en el análisis de nutrientes por el autoanalizador de flujo continuo.

A Héctor Atilano por su ayuda incondicional en las últimas fases del análisis y separación de muestras.

INDICE

RESUMEN	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
INDICE.....	IV
LISTA DE TABLAS.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	VII
1.- INTRODUCCION.....	1
2.- OBJETIVOS.....	16
3.- MATERIALES Y METODOS.....	17
3.1.-Descripción del área de estudio.....	17
3.2.-Metodología de campo.....	20
3.3.-Metodología de laboratorio.....	23
4.- RESULTADOS.....	29
4.1.-Densidad de tallos m^{-2}	29
4.2.-Densidad de semillas germinada m^{-2}	32
4.3.-Densidad de hojas m^{-2}	36
4.4.-Área promedio por hoja de tallo vegetativo.....	38
4.5.-Área promedio por hoja de tallo reproductivo.....	41
4.6.-Área foliar de tallos vegetativos y tallos reproductivos.....	41
4.7.-Biomasa de epifitas de tallos vegetativos.....	42

4.8.-Biomasa de epifitas de tallos reproductivos.....	44
4.9.-Biomasa aérea total.....	47
4.10.-Variables ambientales.....	53
5.- DISCUSION.....	60
6.- CONCLUSIONES.....	74
7.- RECOMENDACIONES.....	76
LITERATURA CITADA.....	77
APENDICE 1.....	88

LISTA DE TABLAS

Tabla I.- Prueba de análisis de varianza de dos vías: no-paramétrico para la mayoría de las variables (Wilson, 1956) y paramétrica para datos de biomasa aérea total.....	30
Tabla II.- Prueba de comparaciones múltiples por rangos de Newman-Keuls entre transectos.....	39
Tabla III.- Porcentajes de los elementos que constituyen la biomasa aérea total.....	50
Tabla IV.- Matriz de coeficientes de correlación de Kendall. ..	52
Tabla V.- Variables físico-químicas tomadas en la zona de estudio.....	54
Tabla VI.- Densidad de tallos en varios sitios de la costa este del Pacífico.....	62
Tabla VII.- Porcentajes de tallos reproductivos en varios sitios de la costa este del Pacífico.....	64

Tabla VIII.- Biomasa abrea en varios sitios de la costa este
del Pacifico.....73

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.- Distribución mundial de Z. marina L. (Tomada y traducida de Heroy y McKillian, 1977).....6
- Figura 2.- Tallo vegetativo de Z. marina L. (Tomado de Jacobs, 1984).....9
- Figura 3.- Tallo reproductivo de Z. marina L. (Tomado de Jacobs, 1984).....10
- Figura 4.- Localización de Bahía San Quintín. a) Se encuentra a 300 Km al sur de la frontera con Estados Unidos de Norteamérica. b) Perfil de los transectos con respecto al nivel de bajamar media inferior.18
- Figura 5.- Subdivisión de un transecto en parcelas, ubicación de una de ellas por medio de una cuerda de 5 m marcada cada 0.5 m y ubicación del cuadrante dentro de la parcela. (Tomado de Kentula, 1983).
.....22
- Figura 6.- Esquema del análisis de muestras en el

laboratorio.....	27.
Figura 7.- Densidad de tallos. a) Vegetativos; b) reproductivos. Se hizo un promedio de los tres transectos. Las barras representan ± 1 error estándar.	31
Figura 8.- Densidad total de tallos (vegetativos y reproductivos) por metro cuadrado. Se hizo un promedio de los tres transectos. Las barras representan ± 1 error estándar.....	34
Figura 9.- Densidad de semillas germinadas por metro cuadrado. Se hizo un promedio de los tres transectos. Las barras representan ± 1 error estándar.....	35
Figura 10.- Densidad de hojas por metro cuadrado. a) Hojas de tallos vegetativos; b) hojas de tallos reproductivos. Se unieron los tres transectos. Las barras representan ± 1 error estándar.....	37
Figura 11.- Area promedio de una hoja (cm ²). a) de tallos vegetativos; b) de tallos reproductivos. Se unieron los transectos II y III. Las barras representan ± 1 error estándar.....	40

Figura 12.- Area foliar (m^2 de hoja por m^2 de fondo). a) de tallos vegetativos; b) de tallos reproductivos. Se promediaron los tres transectos. Las barras representan ± 1 error estándar.....43

Figura 13.- Biomasa de epifitas (g peso seco m^{-2}). a) de hojas de tallos vegetativos; b) de hojas de tallos reproductivos. Se promediaron los transectos II y III. Las barras representan ± 1 error estándar.....45

Figura 14.- Biomasa aérea total (g peso seco m^{-2}). Se promediaron los transectos II y III. Las barras representan ± 1 error estándar.48

Figura 15.- Horas de exposición promedio por día para cada uno de los transectos.....56

Figura 16.- Incidencia de radiación solar en el cuadrante que comprende la Bahía de San Quintín B. C. México. (Datos obtenidos de Nelson y Husby, 1983).....58

1 .- INTRODUCCION

Las lagunas costeras representan para México un potencial de recursos naturales y es creciente la necesidad de administrarlos eficientemente en su desarrollo como productores de alimento, zonas de transporte, en la construcción y manejo de puertos, y como áreas de recreo (Lankford, 1977; Ortuzar, 1978).

Las lagunas costeras de México cuentan con una gran diversidad de flora y fauna de importancia comercial y ecótica (Ortuzar, 1978). Los estudios de la flora marina en estas lagunas han sido pocos y casi todos descriptivos dejando relegada su evaluación funcional. De la flora marina podemos mencionar las comunidades de manglar, marismas, praderas de pastos marinos, macroalgas y microalgas. El estudio que aquí se presenta se centra en los pastos marinos.

Los pastos marinos son fanerógamas marinas de la subdivisión Angiospermas, Monocotiledóneas, y del orden Helobiae (den Hartog, 1970). Presentan un sistema de anclaje bien desarrollado (raíces y rizomas), un sistema vascular, una reproducción vegetativa (crecimiento gregario) y una reproducción sexual con polinización hidrófila (Wood et. al., 1969; Thayer et al., 1975).

Los pastos marinos presentan una gran uniformidad en su apariencia vegetativa. Las hojas exhiben adaptaciones morfológicas al medio ambiente acuático, son delgadas de una a tres capas de células, epidermis sin estomas, cutícula delgada, el mesófilo encierra espacios bien desarrollados llamadas lagunas (Tomlinson, 1980). Los meristemas presentes en el rizoma y en la base de las hojas son el origen de la biomasa de los pastos, pues el crecimiento y ramificación de los plantas depende de la actividad de éstos (Tomlinson, 1974). El rizoma está compuesto de nodos y entrenodos; algunos nodos llevan un tallo lateral y la frecuencia de éstos es variable en cada individuo, son tallos rastreros y vegetativos y se desarrollan separándose del eje primario en una dirección casi perpendicular. Los entrenodos más viejos pertenecientes al eje primario oscurecen sucesivamente su color café y mueren. Debido a esta destrucción, las ramas laterales o ejes secundarios se aíslan y se vuelven ejes primarios (Sauvageau, 1891). De ésta forma, es más adecuado hablar de tallos que de plantas, ya que una planta presenta varios tallos.

Varios aspectos de la importancia de estas comunidades de pastos han sido resumidos por: Wood et. al. (1969); McRoy y Goering, (1974); Thayer y Phillips, (1977); McRoy y McMillan, (1977); Phillips, (1980); entre otros. Entre los aspectos más importantes podemos mencionar:

- 1.- Tienen una elevada tasa de crecimiento, rivalizando o excediendo a la mayoría de los cultivos terrestres en producción primaria neta.
- 2.- Las hojas sostienen gran número de organismos epifíticos con una biomasa en algunos casos aproximada a la del pasto mismo. Estas epifitas son alimento para otros invertebrados.
- 3.- Pocos organismos pueden comer directamente los pastos, las principales cadenas alimenticias, en las lagunas costeras donde estos pastos están presentes, se basan en la descomposición del pasto en detritus y en la acción de sus microbios residentes.
- 4.- La materia orgánica en el detritus y sus raíces en decaimiento, sirven de substrato para la reducción bacteriana del sulfato y mantienen activo el ciclo del azufre.
- 5.- Las raíces estabilizan los sedimentos y junto con la protección ejercida por las hojas, la erosión superficial es reducida, preservando la flora microbiana del sedimento y la interfase sedimento agua.
- 6.- Las hojas disminuyen las corrientes e incrementan la

sedimentación de materiales orgánicos e inorgánicos alrededor de las plantas.

7.- Los pastos marinos absorben N y P por medio de las hojas y raíces, transportándolos a través de la planta y liberándolos a la columna de agua o a los sedimentos.

Este grupo de angiospermas están ampliamente distribuidas y se presentan en las aguas de la zona costera; a excepción de las costas del Artico, Antártico y Sudamérica. Habitan fondos arenosos-fangosos y algunas especies se fijan en substrato rocoso o arrecifal. De sus 12 géneros siete son considerados tropicales y cinco son de aguas templadas (den Hartog, 1970; Phillips, 1978, 1980).

En México se tienen reportados siete géneros, de los cuales tres existen sólo en el Golfo de México: Thalassia, Syringodium, y Halophila, y dos en el Pacífico: Zostera y Phyllospadix. Los géneros Ruppia y Halodule son comunes a ambas costas (Lot-Helgueras, 1971; Aguilar-Rosas y López-Ruelas, 1985).

De los géneros existentes de pastos marinos Zostera y principalmente la especie Z. marina, es muy común y abundante en aguas costeras de la zona Norte templada del Atlántico y

del Pacífico (Setchell, 1933; den Hartog, 1970) (fig.1). Tolera amplios rangos de salinidad (10% a 40%) y temperatura (0 C a 40 C). Sin embargo, las condiciones óptimas de reproducción y crecimiento se restringen entre 10% - 30% y 10 - 20 C. Las plantas florecen cuando la temperatura rebasa, en algunas praderas, 9 C y en otras 15 C; y la germinación es óptima a salinidades de 4.5% - 9% (Phillips, 1974).

Setchell (1929, 1933) subdivide en 4 variedades la especie Z. marina, var. stenophylla Aschers y Graebn, var. angustifolia Hornem, var. typica Setchell, y var. latifolia Horong, con base en su morfología. Scagel (1961) y den Hartog (1970) observaron que la variedad typica y la variedad latifolia en el Pacífico Este ocupaban diferentes nichos ecológicos. Las diferencias entre estas variedades se basaban en el ancho y largo de sus hojas. Phillips y Grant (1965) y McRoy (1966) demostraron que el tamaño varía en función de las condiciones del medio ambiente y sugieren que no deberían ser la base para una clasificación taxonómica. Phillips (1972) realizó experimentos de trasplantes de dos variedades, Z. marina typica y Z. marina latifolia y estableció que "No hay variación genética sólo fenotípica y existe dentro del mismo tipo genético". El autor concluye que Z. marina mantiene una respuesta fenotípica elástica a factores locales del medio ambiente.

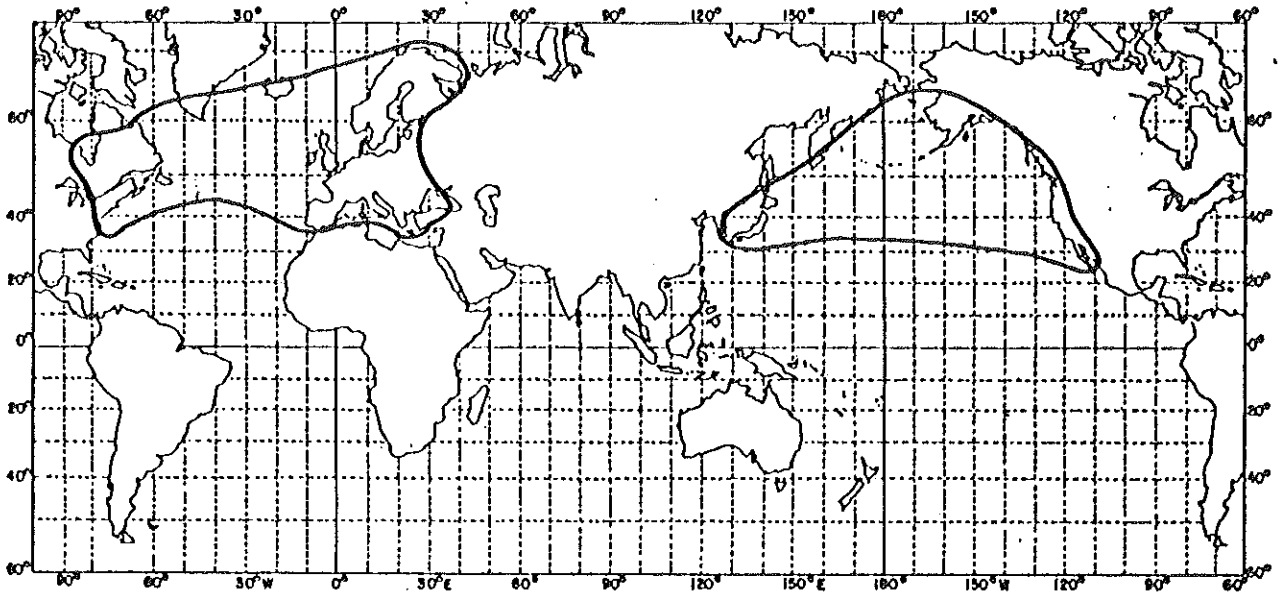


Figura 1.- Distribución mundial de Z. marina L. (Tomada y traducida de McRoy y McMillan, 1977).

Los conceptos de biomasa y los métodos para medirla han sido discutidos por varios autores (Wetzel, 1964, 1965; Westlake, 1965; Vollenweider, 1969; Mc.Roy y Mc.Millan, 1977). Se entiende por biomasa el peso de todas las partes que constituyen las plantas comprendidas en una unidad de área en un tiempo dado.

Los métodos para evaluar la biomasa en pastos marinos pueden dividirse en directos e indirectos. Los indirectos dan información básica sobre la población, sus cambios morfológicos y de densidad, y se detallan a continuación (Jacobs, 1984):

1.- Medidas de la longitud y el ancho de las partes que constituyen el rizoma.

2.- Dimensiones de las partes aéreas de las plantas como son la longitud y el ancho de hoja y vainas, la longitud total del tallo, la longitud del 5% de las hojas más largas, el índice de área foliar (este último término es el área de tejido fotosintético por metro cuadrado de fondo) tomando en cuenta solo un lado de la superficie foliar. Como las superficies foliares de pastos son morfológicamente similares, el área foliar como substrato para epífitas se basa en ambas superficies).

3.- Densidad de los tallos vegetativos (fig. 2) y reproductivos (fig. 3).

4.- Número de hojas por tallo.

5.- Porcentaje de cobertura.

6.- Número de espádices, de semillas, de semillas germinadas, etc.

Las medidas directas de biomasa comprenden la evaluación de peso húmedo, peso seco y peso seco libre de cenizas. El peso húmedo es el verdadero peso de la planta viva, pero debido a que varía grandemente, son importantes las correcciones a peso seco; éste es el peso del material después de haberlo llevado a peso constante en el horno. Aunque el peso seco es el criterio más usado en la determinación de biomasa, el peso seco libre de cenizas es más útil para muchos propósitos y se determina por pérdida de peso después de ignición a 550 C (Westlake, 1965).

Existen otros métodos como determinación de clorofilas, proteínas, carbohidratos, grasas, contenido de C, P, y N y el valor calórico, pero su eficiencia, como medida de biomasa, no ha sido probada todavía (Jacobs, 1984).

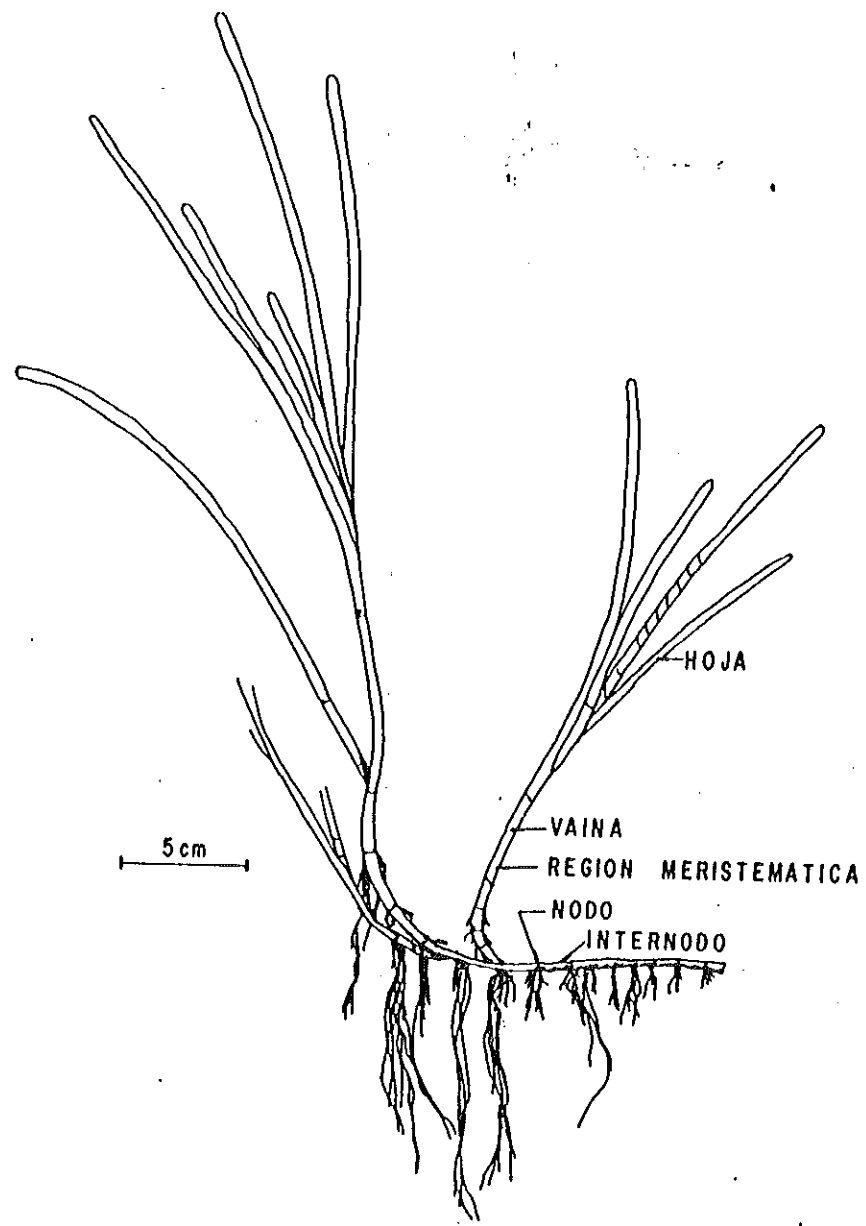


Figura 2.- Tallo vegetativo de *Z. marina* L. (Tomado de Jacobs, 1984).



Figura 3.- Tallo reproductivo de Z. marina L. (Tomado de Jacobs, 1974).

La biomasa la podemos dividir en biomasa aérea y biomasa subterránea, dividiendo los tallos en su región meristemática (fig. 2).

Jacobs (1984), en una revisión bibliográfica sobre el pasto marino Z. marina, encuentra que las estimaciones de biomasa, aún en praderas densas y homogéneas, presentan una amplia variabilidad con desviaciones estándar arriba del 30%. Menciona que, de acuerdo a la bibliografía se pueden distinguir tres grupos característicos en las poblaciones de Z. marina, aunque quizá en la mayoría de ellos se tiene un error superior al 50%.

El primer grupo incluye datos de biomasa que se refieren a poblaciones anuales. La característica de este grupo es la casi completa ausencia durante una época del año.

El segundo grupo se caracteriza por una gran diferencia entre los valores de biomasa máxima y mínima. Tal patrón puede solo ser explicado por una gran cantidad de tallos reproductivos, terminales y/o la producción de nuevas plantas a partir de semillas germinadas.

El tercer grupo está caracterizado por altos valores de biomasa tanto en invierno como en verano. En estas poblaciones la densidad de tallos reproductivos rara vez

excede 10%.

Por otra parte es importante recordar que en una misma pradera se pueden encontrar diferentes comportamientos en densidad y biomasa dependiendo de la altura del nivel del mar en que se localicen los tallos, y de las variables ambientales. Además, la división en los tres grupos antes mencionados no es absoluta pues en un sitio determinado se pueden encontrar patrones intermedios a los establecidos (Jacobs, 1984).

Varios investigadores en la costa Noroeste de los Estados Unidos han estudiado la forma de crecimiento de Z. marina a diferentes niveles de profundidad, y por lo tanto, expuestas a diferentes condiciones físicas, como el tiempo de exposición, temperaturas extremas e intensidad de luz. Así tenemos que la temperatura y la intensidad de luz comúnmente alcanzan un máximo en verano influyendo en el crecimiento de Z. marina (Bayer, 1979).

Los tallos más largos y biomasa aéreas mayores se han reportado para el nivel inferior de bajamar media (McRoy, 1966; Keller y Harris, 1966; Backman y Barilotti, 1976).

Bayer (1979) y McRoy (1966), encuentran una mayor

proporción de tallos reproductivos en niveles intermareales superiores, siendo este porcentaje menor al 20 % para el área del Pacífico (McRoy, 1966, 1970) y de 100% en el Golfo de California (Felger y McRoy 1974).

Jacobs y Pierson (1981) reportan un desarrollo y maduración de flores y frutos más rápido en praderas sublitorales que en las más altas, en Roscoff, Francia.

La reproducción vegetativa está en función de la luz y la temperatura, y en áreas submareales probablemente es más importante que la reproducción sexual (McRoy, 1966).

Una estratificación con base en la densidad de plantas es encontrada por McRoy (1966), encontrando mayores densidades de tallos en las praderas intermareales más someras que en las profundas. Por otra parte, las plantas de la zona más somera presentan baja biomasa de rizomas, hojas pequeñas y numerosas plantas con flores, mientras que las de zonas más profundas tienen alta biomasa de rizomas, hojas grandes y plantas sin flores. Esta estratificación la relaciona el autor con temperatura más que con otras variables del medio.

Dentro de la comunidad de pastos marinos, las microalgas epifitas en las hojas, tienen un papel importante. Las

interrelaciones entre los pastos marinos y sus epifitas pueden ser muy complejas por la constante renovación de las hojas que sirven como sustrato a estas últimas, por la competencia por nutrientes que se presenta, por los intercambios químicos entre huésped y hospedero, por los mecanismos, hasta cierto punto, de defensa empleados y por el proceso de pastoreo selectivo de epifitas (van Montfrans et al., 1984). Las diatomeas epifitas pueden inhibir la tasa fotosintética de Z. marina hasta en un 30% debido al efecto de sombra y a una disminución de la tasa de difusión del carbono (San Jensen, 1977; Borum y Wium-Andersen, 1980). Por lo tanto en la evaluación de la biomasa aérea de los pastos marinos debe tomarse en cuenta la presencia de estas epifitas.

Sobre el litoral pacífico, en la costa Noroccidental de Baja California, se localiza Bahía San Quintín, que es una laguna costera de gran importancia ecológica y económica. En ella se lleva a cabo el cultivo del ostión Crassostrea gigas a nivel comercial. Esta laguna representa un ambiente natural en el que el desarrollo de estudios dinámicos, de las poblaciones existentes, es necesario para realizar el desarrollo racionalizado que menciona Ortuzar (1978), quien habla de la necesidad de evaluar el potencial biótico de las lagunas costeras, detectar cambios en el ecosistema, recomendar una explotación racional de los recursos naturales

y un establecimiento concordante de obras urbanas.

La vegetación marina dominante en la bahía son las extensas praderas de Z. marina que cubren grandes extensiones de bajos fangosos que quedan al descubierto en baja marea, y una flora de marisma en los márgenes de la bahía sujeta al flujo de mareas.

Ningún estudio cuantitativo de las poblaciones de Z. marina se había realizado hasta ahora en la Bahía de San Quintín por lo que el grupo de Ecología Vegetal Bentónica del CICESE decidió realizar la evaluación de su biomasa. En este trabajo se reporta la cuantificación de la biomasa aérea de Z. marina y sus epifitas microscópicas.

2 .- OBJETIVOS

- 1.- Estimar la densidad y la biomasa de Z. marina en función de la altura en que se encuentran respecto al nivel de marea.
- 2.- Conocer si existen variaciones estacionales de la biomasa y densidad de Z. marina.
- 3.- Conocer la importancia de la reproducción sexual en la zona de estudio.
- 4.- Evaluar la biomasa de las epifitas microscópicas de Z. marina en la zona de estudio.

3 .- MATERIALES Y METODOS.

3.1 .- Descripción del área de estudio.

Bahía San Quintín está localizada en la costa Noroccidental de Baja California entre los paralelos 30 24' y 30 30' N y los meridianos 115 57' y 116 01' W. Tiene forma de Y abarcando un área de 41.6 km y se comunica con el mar por un canal estrecho de aproximadamente 1.5 km de ancho. Está dividida en dos brazos, el Oeste llamado Bahía Falsa que tiene un promedio de profundidad de 4m y el Este denominado propiamente Bahía San Quintín con una profundidad promedio de 8m (fig. 4). La laguna es somera, los canales rara vez exceden 8m de profundidad y la mayor parte de la bahía excede los 3 m (Barnard, 1962). Durante las mareas más bajas, el 20% del fondo queda expuesto. El clima es árido, con una precipitación anual de 5-10 cm. Inmediatamente al Sur de la entrada a la bahía, en mar abierto, ocurren surgencias durante primavera y verano (Dawson, 1951). En las zonas someras, o bajos, hay una mezcla de sedimentos: 1) arena poco compacta, 2) arena o limo más compacto, que forma los

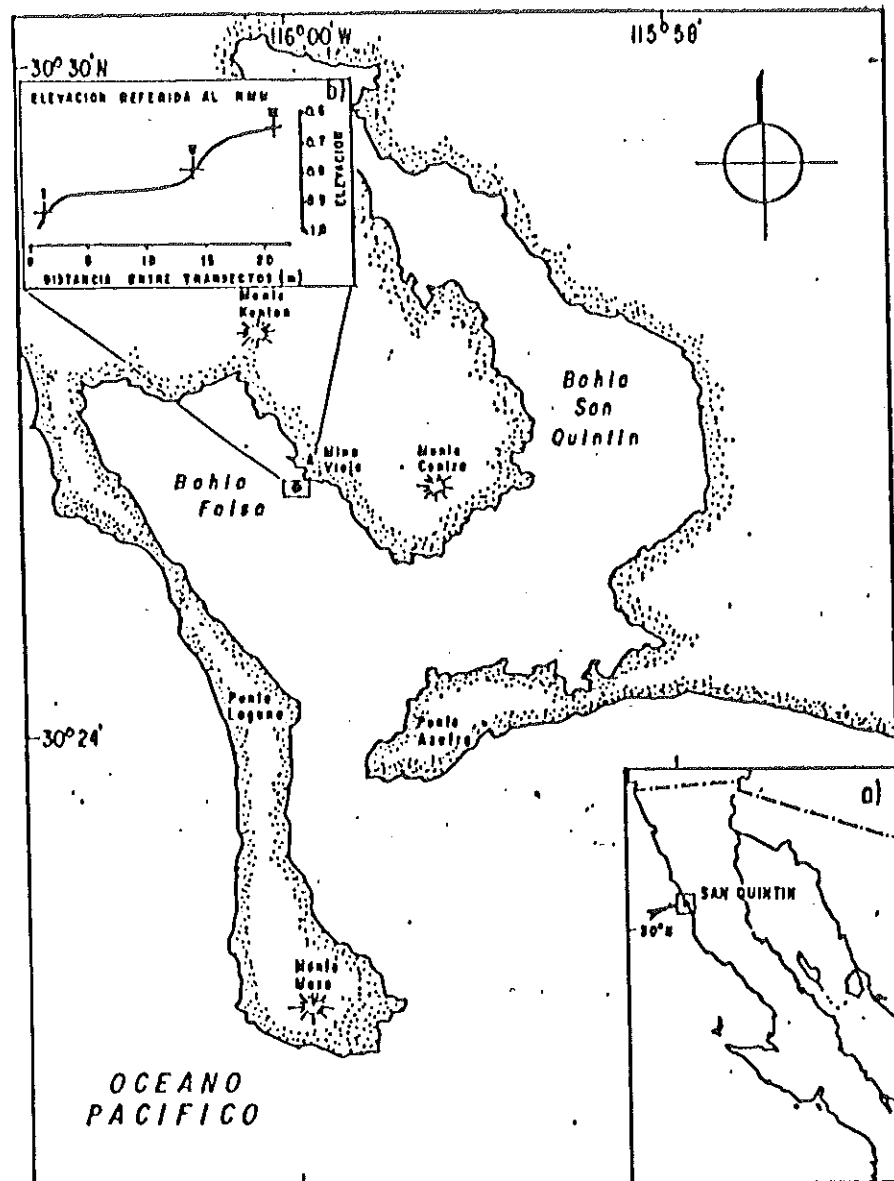


Figura 4.- Localización de Bahía San Quintín. a) Se encuentra a 300 km al sur de la frontera con Estados Unidos de Norteamérica. b) Perfil de los transectos con respecto al nivel de bajamar media inferior.

fondos de un fango pegajoso comúnmente encontrado en bajos intermareales; y 3) arena limosa, frecuentemente gris oscuro o negra debido al exceso de actividad metabólica en la que crece el pasto Z. marina (Barnard, 1962). Las praderas de este pasto marino están mejor desarrolladas en medio de la bahía. En Ninguno de los canales más profundos crece Z. marina y sólo está presente bordeando las partes altas de los canales (Barnard, 1962; Dawson, 1962).

Este estudio se realizó en Bahía Falsa, en una pradera de Z. marina cerca del campo pesquero 'El Chute', frente a Mina Vieja (fig. 4). Se eligió este sitio por la presencia de Z. marina considerada como representativa de la que ocurre en los bajos fangosos, y por su fácil acceso.

El bajo seleccionado tiene aproximadamente 3 Km, y Z. marina crece aquí entre -0.35 a +0.35 m referidos al nivel de bajamar media inferior (Ibarra-Obando y Aguilar-Rosas, 1985).

3.2 .- Metodología de campo.

Este estudio se realizó de junio a diciembre de 1982, el diseño de muestreo fue intensivo, estratificado y al azar. Se establecieron tres transectos paralelos a la costa, de 100 m de longitud cada uno, a diferente altura de marea. El primer transecto se localizó a -0.10 m, el segundo a $+0.05$ m y el tercero a $+0.20$ m con respecto al nivel de bajamar media inferior. Para facilitar el reconocimiento de los sitios de colecta, cada transecto tenía estacas blancas de PVC cada 5 m.

Con ayuda de tablas de números al azar se colectaron mensualmente, en marea baja, cinco réplicas en cada transecto, por lo que la colecta era al azar sin reemplazo. Para colectar cada réplica se seguía el siguiente procedimiento: se llegaba al transecto y con ayuda de una cuerda de 5 m de longitud, marcada cada medio metro, se localizaba el área que debía muestrearse y que denominamos parcela; así, cada parcela medía 0.5 m por 0.5 m y cada transecto tenía 200 parcelas. Al lado derecho de la parcela localizada, y a una palma de distancia de la cuerda, se colocaba y fijaba un cuadrante de 0.04 m^2 . Por la parte externa del cuadrante se aflojaba el sedimento y se procedía a colectar todo el material que

había adentro, hasta una profundidad en que ya no se sintieran las raíces (fig.5).

Los tallos colectados se colocaban en un tamiz de 1 mm de luz de malla, se enjuagaban con agua de mar y se guardaban en una bolsa de polietileno previamente marcada. Todo el material aéreo (tallos y macroalgas) se ponía en una bolsa y todo el material subterráneo (raíces, rizomas y detritus) en otra. Las muestras se mantenían en hieleras hasta llegar al laboratorio donde se refrigeraban en espera de ser analizadas.

Igualmente, en el canal frente a la zona de estudio y a un metro de profundidad se tomaban muestras de agua para medir la salinidad y los nutrimentos. Se leía la temperatura del agua sub-superficial con un termómetro de cubeta, así como las temperaturas máxima y mínima del agua con un termómetro marca Taylor instalado permanentemente en una balsa cercana al sitio de muestreo.

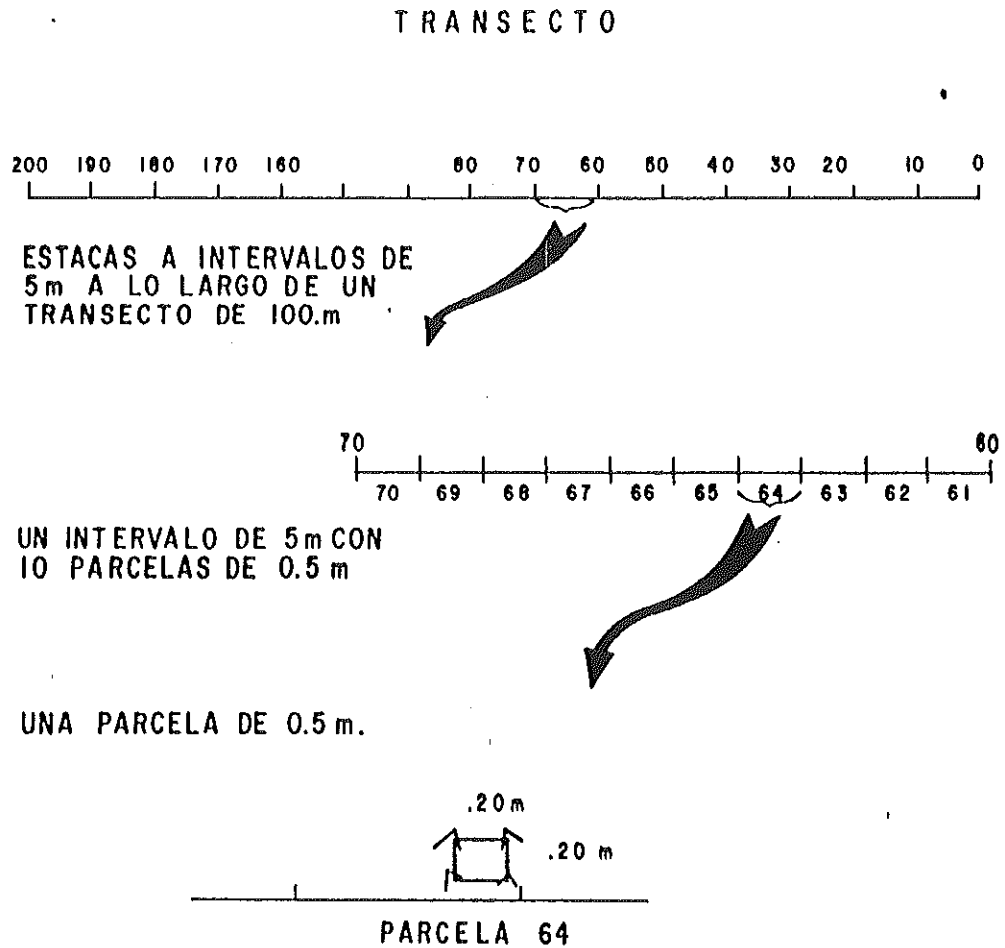


Figura 5.- Subdivisión de un transecto en parcelas, ubicación de una de ellas por medio de una cuerda de 5 m marcada cada 0.5 m y ubicación del cuadrante dentro de la parcela. (Tomado de Kentula, 1983).

3.3 .- Metodología de laboratorio.

La evaluación de biomasa se hizo de forma directa e indirecta. Con la primera se obtuvieron las siguientes variables:

- 1.- Densidad de tallos, haciendo la diferenciación entre tallos vegetativos y reproductivos.
- 2.- Densidad de semillas germinadas.
- 3.- Número de hojas por metro cuadrado de tallos vegetativos y reproductivos.
- 4.- Area promedio de una hoja, tanto de un tallo vegetativo como de uno reproductivo. Esta se obtenía dividiendo el área total de las hojas de una muestra entre el número de hojas encontradas en la misma.
- 5.- Area foliar como substrato para epifitas, tanto de tallos vegetativos como de reproductivos. Esta es el área que cubren todas las hojas por unidad de muestreo (parcela) multiplicado por dos, pues las hojas son

iguales por ambos lados y pueden ser igualmente colonizadas por epífitas. El área foliar es expresado como metros cuadrados de hojas por metros cuadrados de fondo.

Al evaluar la biomasa de forma directa se obtuvo en gramos de peso seco, obteniéndose las siguientes variables:

- 1.- Biomasa de epífitas microscópicas tanto de tallos vegetativos como reproductivos.
- 2.- Biomasa de hojas, vainas, hojas espádices y semillas sin germinar expresada en peso seco. Al sumar todas estas categorías se obtiene la biomasa aérea total.

Para obtener todas las variables antes mencionadas, cada muestra se colocaba en un tamiz de 1 mm de luz de malla, y se enjuagaba con agua destilada para eliminar sales y sedimento. Se registraba el número de tallos y de hojas por tallo; después cada tallo se separaba en sus partes constituyentes: hojas, vainas, espádices, semillas germinadas, semillas sin germinar, raíces, rizomas y

detritus. Estas tres últimas estructuras no se reportan en este trabajo, pues corresponden a la biomasa subterránea y su detritus asociado. Las vainas, espádiceos, semillas sin germinar y semillas germinadas se ponían independientemente en recipientes de aluminio llevados previamente a peso constante a 70 C durante 48 horas.

Las hojas de Z. marina se extendían en placas de vidrio previamente marcadas y medidas para cubrir un área predeterminada. Este proceso permitía calcular el área foliar por metro cuadrado, el área promedio que cubre una hoja, y el número de hojas por metro cuadrado durante el periodo de muestreo.

Todo el material ya separado se liofilizaba a -50 C y 10 militors de presión durante 24 horas en el caso de las hojas, y de 72 horas para las partes restantes del tallo. Una vez liofilizadas las hojas, se hacía la separación de sus epifitas microscópicas por medio de un raspado usando dos portaobjetos pegados a un cubreobjetos (Kentula, 1983). Cada hoja se raspaba por los dos lados, y tanto las hojas limpias y cortadas como sus epifitas se ponían en recipientes de aluminio independientes y previamente pesados.

Todos los recipientes que contenían hojas, opifitas, vainas, espádices y semillas sin germinar se metían al horno a 70 C durante 96 horas para la determinación de su peso seco. Para este propósito se utilizaba una balanza analítica marca METLER modelo H51AR con precisión de 0.01 mg (fig.6).

La salinidad del agua fue analizada por el método del hidrómetro (Sverdrup *et. al.*, 1970) y los nutrientes por medio de un autoanalizador de flujo continuo (Atlas *et. al.*, 1970). Las horas de exposición de los transectos se calcularon por medio de un programa de computadora, que considera la altura de los mismos y la amplitud calculada con base en las tablas de marea (Huerta-Tamayo, 1984).

El conjunto de datos de cada variable obtenida fue analizado estadísticamente. Se hizo una prueba de bondad de ajuste a la distribución normal de Kolmogorov-Smirnov. Cuando los datos se ajustaban a esta distribución se realizaba una prueba de homogeneidad de varianzas de Bartlett, y se procedía a utilizar métodos paramétricos. Cuando no se ajustaban a la distribución normal se utilizaban métodos no-paramétricos. Se hizo un análisis de varianza de dos vías a todas las variables, en el que la primera vía fue el factor tiempo (los siete meses de muestreo) y la segunda vía el factor espacio (los tres

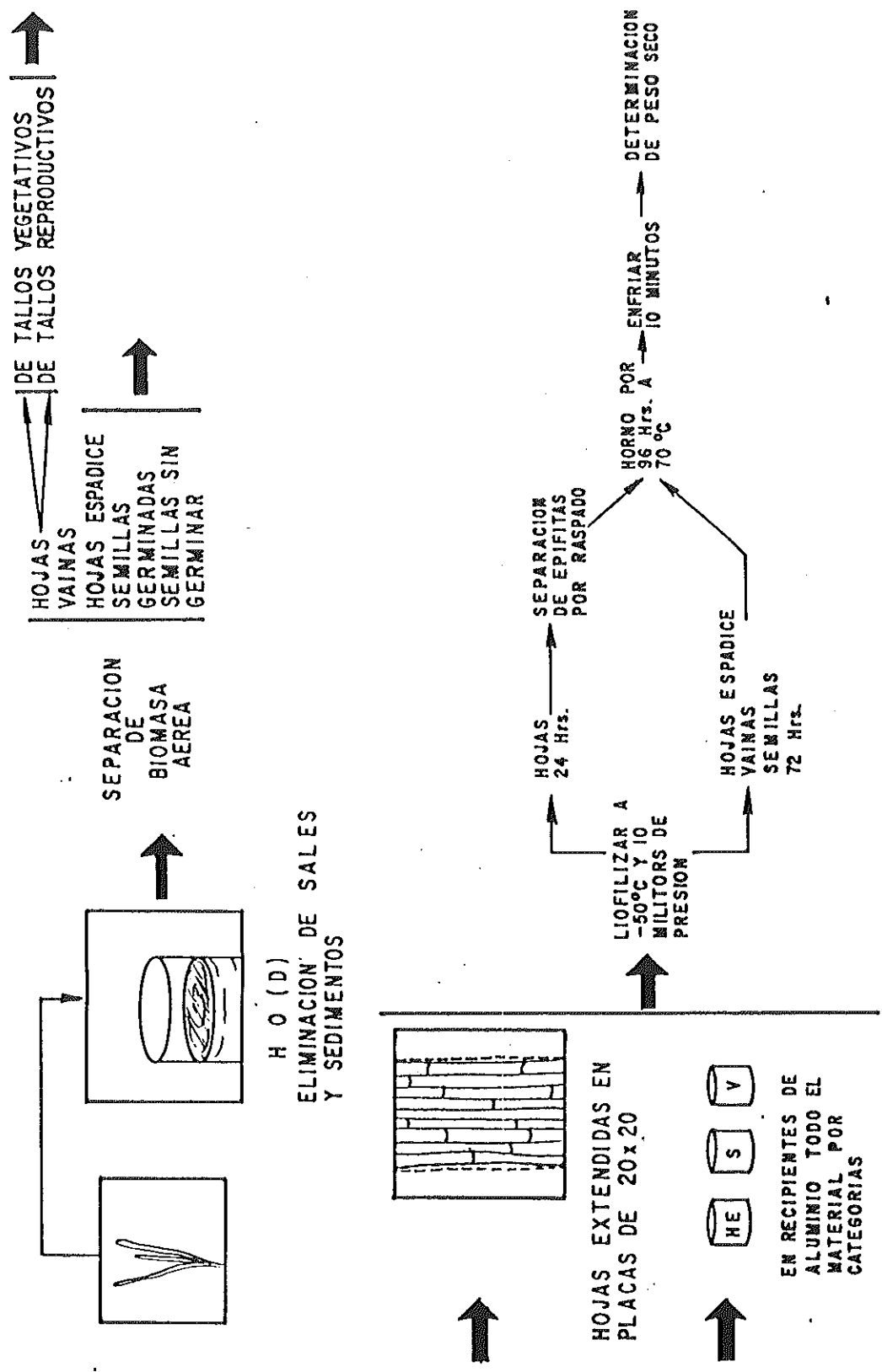


Figura 6.- Esquema del análisis de muestras en el laboratorio.

transectos). Posteriormente en el factor que se presentaban diferencias significativas se realizaba un análisis de comparaciones múltiples por rangos de Newman-Keuls. Por último, se hizo un análisis de correlación usando el coeficiente de correlación de Kendall, con el objeto de determinar la posible asociación entre las principales variables medidas y su significancia. En todas las pruebas estadísticas el nivel de significancia fue de 5%.

4 .- RESULTADOS

4.1 .- Densidad de tallos por metro cuadrado.

Las densidades de tallos vegetativos, reproductivos y el total (reproductivos y vegetativos) no presentaron diferencias significativas entre transectos pero sí las presentaron entre meses (tabla I).

Para toda el área de estudio se observa que en julio se presentó la máxima densidad de tallos vegetativos y fué en promedio de 1 938 tallos m^{-2} a partir de lo cual disminuye hasta llegar a 442 tallos m^{-2} en diciembre, presentando así, un patrón unimodal. La máxima densidad de tallos reproductivos se presentó en agosto con 207 tallos m^{-2} y la mínima en octubre con 8 tallos m^{-2} . No se encontraron tallos reproductivos en noviembre y diciembre. El porcentaje de estos últimos tallos por metro cuadrado, con respecto al total de tallos, tuvo un promedio máximo de 17% en agosto, y en general, en el sitio de estudio fue de 10% (fig 7).

Tabla I.- Prueba de análisis de varianza de dos vías: no-paramé-
trico para la mayoría de las variables (Wilson, 1956);
y paramétrica para los datos de biomasa aérea total.

Variable	Factor	Grados de li- bertad.	Valor de J_i^2	Probabilidad	
Densidad de tallos vegetativos.	1	6	18.058	0.0061	(**)
	2	2	4.058	0.0979	(n.s.)
	1x2	12	13.486	0.3347	(n.s.)
Densidad de tallos reproductivos.	1	4	32.792	0.0000	(***)
	2	2	0.974	0.6145	(n.s.)
	1x2	8	0.649	0.9996	(n.s.)
Densidad total de tallos.	1	6	29.793	0.0000	(***)
	2	2	2.133	0.3441	(n.s.)
	1x2	12	10.667	0.5576	(n.s.)
Densidad de semi- llas germinadas.	1	6	4.285	0.6381	(n.s.)
	2	2	2.142	0.3425	(n.s.)
	1x2	12	8.571	0.7390	(n.s.)
Hojas de tallos vegetativos.	1	6	26.059	0.0002	(***)
	2	2	3.733	0.1546	(n.s.)
	1x2	12	9.600	0.6509	(n.s.)
Hojas de tallos reproductivos.	1	4	31.258	0.0000	(***)
	2	2	2.667	0.2635	(n.s.)
	1x2	8	1.066	0.9978	(n.s.)
Area promedio por hoja de tallo ve- getativo.	1	6	19.125	0.0040	(**)
	2	2	13.334	0.0013	(**)
	1x2	12	13.134	0.1117	(n.s.)
Area promedio por hoja de tallo re- productivo.	1	4	2.790	0.5934	(n.s.)
	2	2	7.489	0.0246	(*)
	1x2	8	10.466	0.2338	(n.s.)
Area foliar de ta- llos vegetativos.	1	6	34.593	0.0000	(***)
	2	2	3.276	0.1943	(n.s.)
	1x2	12	11.124	0.5183	(n.s.)
Area foliar de ta- llos reproductivos.	1	4	28.591	0.0000	(***)
	2	2	5.227	0.0733	(n.s.)
	1x2	8	4.374	0.8219	(n.s.)

(Continuación de tabla I...)

Variable	Factor	Grados de libertad.	Valor de J_i^2	Probabilidad	
Biomasa de epífitas de tallos vegetativos.	1	6	30.272	0.0000	(***)
	2	2	9.836	0.0073	(**)
	1x2	12	13.649	0.3237	(n.s.)
Biomasa de epífitas de tallos reproductivos.	1	3	4.471	0.2148	(n.s.)
	2	2	6.540	0.0380	(*)
	1x2	6	2.536	0.8544	(n.s.)
			Valor de F	Significancia	
Biomasa aérea total	1	6	11.091	0.0000	(***)
	2	2	9.108	0.0000	(***)
	1x2	12	1.427	0.151	(n.s.)

Factor 1: los siete meses de muestreo de junio a diciembre.
 Factor 2: los tres transectos.

(n.s.) no significativa ($P > 0.05$)
 (*) significativa ($P < 0.05$)
 (**) muy significativa ($P < 0.01$)
 (***) altamente significativa ($P < 0.001$)

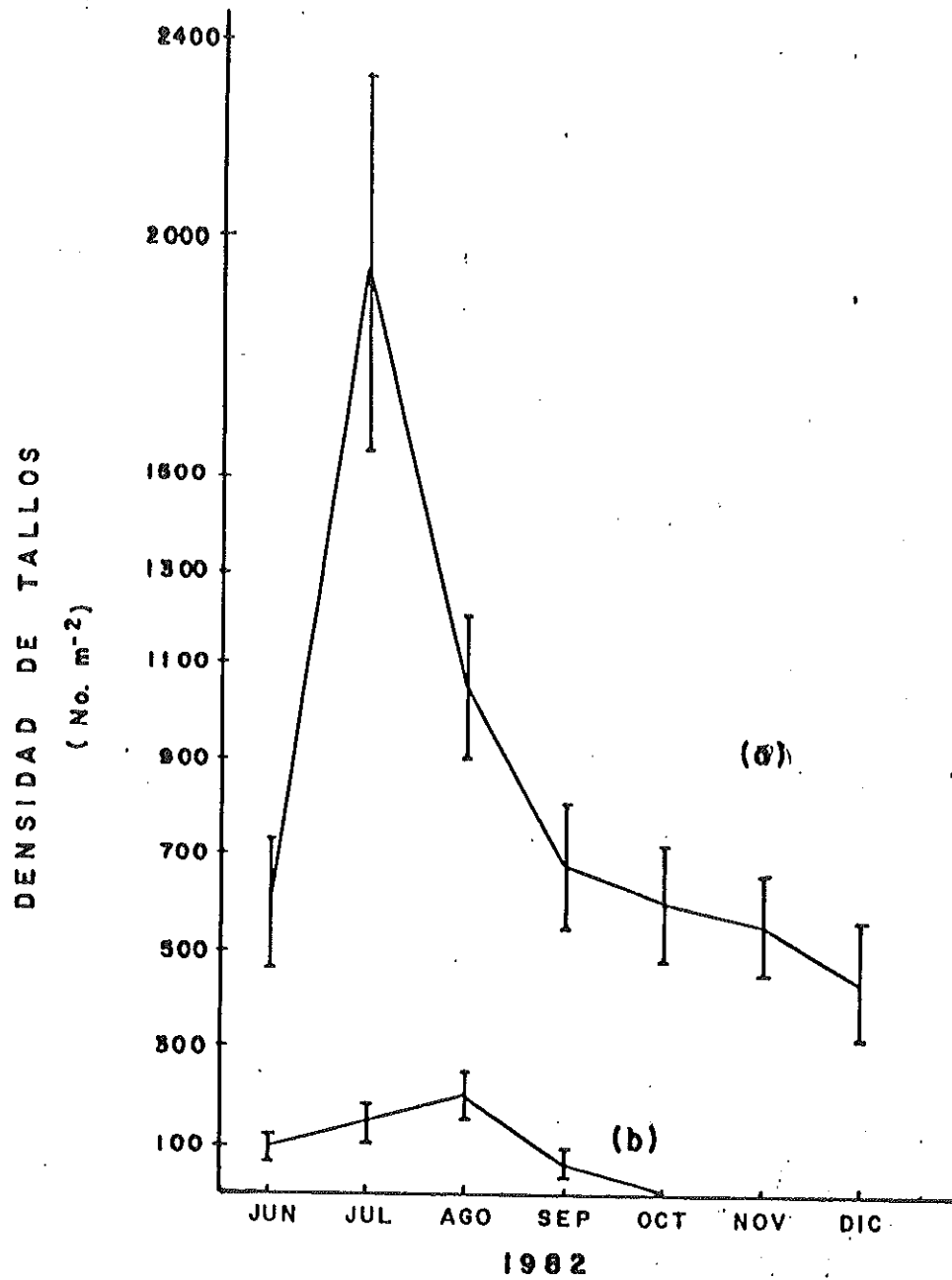


Figura 7.- Densidad de tallos. a) Vegetativos; b)Reproductivos.

Se hizo un promedio de los tres transectos. Las barras representan ± 1 error estándar.

La densidad total de tallos presentó, en promedio, un máximo de 2 087 tallos en julio y un mínimo en diciembre de 442 tallos m^{-2} (fig. 8). Julio y agosto fueron los meses en que las densidades totales fueron las más altas y presentaron diferencias significativas con las demás.

Al realizar un promedio por periodos estacionales se obtuvo en verano un promedio de 1 068 tallos vegetativos m^{-2} , 131 tallos reproductivos m^{-2} y un total de 1 199 tallos m^{-2} ; en otoño se encontró una densidad de 523 tallos vegetativos m^{-2} y 525 en el total de tallos m^{-2} .

4.2 .- Densidad de semillas germinadas por metro cuadrado.

No se detectaron diferencias significativas ni entre transectos ni con el tiempo (tabla I); por lo que se hizo un promedio de los tres transectos. Se observó la menor densidad en junio con 33 semillas germinadas m^{-2} aumentando hasta un máximo de 427 semillas germinadas m^{-2} en septiembre; en octubre y noviembre se mantuvieron las altas densidades para después en diciembre encontrar 190 semillas germinadas m^{-2} (fig. 9). Los porcentajes promedios de semillas germinadas variaron de 3% a 38%. De junio a agosto el promedio fue de 5.6% y de septiembre a

diciembre de 37%.

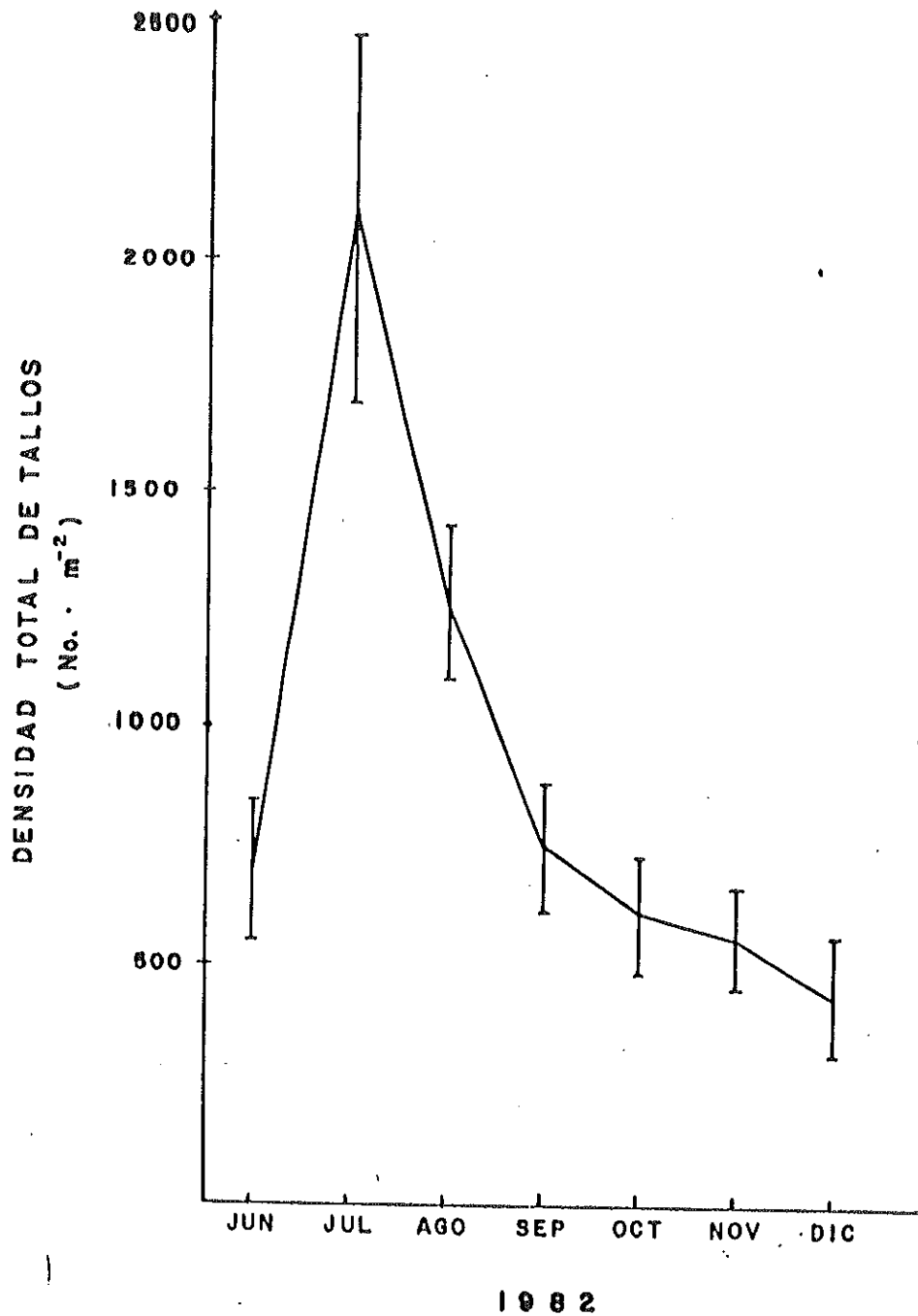


Figura 8.- Densidad total de tallos (vegetativos y reproductivos) por metro cuadrado. Se hizo un promedio de los tres transectos. Las barras representan ± 1 error estándar.

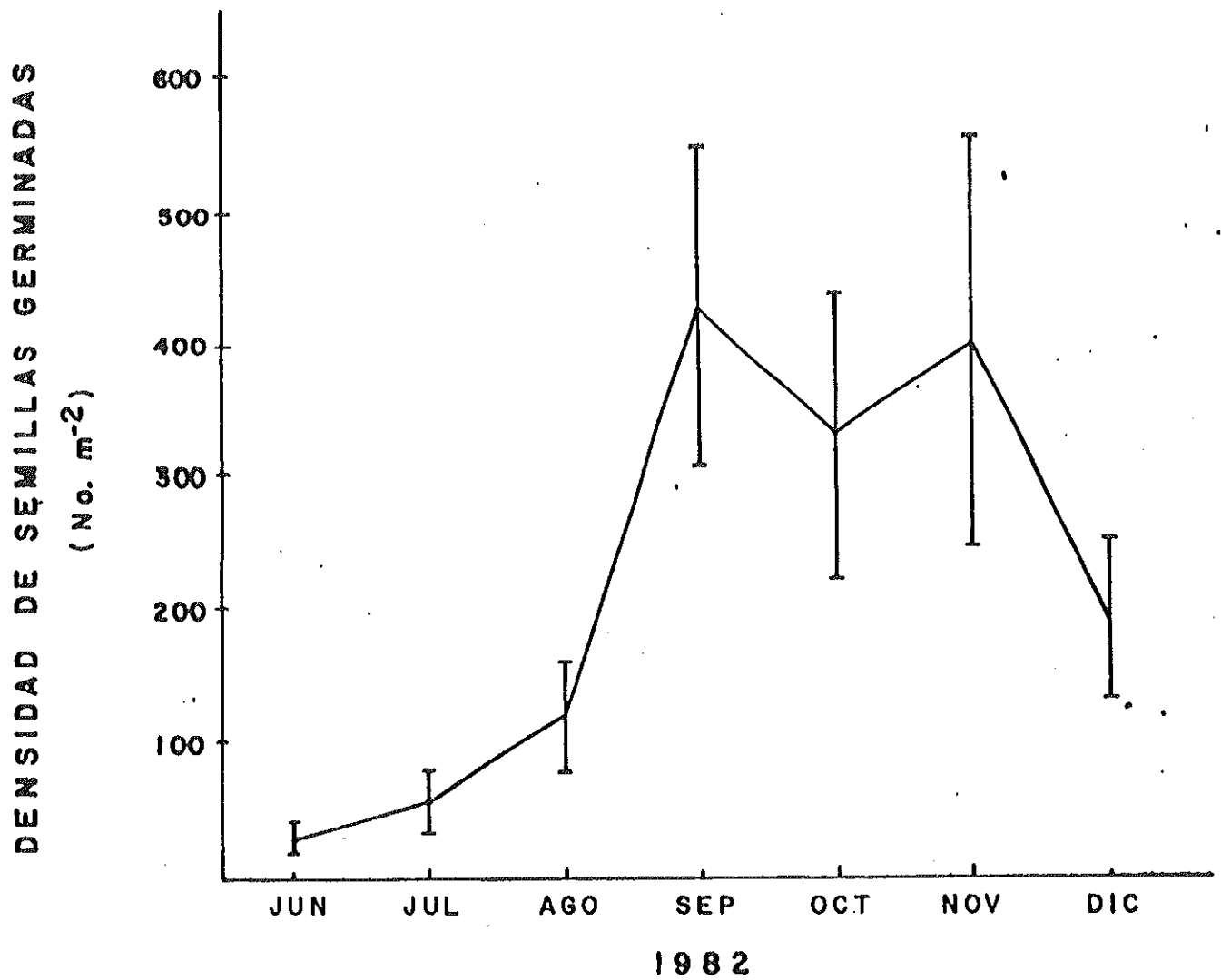


Figura 9.- Densidad de semillas germinadas por metro cuadrado. Se hizo un promedio de los tres transectos. Las barras representan ± 1 error estándar.

4.3 .- Densidad de hojas por metro cuadrado.

La densidad de hojas m^{-2} de tallos vegetativos y de tallos reproductivos no presentó diferencias significativas entre transectos pero sí las hubo en el factor tiempo (tabla I).

Al hacer un promedio de los tres transectos se ve que la mayor densidad de hojas de tallos vegetativos se alcanzó en julio con 10 527 hojas m^{-2} y la mínima en diciembre con 2 043 hojas m^{-2} (fig. 10a). En hojas de tallos reproductivos se observa la máxima densidad en julio con 782 hojas m^{-2} y la mínima de 15 hojas m^{-2} en octubre (fig. 10b).

Al igual que las densidades de tallos, julio fue el mes de máxima densidad de hojas m^{-2} en los dos tipos de tallos; estos meses difieren significativamente de los demás.

El promedio por estación da, para el verano, 5 788 hojas de tallos vegetativos m^{-2} y un promedio de 2 548 hojas m^{-2} en otoño. Para los tallos reproductivos el promedio de verano fue de 509 hojas m^{-2} .

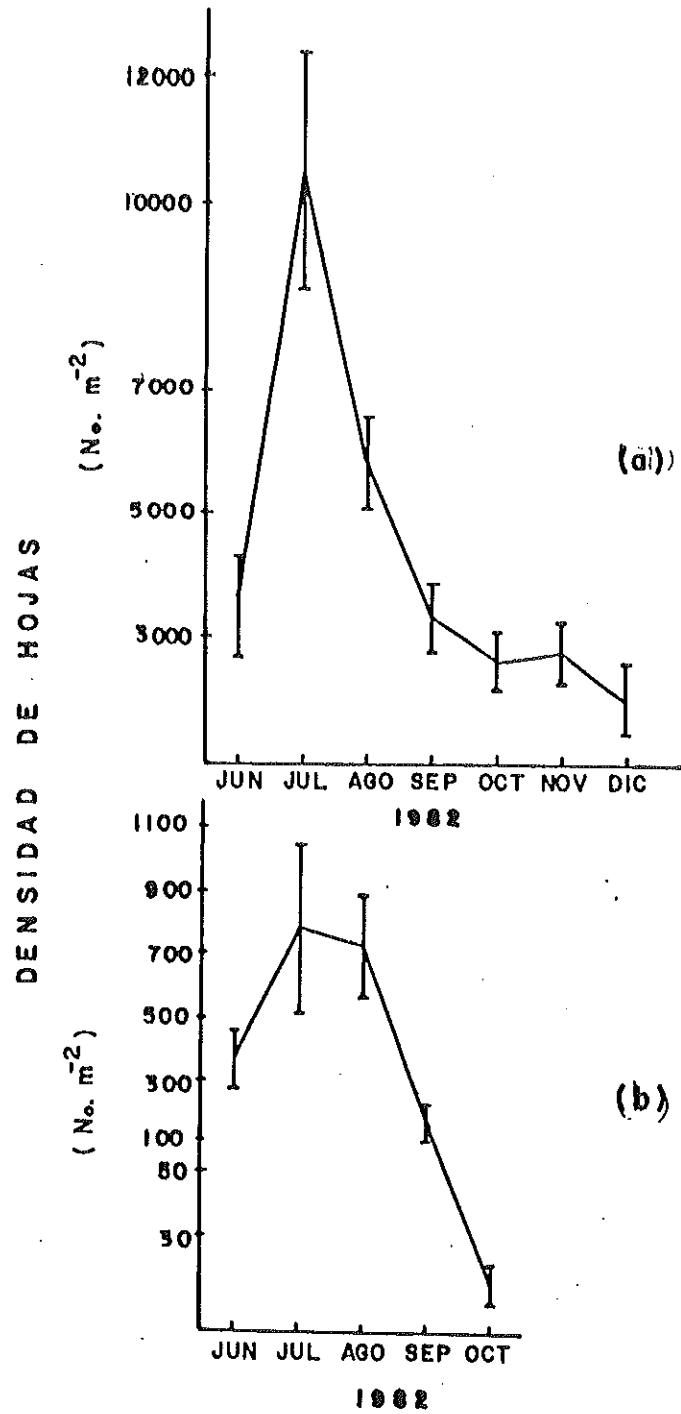


Figura 10.- Densidad de hojas por metro cuadrado. a) Hojas de tallos vegetativos; b) Hojas de tallos reproductivos. Se unieron los tres transectos. Las barras representan ± 1 error estándar.

4.4 .- Area promedio de una hoja de tallo vegetativo.

Se encontraron diferencias significativas en el tiempo y entre transectos (tabla I), separándose el transecto I de los transectos II y III, los cuales no presentaron diferencias entre si (tabla II).

En el transecto I siempre se presentaron las mayores áreas promedio de hoja, variando de 4.9 cm² en junio a 21.0 cm² en octubre; el valor promedio fue de 12.7 cm². En el promedio de los transectos II y III se tuvo un intervalo de 4.3 cm² en junio a 10.4 cm² en octubre y un promedio general de 7.5 cm² (fig. 11a). En junio y Julio se presentaron las áreas mínimas incrementándose hasta un máximo en octubre, después del cual disminuye.

Las máximas áreas se presentaron en septiembre y octubre, o sea, a finales de verano y principios de otoño. En promedio se tuvo en verano un valor de 10.2 cm² para el transecto I y de 8.6 cm² para los últimos dos transectos.

Tabla II.- Prueba de comparaciones múltiples por rangos de Newman-Keuls entre transectos.

Variable	Discrepancia observada.	Discrepancia máxima compatible	Decisión al 5% de significancia.
Area de una hoja de tallo vegetativo.			
I,II	22.786	13.181	significativa
I,III	30.529	13.181	significativa
II,III	7.743	13.181	no-significativa
Biomasa de epífitas de tallos vegetativos.			
I,II	17.886	13.579	significativa
I,III	26.514	13.579	significativa
II,III	8.629	13.579	no-significativa
Biomasa de epífitas de tallos reproductivos.			
I,II	13.700	10.339	significativa
I,III	15.175	10.339	significativa
II,III	1.475	10.339	no-significativa.
Biomasa aérea total.			
I,II	16.514	13.867	significativa.
I,III	22.057	13.867	significativa.
II,III	5.543	13.867	no-significativa.

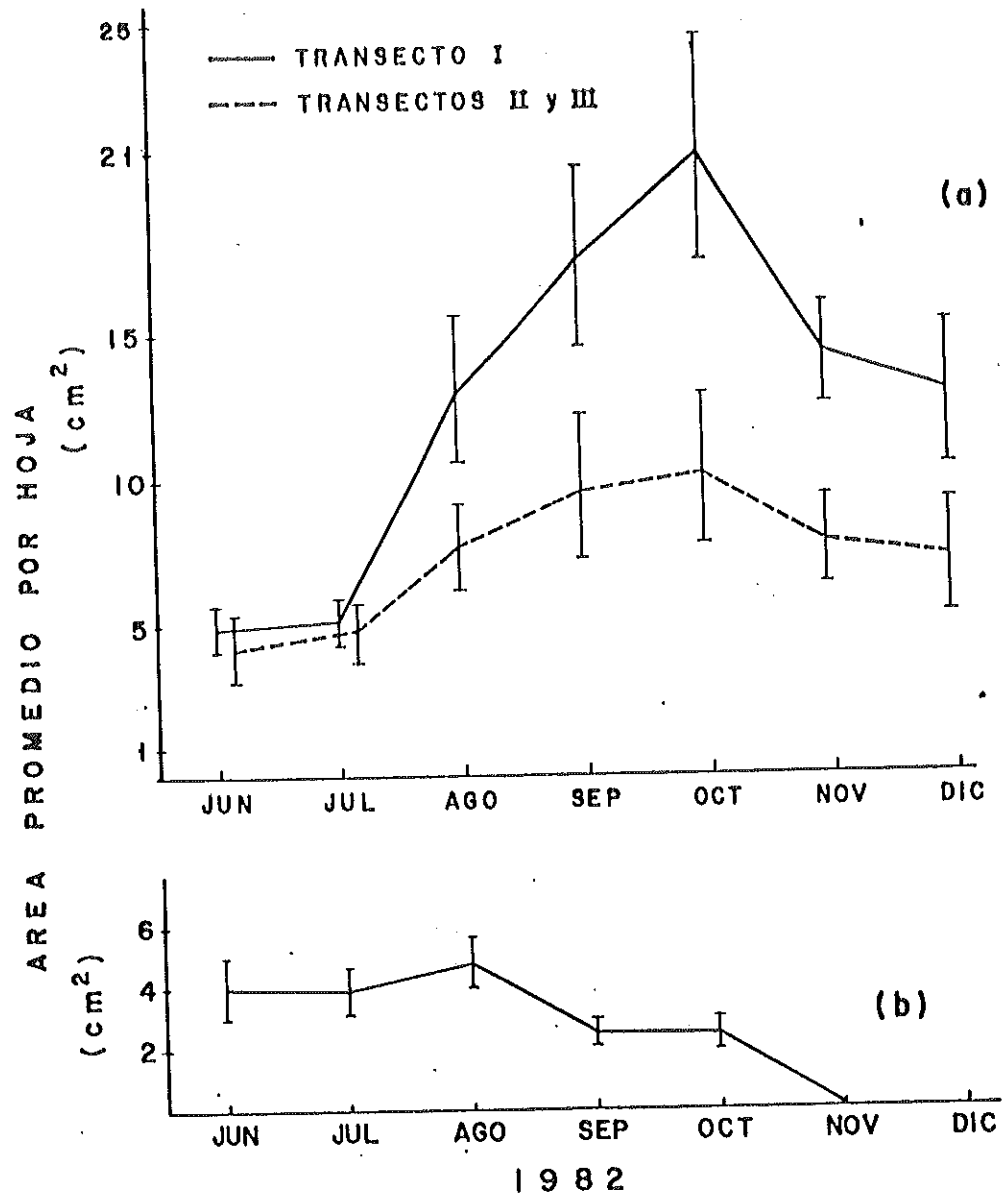


Figura 11.2 Area promedio por hoja (cm^2). a) de tallos vegetativos; b) de tallos reproductivos. Las barras representan ± 1 error estándar.

4.5 .- Area promedio de una hoja de tallo reproductivo.

No hubo diferencias significativas en el tiempo, pero se detectaron diferencias significativas entre transectos con el análisis de varianza no-paramétrico (tabla I), pero al realizar la prueba de comparaciones múltiples de Newman-Keuls, entre transectos, no se presentan diferencias significativas entre éstos, por lo que decidí hacer un promedio de los tres transectos (fig. 11b). El área promedio por hoja varió de 2.4 cm² en septiembre a 4.8 cm² en agosto. Y en promedio tuvo un valor de 3.5 cm² durante el periodo de muestreo.

4.6 .- Area foliar de tallos vegetativos y tallos reproductivos.

No se encontraron diferencias significativas entre transectos, pero sí las hubo entre meses, tanto para tallos vegetativos como reproductivos (tabla I).

En julio, agosto y septiembre se obtienen las máximas áreas foliares de tallos vegetativos, alcanzando un máximo en agosto de 9.4 m² de hoja por m de fondo, después del

cual disminuye hasta alcanzar en diciembre 3.3 m^2 de hoja por m^2 de fondo. El valor mímimo fue de 2.8 m^2 de hoja por m^2 de fondo y se encontró en el mes de junio (fig. 12a).

Para los tallos reproductivos los mayores valores de áreas foliares se presentaron en julio y agosto, alcanzando el máximo en éste último mes, con 0.62 m^2 de hoja por m^2 de fondo, después hay una disminucibn abrupta hasta llegar a un mínimo de 0.008 m^2 de hoja por m^2 de fondo en octubre y presentándose un promedio general de 0.32 m^2 de hoja por m^2 de fondo (fig. 12b).

El valor promedio encontrado en verano para los tallos vegetativos fue de 6.6 m^2 de hoja por m^2 de fondo, y para el otoño de 4.5 m^2 de hoja por m^2 de fondo. Para el área foliar de tallos reproductivos se tuvo en verano un promedio de 0.32 m^2 de hoja por m^2 de fondo.

4.7 .- Biomasa de epífitas de tallos vegetativos.

Hubo diferencias significativas en tiempo y entre transectos (tabla I) separándose, nuevamente, el transecto I de los transectos II y III, no presentando diferencias significativas éstos últimos (tabla II).

A excepción de julio, en todos los meses se presentan los valores más altos en el transecto I. Así, tenemos que el intervalo para este transecto fue de 1.280 g peso seco m^{-2} en diciembre a 8.465 g peso seco m^{-2} en agosto; en el promedio de los transectos II y III el intervalo fue de 0.390 g peso seco en diciembre a 4.008 g peso seco m^{-2} en agosto. Se observa que tanto en el transecto I, como en el promedio de los transectos II y III, agosto fue el mes de máxima biomasa de epifitas (fig. 13a).

En verano se encontraron valores de 4.419 g peso seco m^{-2} en el transecto I y de 2.466 g peso seco m^{-2} en los transectos II y III. En otoño los valores promedio tanto para el transecto I como para los otros dos transectos fueron de 3.578 y 1.738 g peso seco m^{-2} respectivamente.

4.8 .- Biomasa de epifitas de tallos reproductivos.

No hubo diferencias significativas entre meses, pero sí entre transectos, (tabla I); el transecto I fue diferente a los transectos II y III y estos últimos no presentaron diferencias entre sí (tabla II).

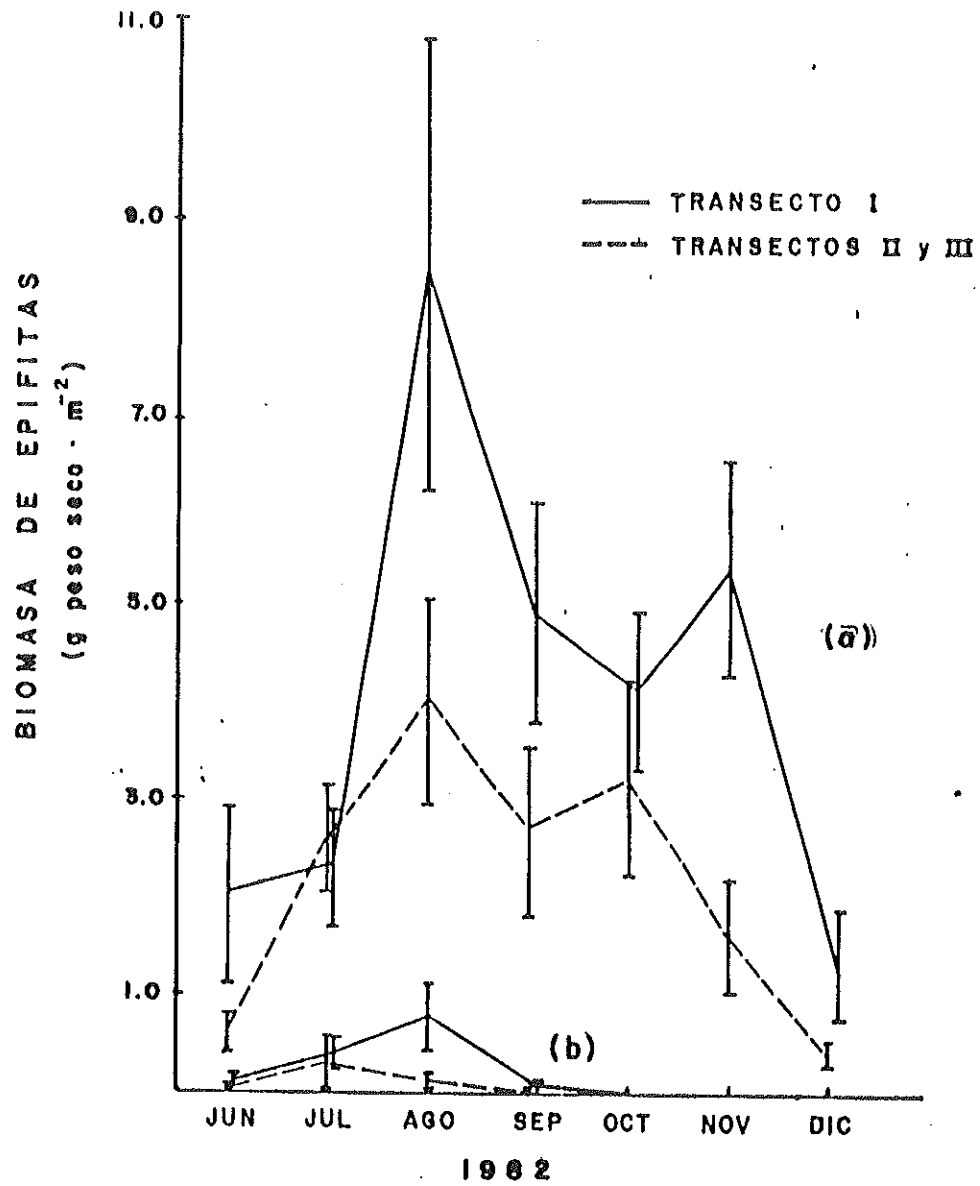


Figura 13.- Biomasa de epífitas (g peso seco m^{-2}). a) de hojas de tallos vegetativos; b) de hojas de tallos reproductivos. Se promediaron los transectos II y III. Las barras representan ± 1 error estándar.

El transecto I siempre presentó los mayores valores de biomasa de epifitas que variaron de 0.09 g peso seco m^{-2} en septiembre hasta 0.77 g peso seco en agosto. El promedio para todo el período de muestreo fue de 0.33 g peso seco m^{-2} . En el promedio de los transectos II y III se obtuvo un intervalo de 0.01 g peso seco en septiembre a 0.27 g peso seco en julio, con un promedio general de 0.12 g peso seco m^{-2} (fig. 13b)

En el período de verano los valores promedio fueron de 0.334 g peso seco m^{-2} para el transecto I y de 0.119 g peso seco m^{-2} para los transectos II y III.

Se sumó la biomasa de epifitas de hojas de tallos vegetativos y reproductivos para obtener una biomasa de epifitas total y se calcularon los porcentajes de ésta con respecto a la biomasa de hojas. Para el transecto I variaron de 2.7% en diciembre a 7.3% en agosto; para el promedio de los transectos II y III varió de 2.3% en diciembre a 4.4% en Octubre. El porcentaje de biomasa de epifitas nunca fue superior al 8%, y en promedio se obtuvo un 4.7% y 3.4% para el transecto I y los transectos II y III respectivamente.

4.9 .- Biomasa aérea total.

Los datos de biomasa aérea total fueron los únicos que se ajustaron a una distribución normal y presentaron homogeneidad de varianzas, por lo que se hizo un análisis de varianza paramétrico, aunque al aplicar el no-paramétrico se obtuvo el mismo resultado.

Se encontró diferencias significativas entre meses y entre transectos (tabla I), separándose nuevamente el transecto I de los transectos II y III, no presentando diferencias estos últimos (tabla II).

En general, las variaciones en el tiempo siguen el mismo patrón, tanto en el transecto I como en la unión de los transectos II y III, encontrando siempre en el primero las mayores biomásas. La biomasa aérea se incrementó desde junio hasta alcanzar un máximo en agosto; para el transecto I este máximo tuvo un valor de 304.3 g peso seco m^{-2} y para la unión de los transectos II y III fue de 198.3 g peso seco m^{-2} (fig. 14). Después de agosto la biomasa aérea disminuyó hasta encontrar en diciembre valores mínimos de 85.8 g peso seco m^{-2} en el transecto I y de 47.8 g peso seco m^{-2} en los transectos II y III.

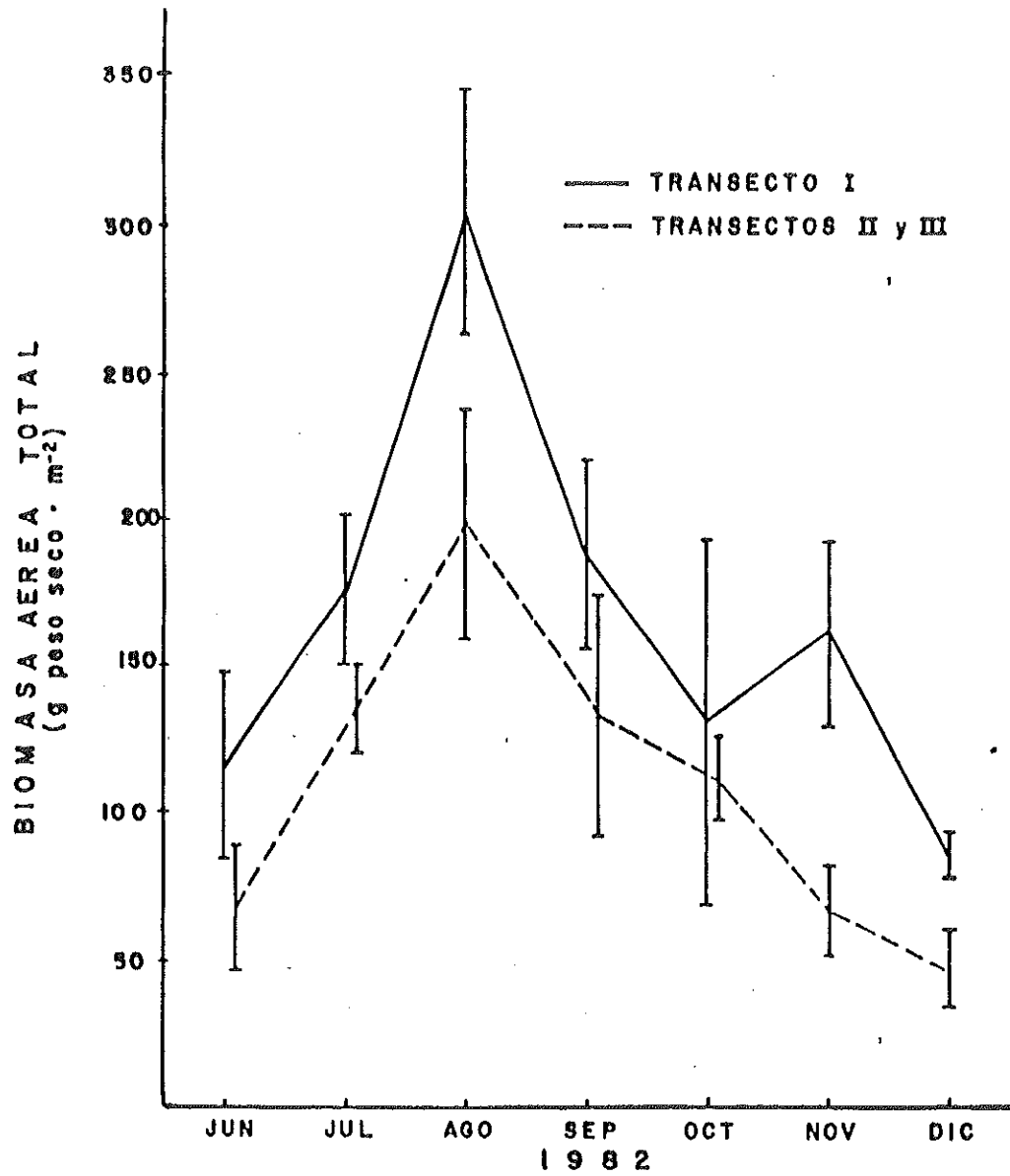


Figura 14.- Biomasa aérea total (g peso seco m^{-2}). Se promediaron los transectos II y III. Las barras representan ± 1 error estándar.

Los valores promedio de verano fueron de 195.8 g peso seco m^{-2} en el transecto I y de 133.5 g peso seco m^{-2} en los transectos II y III. En el periodo de otoño las biomásas fueron en promedio menores, con 125.9 g peso seco m^{-2} en el transecto I y de 75.2 g peso seco m^{-2} en los transectos II y III.

La mayor contribución a la biomasa aérea total la constituyó la biomasa de hojas, el segundo lugar de importancia lo ocuparon las vainas, después las espádiceas y, por último, la biomasa de semillas sin germinar. No se encontró diferencias significativas en los porcentajes de verano y otoño. Por lo tanto, durante el periodo de muestreo, el porcentaje de contribución de cada uno de los constituyentes a la biomasa aérea permaneció constante (tabla III). La biomasa de hojas contribuyó con un porcentaje promedio de 52% para el transecto I y de 55% para los transectos II y III; mientras que, la biomasa de vainas aportó un 37%, tanto para el transecto I como para los dos últimos. La biomasa de espádiceas contribuyeron con 11% y 7%, para el transecto I y los transectos II y III respectivamente; y por último, las semillas sin germinar con un 4% para todos los transectos.

Tabla III.- Porcentajes de los elementos que constituyen la biomasa aérea total. Se promediaron los transectos II y III.

	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
Hojas	43	47	42	57	59	61	55
Vainas	39	40	40	28	35	35	39
Espádices	16	11	17	11	1	--	-
Semillas sin germinar.	3	2	2	5	4	5	6
Hojas	40	59	51	53	59	67	53
Vainas	46	34	39	37	35	31	40
Espádices	12	6	9	5	1	--	-
Semillas sin germinar	2	2	2	5	5	2	8

Se calculó el coeficiente de correlación de Kendall entre biomasa aérea total y algunas variables morfométricas de Z. marina, como son la densidad total de tallos, el área promedio de hojas de tallos vegetativos, densidad de hojas; y también con algunas variables ambientales como las horas de exposición por día y el tamaño de grano (tabla IV). Los datos de ésta última variable fueron tomados de Ibarra-Obando y Elguea-Cazares (en revisión). Existió una asociación muy significativa ($P=0.001$) entre la biomasa aérea y las variables morfométricas usadas en la correlación con Z. marina, y entre las horas de exposición por día. También se encontró una correlación muy significativa entre la densidad de tallos y la densidad de hojas, y entre el área promedio de una hoja y las horas de exposición. El coeficiente más alto obtenido fue de 0.8015 para la asociación entre densidad de tallos y hojas.

Una asociación significativa ($P<0.05$) existió entre densidad de tallos y área promedio de una hoja, densidad de tallos y horas de exposición y entre densidad de hojas y área promedio de una hoja. Por otra parte, no hubo asociación significativa entre densidad de hojas y horas de exposición, o entre tamaño de grano del sedimento y las variables morfométricas usadas.

Tabla IV.- Matriz de coeficientes de correlación de Kendall (tau).

	Biomasa aérea	Densidad de tallos.	Area promedio por hoja.	Densidad de hojas.	Horas de exposición.	Tamaño de grano.
Biomasa aérea total	1	0.3705 P(0.001)**	0.3847 P(0.001)**	0.3795 P(0.001)**	-0.2317 P(0.001)**	-0.005 P(0.940)
Densidad de tallos		1	-0.1697 P(0.011)*	0.8015 P(0.001)**	0.1485 P(0.029)*	0.0116 P(0.864)
Area promedio por hoja			1	-0.1670 P(0.012)*	-0.3790 P(0.001)**	-0.0488 P(0.466)
Densidad de hojas				1	0.859 P(0.203)	0.200 P(0.765)
Horas de exposición					1	0.1299 P(0.056)
Tamaño de grano						1

0.05 > P > 0.01 asociación significativa (*)
 0.01 > P > 0.001 asociación muy significativa (**)

4.10 .- Variables ambientales.

Los datos de temperatura del agua sub-superficial, máxima y mínima, mostraron grandes fluctuaciones, las temperaturas máximas variaron de 22.2 C para el 14 de noviembre a 27.8 C en octubre 15, y las temperaturas mínimas presentaron un intervalo de 11.1 C para el primero de noviembre a 17.8 C en octubre. Los datos de temperatura del agua subsuperficial, medida quinconalmente con termómetro de cubeta, presentaron un patrón estacional con valores altos en verano disminuyendo hacia el invierno (tabla V). Las temperaturas máximas encontradas en este estudio, son mayores a las reportadas por Alvarez-Borrego y Alvarez-Borrego (op. cit) quienes reportan temperaturas máximas de 23.5 C para la entrada de Bahía Falsa y de 25.3 C para la cabeza.

La salinidad del agua no presentó grandes variaciones, encontrándose un rango de 34.0‰ a 35.6‰, con una ligera disminución de verano a otoño de apenas 1‰ (tabla V). Estas salinidades están dentro del rango reportado para la bahía por Lara-Lara y Alvarez-Borrego (1975).

Tabla V.- Variables físico-químicas tomadas en la zona de estudio.

F E C H A	H O R A	T°C SUBSUPERFICIAL			SALINIDAD ‰	NUTRIMENTOS (µM)				
		MAX.	MIN.	T. C.		PO ₄	SiO ₂	NO ₃	NO ₂	
JULIO 7	7:30	-	-	19.8	35.0	1.827	24.368	2.276	0.289	
JULIO 19	6:45	-	-	19.8	35.00	2.104	24.625	5.911	0.242	
AGOSTO 3	6:00	-	-	22.9	35.6	1.651	18.929	1.275	0.269	
AGOSTO 18	6:00	22.20	19.98	20.9	35.6	1.742	28.414	5.403	0.316	
SEPTIEMBRE 1	5:00	-	-	20.5	35.6	1.242	22.321	1.672	0.322	
SEPTIEMBRE 15	15:30	24.42	12.21	22.1	34.9	1.592	18.907	2.097	0.272	
OCTUBRE 5	16:00	26.64	17.76	21.2	35.6	1.357	17.279	1.987	0.115	
OCTUBRE 15	13:30	27.75	17.76	20.9	34.8	1.150	18.528	2.330	0.173	
NOVIEMBRE 1	12:30	25.53	11.10	20.2	35.4	0.969	13.822	2.631	0.167	
NOVIEMBRE 14	13:50	22.20	16.65	17.6	34.8	1.053	16.264	2.933	0.201	
NOVIEMBRE 28	14:45	25.53	13.30	18.3	34.4	0.759	15.030	3.317	0.211	
DICIEMBRE 13	15:30	-	-	17.4	34.0	1.082	18.565	3.495	0.274	

Las concentraciones de fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos, fueron en promedio menores en otoño que en verano. Los fosfatos fluctuaron de 0.759 μm para el 28 de noviembre a 2.104 μm en julio 19; los silicatos de 13.822 μm para el primero de noviembre a 28.414 μm en agosto 18; los nitratos de 1.275 μm en agosto 3 a 5.9 μm para el 19 de julio; y por último, los nitritos variaron de 0.115 μm en octubre 15 a 0.322 μm en septiembre 1 (tabla V).

Los fosfatos se presentaron dentro de los rangos establecidos por Lara-Lara y Alvarez-Borrego (1975); las concentraciones de silicatos, nitritos y nitratos fueron superiores a los reportados por Hillán-Núñez et al (op. cit.), para la entrada de la Bahía Falsa.

Las horas de exposición promedio por día variaron de 0.2 horas en noviembre a 1.8 en junio para el transecto I; de 0.8 horas en octubre a 2.8 en junio para el transecto II y de 1.8 horas en noviembre a 4.3 en octubre para el transecto III; las mayores fluctuaciones tuvieron lugar en otoño. En promedio se tuvo 1.0, 2.0 y 3.4 horas para los transectos I, II y III respectivamente (fig. 15).

En este trabajo no se midió la irradiancia solar pero

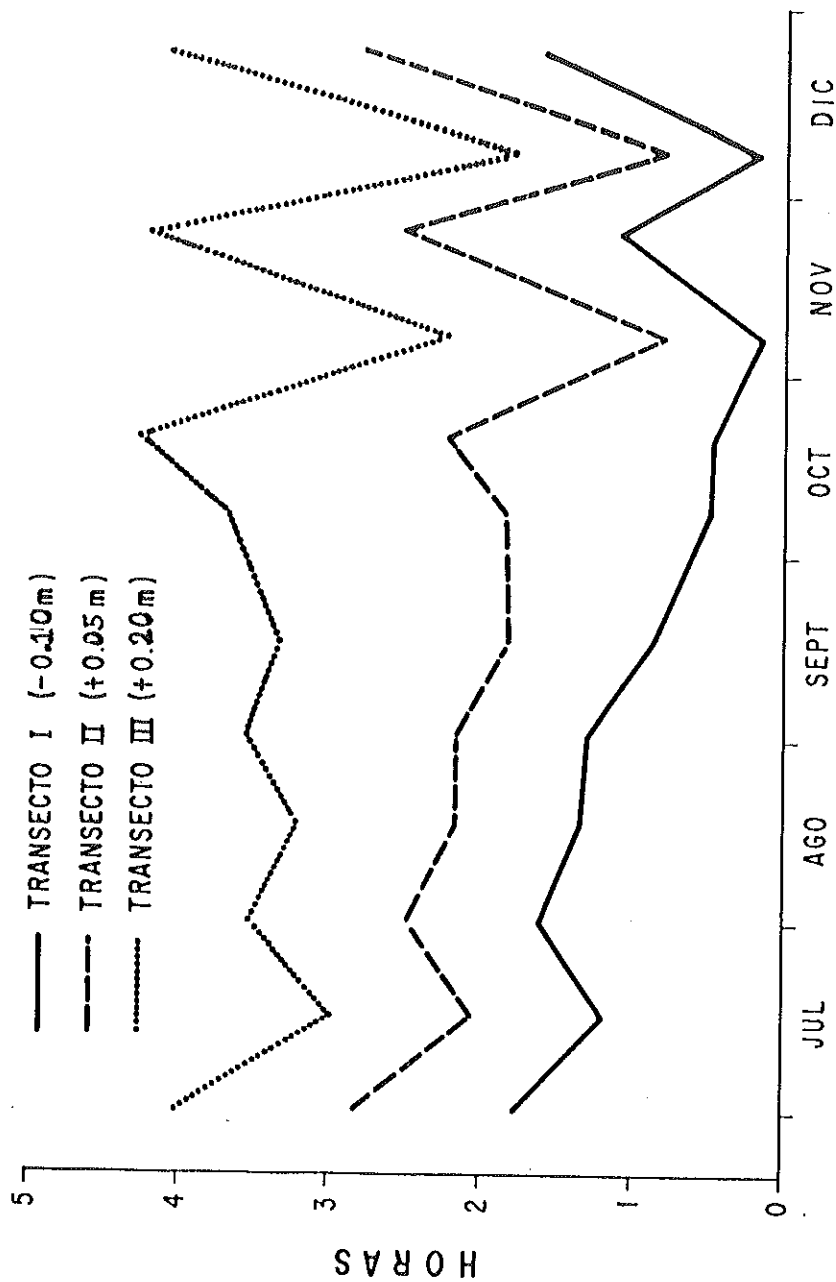


Figura 15.- Horas de exposición promedio por día para cada uno de los transectos.

se obtuvieron datos de incidencia de radiación solar promedio por metro cuadrado, para la zona (Nelson y Husby, 1983).

La incidencia de radiación solar fluctúa de 220 watts m^{-2} en julio a 112 watts m^{-2} en diciembre. Las incidencias solares son similares de junio a septiembre, a partir del cual disminuyen en forma más abrupta hasta un mínimo en diciembre (fig. 16).

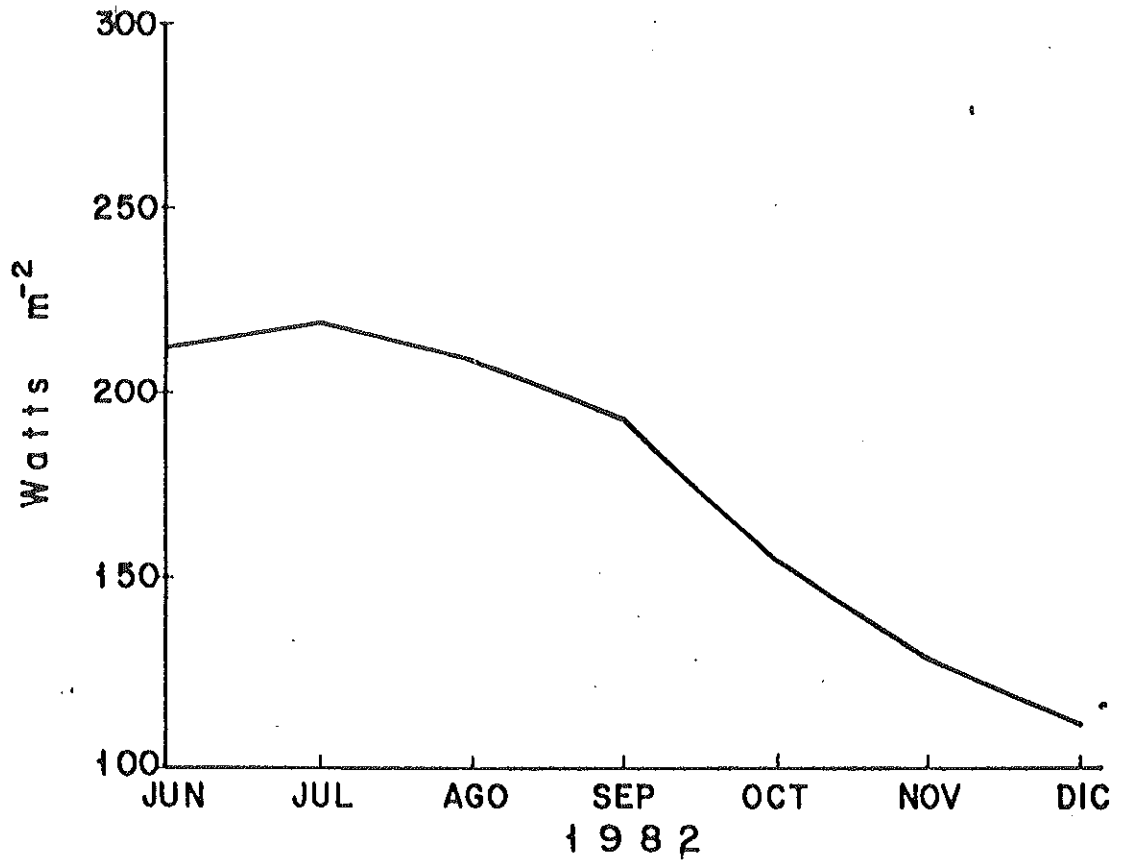


Figura 16.- Incidencia de radiación solar en el cuadrante que comprende la Bahía de San Quintín, B. C. México. (Datos obtenidos de Nelson y Husby, 1983).

5 .- DISCUSION

La literatura menciona un patrón general desde su límite superior de distribución vertical de Z. marina, en el cual su densidad aumenta hasta una profundidad óptima, casi siempre cercana al nivel de bajamar media inferior, para después disminuir hasta el límite inferior de su distribución. Este patrón ha sido observado por varios autores: McRoy (1966); Burkholder y Doheny (1968); Phillips (1972); Backman y Barilotti (1976); Moody (1978) y Bayer (1979), entre otros. El patrón antes mencionado no se encontró en este estudio debido, probablemente, a que la diferencia en las alturas de los transectos no fue lo suficientemente grande como para detectar diferencias significativas en la densidad de tallos. Esto concuerda con lo reportado por Keller y Harris (1966) quienes tampoco encontraron diferencias significativas en la densidad de tallos y hojas en función de la profundidad, a niveles del mar comparables a los nuestros.

Los datos de densidad de tallos vegetativos, reproductivos y el total, no presentaron diferencias significativas en función de la profundidad.

En el caso de la densidad de tallos vegetativos se pudo cometer un error de tipo II al afirmar que no se presentaron

diferencias significativas entre transectos, cuando en realidad sí las había, pues la probabilidad de χ^2 está cercana al nivel de significancia fijado; por esta razón se presentan en el apéndice A1 los datos de densidad de los tres transectos, tanto para tallos vegetativos como para el total de los mismos.

La densidad de tallos vegetativos y el total de tallos presentaron un patrón estacional unimodal con máximos en julio y una reducción de tallos de julio a diciembre de 78% para tallos vegetativos y 79% para el total. Se cree que este comportamiento es una respuesta a la reducción de luz que se presenta en los meses de otoño. La luz ha sido identificada como el factor determinante que controla la abundancia de pastos marinos, tanto espacial como estacionalmente (Bukholder y Doheny, 1968; Phillips, 1972; Backman y Barilotti, 1976). En la zona de estudio, la disminución de radiación solar es más pronunciada de octubre a diciembre. Además, en este periodo se presentaron las mayores fluctuaciones de horas de exposición y una alta biomasa de macroalgas flotantes (Ibarra-Obando y Aguilar-Rosas, 1985), factores que pudieron determinar una baja densidad de tallos por metro cuadrado en los meses de otoño. Si comparamos los datos de densidad de tallos m^{-2} encontrada en Bahía Falsa, San Quintín, con otros sitios de la costa este del Pacífico, (tabla VI) se observa que es

Tabla VI .- Densidad de tallos en varios sitios de la costa este del Pacífico. (Tallos m⁻²).

Lugar	Altura respecto al nivel del mar.	Intervalo (Tallos m ⁻²)		
Puget Sound, Washington (Phillips, 1972)	Bush Point	Alki Point		
	-0.33	-0.33	592-1216	576-1323
	-1.7	-0.45	118-344	43-522
	-3.4	-1.26	43-97	194-506
Yaquina Estuary, Oregon (Bayer, 1979)	De +1.13 a -1.01	De 0 a 164		
Netarts Bay, Oregon (Kentula, 1983)	+1.4	500 - 1761		
	+1.2	929 - 1400		
	+1.1	995 - 3845		
Humboldt Bay, California. (Keller y Harris, 1966)	De +1.0 a -1.5	143 - 470		
Alaska (McRoy, 1970)	-	599 - 4576		
Alaska (McRoy, 1966)	Praderas intermareales: someras 2102 profundas 1497	Praderas submareales: 710		
Bahía Falsa, San Quintín B. C. Mexico. (Este estudio).	+0.20	570 - 2660		
	+0.05	285 - 1895		
	-0.10	225 - 1705		

comparable a las densidades de tallos m^{-2} reportados para Alaska (McRoy, 1966, 1970) y Netarts Bay, Oregon (Kentula, 1983); y que es mayor a las densidades encontradas para Roberts Bank, Columbia Británica (Moody, 1978), Puget Sound, Washington (Phillips, 1972), Yaquina Estuary, Oregon (Bayer, 1979) y Humboldt Bay, California (Keller y Harris, 1966).

Los tallos reproductivos se encontraron en verano, y hubo una ausencia de ellos en noviembre y diciembre, esto último pudo deberse a la disminución de radiación solar. Esto concuerda con Backman y Barilotti (1976), quienes establecen que a menor irradiancia, menor capacidad de floración; lo mismo fué observado por Kentula (1983), quien reporta la ausencia de tallos reproductivos durante los meses de menor radiación fotosintéticamente activa.

Al comparar con otros sitios de la costa este del Pacífico (tabla VII) se observa que Bahía San Quintín presenta, en promedio, un mayor porcentaje de tallos reproductivos que los sitios de mayor latitud, a excepción de Yaquina Estuary en Oregon y Agua Hedionda en el sur de California. La diferencia que se presenta con respecto al primer sitio se debe a que los valores reportados corresponden al intermareal superior y los nuestros al intermareal inferior y a la zona de transición (Ibarra-Obando y Huerta-Tamayo, en revisión).

Tabla VII.- Porcentajes de tallos reproductivos de *Z. marina* L.
en algunos sitios de la costa este del Pacífico.

Lugar	Promedio	Intervalo (%)
Alaska (McRoy, 1970)	--	3.3 - 4.5
Roberts Bank, Columbia Británica. (Moody, 1978)	--	0.8 - 8.6
Puget Sound, Washington. (Phillips, 1972)	Bush Point Intermareal 8.4 Submareal 7.0	0.9 - 18.3
	Alki Point Intermareal 4.4 Submareal 6.6	
Yaquina Estuary, Oregon. (Bayer, 1979).	17	
Netarts Bay, Oregon. (Kentula, 1983).	2.6	0.8 - 5.3
Agua Hedionda Lagoon, Sur de California. Backman y Barilotti, 1976)	33	
Bahía Falsa, San Quintín. (este estudio).	10	1 - 23

El segundo sitio es un cuerpo de agua muy encerrado, con una estrecha comunicación con el mar, por lo tanto, las condiciones de oleaje pueden ser más constantes y las temperaturas más altas. Jacobs (1984) concluye que la proporción de tallos reproductivos es más alta dónde y cuando la intensidad de luz y la temperatura del agua tienden a ser más altas, y en San Quintín las mayores radiaciones solares y las más altas temperaturas del agua subsuperficial se presentaron en verano (tabla V). El mismo autor dice que una confirmación de que la abundancia de tallos fluctúa estacionalmente como consecuencia de la luz disponible, es que las máximas densidades se presentan en forma desfasada conforme se avanza hacia el norte; así, se tiene que en el límite sur de la distribución de Z. marina los máximos se presentan en junio y julio y cerca del extremo norte en agosto y septiembre.

Los mayores porcentajes de semillas germinadas se encontraron en otoño con un promedio en este periodo de 37%. En Chesapeake Bay, Virginia, Orth y Moore (1983) encontraron germinación máxima en otoño y primavera; en contraste, en Puget Sound, Washington (Phillips, 1972) y en Netarts Bay, Oregon (Kentula, 1983), se encontró germinación máxima de abril a julio. En este último sitio las semillas germinadas representaron un 2.7% respecto a la densidad total de tallos. No ha sido definido el principal factor que controla la

germinación de semillas. Phillips (1972) establece que las bajas salinidades (10%) favorecen la germinación, mientras que Orth y Moore (1983) encuentran que la temperatura es el principal factor, resultando en una mayor germinación a temperaturas bajas (0-10 C); sin embargo, estos últimos autores concluyen que es un conjunto de factores del medio ambiente actuando sinérgicamente lo que influye en la germinación de las semillas.

Con base en lo anterior, se puede decir que en Bahía Falsa, San Quintín, la reproducción sexual es más importante que en otros sitios de mayor latitud en la costa este del Pacífico. (Tabla VII)

La densidad de hojas por metro cuadrado de tallos vegetativos y tallos reproductivos tuvo patrones similares, tanto espacial como estacionalmente; se presentó una asociación muy significativa entre la densidad de hojas y la densidad de tallos con el mayor coeficiente de correlación observado, 80%.

El área foliar disponible como sustrato para epifitas está en función de la densidad de hojas y de su área. La densidad de hojas no presentó diferencias significativas entre transectos pero el área promedio por hoja sí, con las mayores áreas en el transecto I (el más profundo). Esta

diferencia no se refleja en el área foliar como sustrato para epifitas (ya que no se encontraron diferencias significativas entre transectos). Asimismo, aunque en otoño se incrementa el área por hoja, la densidad de hojas por metro cuadrado es mucho menor, lo que resulta en bajas áreas foliares como sustrato para epifitas durante este periodo. Por lo tanto, la variación estacional en la densidad de hojas fue lo que más influyó en las variaciones del área foliar como sustrato para epifitas en el tiempo.

Tanto la biomasa de epifitas de tallos vegetativos como de tallos reproductivos tuvieron diferencias significativas con respecto a la profundidad en ambos tipos de tallos. Tomando en cuenta que el área foliar como sustrato de epifitas no presentó diferencias entre transectos, probablemente las diferencias en la biomasa de epifitas con respecto a la profundidad parecen estar determinadas por las horas de exposición. Los transectos más someros tuvieron mayores horas de exposición, lo que implica una mayor desecación y mayor estrés en las asociaciones de diatomeas epifitas de Z. marina. Por otra parte, en otoño hubo menores temperaturas del agua, menores áreas foliares, menor disponibilidad de luz y mayores fluctuaciones en horas de exposición, lo que afectó al desarrollo de las epifitas y tuvo como consecuencia bajas biomásas de éstas en las hojas de tallos vegetativos durante el periodo de otoño. En

general, la biomasa de epifitas encontrada fue baja, nunca superior al 8% de la biomasa de hojas; mientras que en Carolina del Norte, Penhale, (1977) y en Netarts Bay, Oregon, Kentula (1983) encontraron que las epifitas representan un 25% de la biomasa aérea. El substrato en el que se desarrollan las epifitas, las hojas del pasto marino, está en constante renovación. El tiempo de vida de las hojas de Z. marina en Bahía San Quintín es en promedio de 34 días (Ibarra-Obando y Huerta-Tamayo, en revisión), menor a lo encontrado por Penhale (1977), 56 días, y menor también a lo reportado por Kentula (1983), 46 días. Además, en Bahía San Quintín, el intervalo plastocrón (Patriquin, 1973) que es el tiempo promedio entre la aparición de dos hojas sucesivas, y el intervalo de exportación (Kentula, 1983) que es el tiempo promedio entre la desaparición de dos hojas sucesivas, no presentaron diferencias significativas durante el periodo de verano-otoño (Ibarra-Obando y Huerta-Tamayo, en revisión). Este hecho, aunado al poco tiempo de vida de las hojas, resulta en una constante y elevada tasa de renovación de éstas, lo que deja un tiempo muy breve para la instalación y crecimiento de las asociaciones de diatomeas epifitas.

Otras variables que pudieron haber influido en la baja biomasa de epifitas encontrada son la acción de organismos pastoreadores (que pueden actuar como control natural en áreas y época en que la luz y nutrientes no son limitantes,

Orth y van Montfrans, 1984), el efecto de la disminución de luz en otoño y el estrés a que son sometidas las epifitas por las mayores horas de exposición en los transectos más someros.

En muestras de hojas de Z. marina colectadas durante el mismo período de muestreo se estudió la estructura de las asociaciones de las diatomeas epifitas, encontrando 235 taxa, de los cuales el mayor número de especies pertenecía a los géneros Nitzschia (37), Navicula (33), Amphora (24), Cocconeis (17) y Achnantes (11) (Siqueiros-Beltrones e Ibarra-Obando, 1985). Las asociaciones se caracterizaron por la presencia de pocas especies muy abundantes (pioneras y coloniales) y muchas especies raras (Siqueiros-Beltrones et. al., 1985). Como las hojas fueron colectadas al azar en la pradera, sin tomar en cuenta los niveles de profundidad, las variaciones espacio-temporales en la estructura de las asociaciones de diatomeas epifitas no se pudieron relacionar con las variaciones en la biomasa de Z. marina o sus epifitas.

La biomasa aérea total presentó un patrón unimodal con un máximo en agosto después del cual disminuye en promedio un 70% en diciembre; este patrón unimodal se relaciona con el comportamiento de la densidad total de tallos m^{-2} , aunque el máximo de ésta ocurrió en julio. Este desfase de un

mes en los máximos de densidad y biomasa, se podría deber a las diferencias que se presentan en el área promedio por hoja, ya que ésta última fue mayor en agosto que en julio. La pradera de Z. marina, estudiada en Bahía Falsa, San Quintín, presentó algunas características del segundo grupo que Jacobs (1984) establece con base en datos de biomasa, ya que presentó gran diferencia entre valores de biomasa máxima y mínima y gran porcentaje de semillas germinadas.

En el transecto más profundo siempre se presentaron mayores biomasa aérea que en los transectos más someros. Estas diferencias en profundidad no se encontraron en la densidad total de tallos m^{-2} , pero sí en el área promedio por hoja, con mayores áreas en el transecto más profundo; por lo tanto, las diferencias verticales de esta última variable explicarían las diferencias en la biomasa aérea total encontradas en función de la profundidad. Esto puede confirmarse con los resultados obtenidos por Vasquez-Olguín (1986), quien hizo el análisis morfométrico de las hojas de Z. marina durante el mismo periodo de muestreo, encontrando que el ancho, largo y área promedio de la hoja más desarrollada de un tallo, con respecto a la profundidad, eran mayores en el transecto I que en los transectos II y III.

Los valores absolutos encontrados en este estudio, para la biomasa aérea total, están dentro de los intervalos de la

mayoría de las localidades estudiadas por McRoy (1970) en Alaska; este autor ubica las biomásas obtenidas, en tres niveles, y los valores encontrados en este estudio caen en los niveles bajo o intermedio. En general, la biomasa aérea total encontrada durante el verano, en San Quintín, es mayor a la reportada en algunos sitios de la costa este del Pacífico; así, tenemos que es mayor a las sealadas por Phillips (1972) en Puget Sound, Washington, por Kentula (1983) en Netarts Bay, Oregon y por Moody (1978) en Roberts Bank, Columbia Británica. Si se toma en cuenta la altura de los transectos, la biomasa encontrada en este estudio es comparable a la de Keller y Harris (1966) en Humboldt Bay, California. (Tabla VIII)

La biomasa aérea estuvo correlacionada muy significativamente con algunas variables de Z. marina como la densidad de tallos, de hojas y el área promedio de hojas, además de las horas de exposición por día, aunque con esta última se tuvo una correlación negativa. McRoy (1970) sugiere que la densidad y algunas variables morfométricas de Z. marina pueden ser usadas como índices para la determinación de biomasa, pero en el presente trabajo no fue posible hacer ningún análisis de regresión múltiple que pondría de manifiesto este tipo de relación; esto se debe a que los residuos de la mayoría de las variables no se ajustaron a una distribución normal, ni siquiera con una

transformación logarítmica en base 10 o natural.

Tabla VIII.- Biomasa aérea de Z. marina L. en varios sitios de la costa este del Pacífico. (g peso seco m²).

Lugar	Altura respecto al nivel del mar.	Promedio de biomasa en verano.	Intervalo (g peso seco m ²)
Alaska (McRoy, 1966)	-	-	186-- 324
Alaska (McRoy, 1970)	-	-	57 - 1047
Puget Sound, Washington (Phillips, 1972)	Bush Point -0.33 -1.7 -3.4	Alki point -0.33 -0.45 -1.26	A.P. B.P. 66-230 44-102 42-295 3-65 19-76 26-239
Netarts Bay, Oregon. (Kentula, 1983)	+1.4 +1.2 +1.1	40.9 63.9 186.6	7.2 - 57.1 11.3 - 71 57.6 - 256.2
Humboldt Bay, California (Keller y Harris, 1966)	+1.0 +0.5 0.0 -0.5 -1.5	39.8 87.1 129.0 191.4 334.5	38.7 - 419.6
Humboldt Bay, California (Harding y Butier, 1979)	áreas intermareales y submareales		140 - 730
Bahía Falsa, San Quintín B. C. México. (Este estudio)	+0.20 +0.05 -0.10	136.3 157.2 195.8	41.2 - 184.8 54.5 - 262.7 85.8 - 304.3

6 .- CONCLUSIONES

- 1.- A excepción de Alaska y Oregon, en este estudio se encontró una mayor densidad que en otros sitios de la costa este del Pacífico.
- 2.- Las fluctuaciones en el patrón temporal de densidad total de tallos están relacionadas con las fluctuaciones temporales de intensidad luminosa.
- 3.- El porcentaje de tallos reproductivos fue en promedio 10% y de semillas germinadas, en otoño, fue de 37% lo que indicó que la reproducción sexual fue más importante en Bahía Falsa, San Quintín que en otros sitios de la costa este del Pacífico.
- 4.- La densidad de hojas tuvo el mismo patrón espacial y temporal que la densidad de tallos m^{-2} , pero el área promedio por hoja se presentó de forma diferente; así tenemos alta densidad de hojas pero de tamaño pequeño en los transecto más someros II y III, y hojas de gran tamaño en el transecto más profundo, el I.
- 5.- El área foliar como substrato para epifitas y la biomasa

de éstas, presentaron tendencias diferentes en el espacio, pero similares en el tiempo.

6.- La biomasa de epifitas nunca fue superior al 8% de la biomasa de las hojas.

7.- La biomasa aérea total encontrada en Bahía Falsa, San Quintín fue mayor, en promedio, a otros estudios del Pacífico para la misma época y a un intervalo de alturas similares.

7 .- RECOMENDACIONES

- 1.- Completar un ciclo anual en el estudio de la biomasa de Z. marina en Bahía Falsa, San Quintín, pero establecer sólo dos transectos: uno en el área más profunda del intermareal y el otro en el área intermedia del nivel de transición.
- 2.- Aumentar el número de réplicas para poder reducir el error estándar y poder encontrar el mejor método que nos ayude a definir índices para la evaluación de la biomasa abrea.
- 3.- Extender el estudio a praderas de Z. marina ubicadas en el área del submareal y en praderas pegadas a la costa, para evaluar su potencial.
- 4.- Una vez identificado el período de máximo rendimiento, realizar evaluaciones en diferentes sitios de la bahía, a mayor escala, para poder hablar del potencial de biomasa en la totalidad de la Bahía de San Quintín.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Rosas R. y J. López-Ruelas. 1985. Halodule wrightii Aschers (Potamogetonales:Cymodoceae) en la Bahía de Topolobampo, Sinaloa, México. Ciencias Marinas 11:87-91
- Alvarez-Borrego, J. y S. Alvarez-Borrego. 1982. Temporal and spatial variability of temperature in two coastal lagoons. CALCOFI, Rep.23:188-197.
- Atlas, E.L., S.W. Hager, L.I. Gordon y P.K. Park. 1971. A practical manual for use of the Technicon Autoanalyzer in seawater nutrient analyses; revised. Tech. Rep. 215 to Off of Naval Res. Contract No. N00014-67-A-0369-0007. Oregon State Univ., Dept of Oceanog., Ref.71-22 49p.
- Backman, T. W., y D. C. Barilotti. 1976. Irradiance reduction : effects on standing crops of the eelgrass Zostera marina in a coastal lagoon. Mar. Biol.. 34:33-40.
- Barnard, J.L. 1962 Benthic marine exploration of Bahía de San Quintín, Baja California, 1960 - 1961. Pacific

Naturalist 3: 251-269 .

- Bayer, D. R.. 1979. Intertidal zonation of Zostera marina in the Yaquina estuary, Oregon. *Syccsis*, 12: 147-154.
- Borum, J. y S. Wium-Anderson. 1980. Biomass and production of epiphytes on eelgrass Zostera marina in Oresund, Denmark. *Ophelia*, Suppl. 1: 57-64
- Burkholder, P.R. y T.E. Doheny. 1968. The biology of eelgrass. Departments of conservation and waterways, Town of Hempstead. Point Lookout. E.U.A. 1-119pp.
- Dawson, E.Y. 1951. A further study of upwelling and associated vegetation along pacific Baja California, Mexico. *J. Marine Res.*, 10:39-50.
- Dawson, E.Y. 1962 Benthic marine exploration of Bahia San Quintin, B. C. 1960-1961. Marine and Marsh Vegetation. *Pacific Naturalist*. Vol. 3:275-280.
- Den Hartog, C. 1970 The seagrasses of the world North-Holland Publ. Co., Amsterdam. 275 pp.

Felger, R. y C. P. McRoy. 1974. Seagrasses as potential food plants. En: Somers, G. F. (ed.) Seed-Bearing halophytes as food plants. Proc. Conf. Univ. of Delaware Vienc.

Darding, L. W. Jr. y James H. Butler. 1979. The standing stock and production of eelgrass, Zostera marina, in Humboldt Bay, California. Calif. Fish and Game, 65: 151-158.

Huerta-Tamayo, R. 1985. Producción aérea de Zostera marina L. en Bahía Falsa, San Quintín de junio a diciembre de 1982. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C. Ensenada, B.C.

Ibarra-Obando S. y G. Elguea-Cazares. Biomasa de diatomeas bentónicas en una pradera de pastos marinos en el Pacífico mexicano. Ciencias Marinas. (en revisión).

Ibarra-Obando, S. y R. Aguilar-Rosas. 1985. Macroalgas flotantes y epifitas asociadas con Zostera marina en Bahía San Quintín, (B.C. Mexico), durante verano-otoño de 1982: Biomasa y composición taxonómica. Ciencias Marinas. 11: 89-104

- Ibarra-Obando, S. y R. Huerta-Tamayo. Biology of Zostera marina L. in the Pacific Coast of Mexico. I. Blade Production. Aquatic Botany, (en revisión).
- Jacobs, R.P.W.M. 1984. Biomass potential of eelgrass (Zostera marina L.). Critical Reviews in plant sciences. Vol. 2 No. 1. C. R. C. Press. p. 49-70.
- Jacobs, R.P.W.M. y E. S. Pierson 1981 Phenology of reproductive shoots of eelgrass, Zostera marina L., at Roscoff, France. Aquatic Botany. 10 45-60.
- Keller, M. y S. W. Harris. 1966. The growth of eelgrass in relation to tidal depth. J. Wildl. Manage. 30:280-285.
- Kentula, M. E. 1983. Production dynamics of Zostera marina L. bed in Netarts Bay, Oregon. Thesis PH. D. Oregon State University.
- Lankford, R. R. 1977 Coastal Lagoons of Mexico, their origin and clasification. En: Wiley, M. (ed) Estuarine Processes. Vol II. Academic Press, N. Y. pp 48 - 62.

Lara-Lara, R. y S. Alvarez-Borrego. 1975. Ciclo anual de clorofilas y producción orgánica primaria en Bahía San Quintín, B. C. *Ciencias Marinas* 2:77-97

Lot Helgueras, A. 1971 Estudios sobre fanerógamas marinas en las cercanías de Veracruz, Ver. *An. Inst. Biol. U.N.A.M.* 42, ser. Botánica 1:1-48.

McRoy, C. P. 1966 . The standing stock and ecology of eelgrass, Zostera marina, Izembek Lagoon, Alaska. B. S. Thesis. Univ. Washington, Seattle. 138 pp.

McRoy, C. P. 1970 The standing stock and ecology of eelgrass Zostera marina L. in Izembek lagoon, Alaska. *Masters abstracts*.8(4).

McRoy, C. P. 1970a Standing stocks and other features of eelgrass Zostera marina populations on the coast of Alaska. *J. Fis. Res. Board Canada* 27:1811-1821.

McRoy, C. P. y C. McMillan, 1977. Production ecology and physiology of seagrasses. En: Seagrass ecosystems. A scientific perspective. C. Peter McRoy and Carla Helfferich (ed) Marcel Dekker, Inc. N. Y. and Basel. pp 53-88.

McRoy, C. P. y Goring J. J. 1974 Nutrient transfers between the seagrass Zostera marina and its epiphytes. Nature, 248: 173-174 .

Hillán-Núñez, R., S. Alvarez-Borrego y D. Nelson. 1982. Effects of physical phenomena on the distribution of nutrients and phytoplankton productivity in a coastal lagoon. Estuar. Coastal Shelf Sci., 15:315-335.

Moody, R. 1978. Habitat, population and leaf characteristics of seagrass (Zostera marina L.) on Roberts Bank, B. C. M.S. thesis. Univ. of British Columbia. 104p.

Nelson, C.S. y D.M. Husby. 1983. Climatology of surface heat fluxes over the California Current Region. NOAA Technical Report NMFS SSRF-463 160p.

Orth, R.J. y J. van Montfrans. 1984. Epiphyte-seagrass relationships with an emphasis on the role of micrograzing: a review. Aquatic Botany, 18:43-69.

Orth, R.J. y K.A. Moore. 1983. Seed germination and seedling growth of Zostera marina L. (eelgrass) in the Chesapeake Bay, Aquatic Bot. 15 117-131.

- Ortuzar, X. 1978 Conceptos fundamentales para el conocimiento adecuado de la zona costera: Diagnósis ecológica. Ciencia y Desarrollo. No. 19:28-37.
- Patriquin, D. 1973. Estimation of growth rate, production and age of the marine angiosperm Thalassia testudinum König. Carib. J. Sci., 13:111-123.
- Penhale, P. 1977. Macrophyte biomass and productivity in an eelgrass (Zostera marina L.) community. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 26:211-224.
- Phillips, R. C. y S. Grant. 1965. Environmental effects on Phyllospadix scouleri H. and Zostera marina L. leaves. Am. J. Bot. 52. 644.
- Phillips, R. C. 1972 Ecological life history of Zostera marina L. (eelgrass) in Puget Sound, Washington. University of Washington. Ph. D. Tesis. Botany.
- Phillips, R. C. 1974 Transplantation of seagrasses with special emphasis on eelgrass, Zostera marina L. Aquaculture, 4:161-176.
- Phillips, R. C. 1978 Seagrasses and the coastal marine

- environment. *Oceans* 21:30-41.
- Phillips, R. C. 1980 Overview of seagrass studies, with special reference to tropical species. In: Abbott I. A., Foster M. S. and L. F. Eklund. Cal. Seagrass College Program. Ins. of Mar. Res. Univ. of Cal. La Jolla, Cal.
- Sand Jensen, K. 1977. Effect of epiphytes on eelgrass photosynthesis. *Aquatic Botany*, 3 p.55-63.
- Sauvageau, C. 1891. Sur la tige des Zostera. *Jour. de Bot.*, vol 5, pp.33-45, 59-68.
- Scagel, R. F. 1961. Marine plant resources of British Columbia. *Fish. Res. Bd, Canada, Bull.* 127.
- Setchell, W. A. 1929. Morphological and phenological notes on Zostera marina L. *Univ. Cal. Pub. Bot.*, 14:389-452.
- Setchell, W. A. 1933 A preliminary survey of the species of Zostera. *Proc. Nat. Acad. Sci. Wash.* 19:810-817.
- Siqueiros-Beltrones, D. y S. Ibarra-Obando. 1985. *Lista*

- florística de las diatomeas epifitas de Zostera marina en Bahía Falsa, San Quintín, Baja California. Ciencias Marinas. vol 11, p.21-67.
- Siqueiros-Beltrones, D., S. Ibarra-Obando y D. Loya-Salinas. 1985. Una aproximación a la estructura florística de las diatomeas epifitas de Zostera marina, y sus variaciones temporales, en Bahía Falsa, San Quintín, B. C. Ciencias Marinas. vol 11 p. 69-88.
- Sverdrup, H., M.W. Johnson y R.H. Fleming, 1970. The Oceans. Prentice Hall. N.Y. E.U.A. 1087pp.
- Thayer, G. W., Wolfe B. A. y William R. B. 1975 The impact of man on seagrass ecosystems. Amer. Sci. 63:288-296.
- Thayer, G. W. y R. C. Phillips. 1977 Importance of eelgrass beds in Puget Sound. Maine Fisheries Review 39:18-22.
- Tomlinson, P. B. 1974 Vegetative morphology and meristem dependence. The foundation of productivity in seagrasses. Aquaculture 4:107-130.

Tomlinson, P. B. 1980 Leaf morphology and Anatomy in seagrasses. En: Handbook of seagrass biology. An Ecosystem perspective. Ronald C. Phillips and C. Peter. Mc.Roy (ed). Garland Press N. Y. and London. pp 7-28.

Van Montfrans, J., R.L. Wetzel y R.J. Orth. 1984. Epiphyte-grazer relationships in seagrass meadows: Consequences for seagrass growth and production. *Estuaries*. Vol. 7 No4A, p.289-309.

Vasquez-Olguin, D. 1986. Variaciones morfométricas de las hojas de Zostera marina L., de agosto a diciembre de 1982 en Bahía Falsa, San Quintín, Baja California, Mexico. Tesis de licenciatura. Escuela de Ciencias Biológicas. U.A.B.C. Ensenada, B.C.

Vollenweider, R. A. 1974. A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments. Second Edition. International Biological Programme by Blackwell Scientific Publications.

Westlake, D. F. 1963 Comparisons of plant productivity. *Biol. Rev.* 38:385-425

Wetzel, R. G. 1964 A comparative study of the Primary productivity of Higher Aquatic Plants, Periphyton and Phytoplankton in a large, shallow lake. Int. Rev. ges. Hydrobiol. 49:1-61.

Wetzel, R. G. 1965 Techniques and problems of primary productivity measurements in higher aquatic plants and periphyton. Inst. Ital. Hidrobiol. 18 suppl. 249-267.

Wood, F.J.E., W. E. Odum, y J. C. Zieman. 1969. Influence of seagrasses on the productivity of coastal lagoons. p 495-502. En: Lagunas Costeras, un Simposio. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO. 1967 México, D. F.

Apéndice AI.- Densidad de tallos vegetativos, reproductivos y total. Errores estándar entre paréntesis.
(Tallos m⁻²).

Transectos	jun	jul	ago	sep	oct	nov	díc	
VEGETATIVOS	I	700 (161)	1460 (372)	720 (118)	455 (101)	220 (53)	445 (79)	370 (53)
	II	415 (173)	1770 (466)	1170 (338)	450 (188)	725 (211)	430 (157)	385 (93)
	III	685 (331)	2585 (985)	1280 (258)	1130 (241)	860 (196)	800 (239)	570 (374)
REPRODUCTIVOS	I	80 (37)	245 (90)	220 (37)	90 (55)	5 (5)	-	-
	II	95 (65)	125 (58)	120 (71)	45 (28)	10 (6)	-	-
	III	120 (50)	75 (24)	280 (104)	75 (63)	10 (6)	-	-
TOTAL	I	780 (172)	1705 (432)	940 (97)	545 (94)	225 (51)	445	370
	II	510 (224)	1895 (473)	1290 (390)	495 (212)	735 (213)	430	285
	III	805 (367)	2660 (1003)	1560 (296)	1205 (247)	870 (196)	800	570