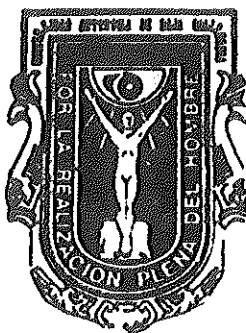


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA  
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLOGICAS



VARIACIONES MORFOMETRICAS DE LAS HOJAS  
DE *Zostera marina* L., DE AGOSTO A  
DICIEMBRE DE 1982 EN BAHIA FALSA, SAN  
QUINTIN, BAJA CALIFORNIA, MEXICO.

TESIS PROFESIONAL QUE COMO REQUISITO  
PARA OBTENER EL TITULO DE  
B I O L O G O  
P R E S E N T A  
DIANA LORENA VASQUEZ OLGUIN

ENSENADA, B.C. JULIO DE 1986

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA  
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

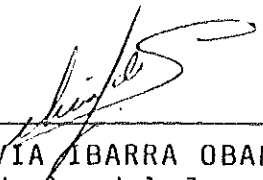
VARIACIONES MORFOMETRICAS DE LAS HOJAS DE Zostera marina L.,  
DE AGOSTO A DICIEMBRE DE 1982 EN BAHIA FALSA, SAN QUINTIN ,  
BAJA CALIFORNIA, MEXICO.

T E S I S   P R O F E S I O N A L

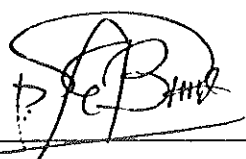
QUE PRESENTA:

DIANA LORENA VASQUEZ OLGUIN

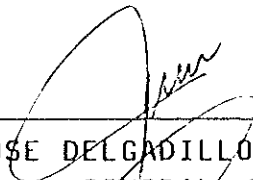
APROBADA POR:



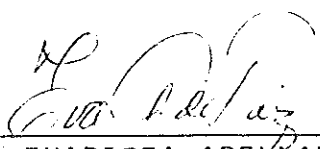
\_\_\_\_\_  
DRA. SILVIA IBARRA OBANDO.  
Presidente del Jurado



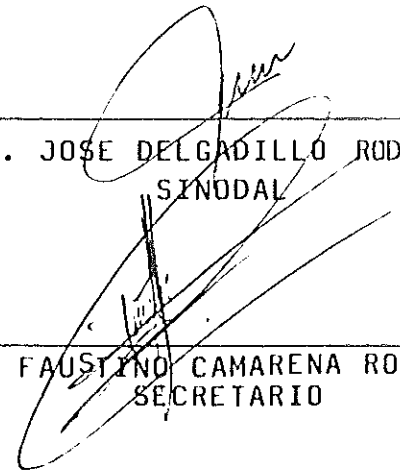
\_\_\_\_\_  
BIOL. EUSEBIO BARRETO ESTRADA  
SINODAL



\_\_\_\_\_  
BIOL. JOSE DELGADILLO RODRIGUEZ  
SINODAL



\_\_\_\_\_  
OC. EVARISTA ARELLANO GARCIA  
SINODAL



\_\_\_\_\_  
M.C. FAUSTINO CAMARENA ROSALES  
SECRETARIO

A MAMA Y PAPA  
CON TODO MI AMOR Y CARINO

BIBLIOTECA CENTRAL ENSENADA

## AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su incondicional apoyo y confianza no solo durante la realización de este trabajo, sino desde siempre.

A la Dra. Silvia E. Ibarra de Siri por haberme dado la oportunidad de colaborar con ella y por asesorar el presente trabajo.

A mis sinodales por el valioso tiempo que me brindaron durante sus vacaciones y por las críticas y sugerencias a este trabajo.

Al Ing. José Luis Rodríguez N. del C.C.E. de CICESE, por toda la ayuda y tiempo proporcionado para el análisis de datos.

A mis amigas Miriam, Elizabeth y Patricia, por las sugerencias, por su trabajo y por ayudarme a no perder la calma durante todo este tiempo.

A Rubén por el amor y la paciencia que me ha demostrado.

## RESUMEN

Se analizaron las variaciones en el número de hojas y área foliar por tallo, longitud y ancho de las cuatro primeras hojas, así como longitud, ancho y área promedio de las hojas más desarrolladas (hojas 3 y 4) de tallos vegetativos de *Zostera marina* L. de agosto a diciembre de 1982, en Bahía Falsa, San Quintín, B.C. México.

En la mayoría de los casos se utilizó estadística no paramétrica y se trabajó con un nivel de significancia de 5%.

El número de hojas y el área foliar por tallo permanecieron constantes a través del tiempo y en el espacio. Se encontró que las hojas al ir avanzando en su posición en el tallo, presentan diferencia significativa en su longitud hasta llegar a la posición de hoja 3, mientras que el ancho permanece constante. El área foliar por tallo guarda una relación directamente proporcional con la producción aérea en gramos de peso seco.

En general el transecto II y III tuvieron una tendencia a comportarse de manera similar, esto da una evidencia de que ambos se vieron afectados de la misma manera, ya sea por la profundidad ó por las horas de exposición.

## ABSTRACT

Morphometric variations of leaves and number of leaves per shoot of Zostera marina L. were analyzed. Shoot samples were taken from august to december in 1982 along three transects established in Bahia Falsa, San Quintin, Baja California, Mexico .

In most of the cases non-parametric statistical methods were used with a 5% significance level.

Number of leaves and area ( $\text{cm}^2$ ) per shoot remained constant through time and space. It was found that leaf width does not present a significant difference during growth time while leaf length presents a significant difference until the leaf reaches the third position in a shoot. Area and blade production (dry weight in grs) per shoot have a direct relationship.

Upper transects behaved similarly. It means that they both were affected in the same way by elevation and exposition hours.

## INDICE

	PÁG.
Votos aprobatorios .....	ii
Dedicatoria .....	iii
Agradecimientos.....	iv
Resumen.....	v
Abstract .....	vi
Lista de Tablas .....	ix
Lista de Figuras .....	x
Lista de Apéndices .....	xi
Introducción.....	1
1) Características generales de <i>Zostera marina</i> L. ....	3
Antecedentes.....	8
Objetivos .....	12
Área de estudio .....	13
Materiales y Método .....	16
1) Metodología de campo.....	16
2) Metodología de laboratorio .....	17
3) Análisis de datos .....	21
Resultados.....	25
1) Número de hojas por tallo .....	25
2) Área foliar por tallo .....	29

3) Ancho de las hojas 1, 2, 3 y 4 .....	32
4) Longitud de las hojas 1, 2, 3 y 4 .....	36
4.1 Longitud de la hoja 1 .....	36
4.2 Longitud de la hoja 2 .....	37
5) Ancho de las hojas 3 y 4 .....	41
6) Longitud de las hojas 3 y 4 .....	42
7) Area de las hojas 3 y 4 .....	46
Discusión .....	53
Conclusiones .....	63
Recomendaciones .....	65
Literatura citada .....	66
Apéndices .....	75

## LISTA DE TABLAS

(..pg.)

Tabla I. Fechas, hora y nivel de marea (respecto al NMM) al momento de de la colecta de los tallos vegetativos cuyas hojas son analizadas en el presente trabajo. ... 18

Tabla II-A. Valores de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) máxima y mínima de sedimentos, temperatura del agua ( $^{\circ}\text{C}$ ) y salinidad. Las dos últimas fueron tomadas a 1 m. de profundidad en el canal frente al área de colecta. ... 19

Tabla II-B. Valores de nutrientes encontrados en las muestras de agua tomadas a 1 m. de profundidad en el canal frente al área de colecta. ... 19

Tabla III. Resultados de la bondad de ajuste para cada serie de datos trabajada, prueba de Pearson (cuadro 1) y de Kolmogorov - Smirnov (cuadro 2). Los cálculos se hicieron tomando en cuenta residuales de un modelo ANOVA. ... 26

Tabla IV. Resultados obtenidos del Análisis de varianza de Wilson de 2 y 3 vías. El factor 1 es el tiempo, el factor 2 es el espacio y el factor 3 es el número de hoja. ... 27

Tabla V. Resultado de la prueba de comparaciones múltiples para el factor espacio (Prueba de Newman-Keuls). ... 28

Tabla VI. Resultado de la prueba de comparaciones múltiples entre la longitud de las hojas 1,2,3 y 4. ... 31

Tabla VII. Valores del coeficiente de correlación de Kendall (tau), expresados en porcentajes. ... 51

Tabla VIII. Valores (días) del intervalo plastocrón (PI) e intervalo de exportación (EI) (Tomados de Huerta-Tamayo, 1985). También se presenta el promedio de número de hojas por tallo para ese período. ... 54

Tabla IX. Promedios estacionales del número de hojas por tallo para diferentes partes del mundo. ... 56

## LISTA DE FIGURAS

	(..pg.)
Fig. 1 Distribución mundial de <u>Zostera marina</u> L.	.. 4
Fig. 2 Desarrollo de <u>Zostera marina</u> L.	.. 6
Fig. 3 Localización de Bahía San Quintín, B.C.	.. 14
Fig. 4 Esquema de un tallo vegetativo de <u>Zostera marina</u> L.	.. 20
Fig. 5 Número de hojas promedio/tallo/muestreo.	.. 30
Fig. 6 Área foliar promedio por tallo (cm) /transecto/muestreo.	.. 33
Fig. 7 Ancho promedio (cm) de las hojas 1,2,3 y 4/transecto/muestreo.	.. 35
Fig. 8 Longitud promedio (cm) de la hoja 1/transecto/muestreo.	.. 38
Fig. 9 Longitud promedio (cm) de la hoja 2/transecto/muestreo.	.. 40
Fig.10 Ancho promedio (cm) de las hojas 3 y 4/transecto/muestreo.	.. 43
Fig.11 Longitud promedio (cm) de las hojas 3 y 4/transecto/muestreo.	.. 45
Fig.12 Área promedio de las hojas 3 y 4/transecto/muestreo.	.. 48
Fig.13 Producción aérea en gr. de peso seco por tallo/transecto/ muestreo.	.. 49
Fig.14 Horas de exposición/día/transecto.	.. 52
Fig.15 Modelo conceptual de las características de las hojas de <u>Zostera marina</u> L.	.. 61

## LISTA DE APENDICES

	(..pg.)
Apéndice 1. Estadística descriptiva para la variable número de hojas por tallo.	.. 76
Apéndice 2. Estadística descriptiva para la variable área foliar por tallo.	.. 77
Apéndice 3. Estadística descriptiva para la variable ancho de la hojas 1,2,3 y 4.	.. 78
Apéndice 4. Estadística descriptiva para la variable longitud de la hoja 1.	.. 79
Apéndice 5. Estadística descriptiva para la variable longitud de la hoja 2.	.. 80
Apéndice 6. Estadística descriptiva para la variable longitud de las hojas 3 y 4.	.. 81
Apéndice 7. Estadística descriptiva para la variable ancho de las hojas 3 y 4.	.. 82
Apéndice 8. Estadística descriptiva para la variable área promedio de las hojas 3 y 4.	.. 83
Apéndice 9. Resultados de las pruebas estadísticas aplicadas a los datos de producción aérea en gramos de peso seco por tallo.	.. 84
Apéndice 10. Estadística descriptiva para la variable producción aérea en gramos de peso seco por tallo. Promedios general, de verano y otoño.	.. 85
Apéndice 11. Promedios mensuales de incidencia solar ( $\text{watts/m}^2$ ) para la zona de San Quintín, B.C. (Tomado de Nelson y Husby, 1983).	.. 86

## INTRODUCCION

En la vida cotidiana conocemos como "pastos" a todas las plantas que pertenecen a la familia de las Gramíneas. Igualmente y debido a su apariencia, "las fanerógamas marinas son mundialmente conocidas con el nombre de pastos marinos" (Lot-Helgueras, 1971).

En las últimas décadas ha habido un creciente interés en el estudio de las poblaciones de pastos marinos, ya sea desde un punto de vista científico (conocer o describir su biología) o desde un punto de vista aplicado (por ejemplo, indicadores sensibles de la influencia antropogénica en el medio estuarino y costero) (Kemp, 1983).

Las poblaciones de pastos marinos están entre las más productivas de la biosfera (Mc Roy y Mc Millan, 1977), y aunque poco del material vegetal es consumido por pastoreo directo, la producción de pastos marinos provee, vía detritus, la base de ricas cadenas alimenticias en el ambiente costero (Kemp, 1983)

Aparte de ser una fuente de materia orgánica para la población animal, la estructura de las hojas y tallos de los pastos marinos, permite entre otras funciones, la depositación de material planctónico (Thayer, et al., 1978), provee una gran área de superficie para la colonización y crecimiento de comunidades epibiónticas (Nagle, 1968; Marsh, 1973), y sirve como refugio contra la predación a peces pequeños e invertebrados (Heck y Orth, 1980; Coen, et al., 1981).

Los pastos marinos se encuentran agrupados en tres familias de plantas acuáticas estrechamente relacionadas, Hydrocharitaceae, Potamogetonaceae y Zosteraceae. A la primera familia pertenecen los géneros: Halophita, Thalassia y Enhalus, en la segunda se encuentran: Posidonia, Halodule, Cymodocea, Syringodium, Amphibolis y Ruppia, y en la tercera están: Phyllospadix, Heterozostera y Zostera. (Dawson, 1966; Wiggins, 1980).

La mayoría de los géneros y especies de pastos marinos son de distribución estrictamente tropical. Todos los géneros de la familia Hydrocharitaceae son tropicales. De la familia Potamogetonaceae solo Posidonia es de distribución subtropical-templada y Ruppia es esencialmente cosmopolita y puede presentarse en el medio marino ó en

aguas salobres. La Familia Zosteraceae es típica de la zona templada (Dawson, 1966).

El pasto marino con más amplia distribución en Norteamérica es Zostera marina L.. Se presenta en la costa Pacífica desde Alaska hasta Sinaloa, México, y en el Atlántico se distribuye desde el SO de Groenlandia hasta Carolina del Sur (Dawson, 1966)(fig.1).

En México se encuentran los siguientes géneros y especies: Z. marina, Phyllospadix scouleri y P. torreyi en la costa del Pacífico (Dawson, 1962; Lot-Helgueras, 1977). En el Mar de Cortez encontramos Z. marina, Ruppia maritima (Felger y Moser, 1973; Felger y Mc Roy, 1975; Felger et al, 1980), así como Halodule wrightii (Mc Millan y Phillips, 1979). En el Golfo de México se encuentran: Thalassia testudinum, Halophila engelmanni, H. decipiens var. pubesens y Syringodium filiforme (Lot-Helgueras, 1977).

#### Características generales de Zostera marina L.

Z. marina L. vive en aguas poco profundas en las bahías, generalmente en fondos lodosos en la zona

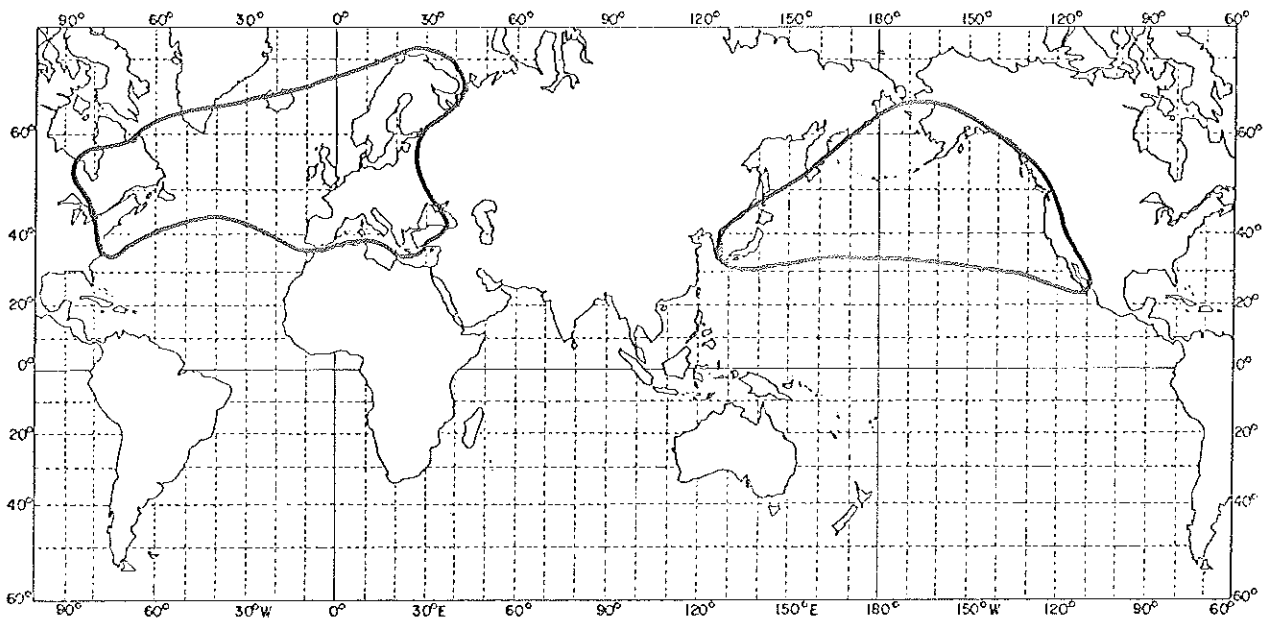


Fig. 1: Distribución mundial de *Zostera marina* L. Redibujado y modificado de Selchell (1935). (Tomado y introducido de McRoy y McMillon, 1977).

intermareal (Munz, 1974; Wiggins, 1980). Es una especie eurihalina, ya que se ha colectado en aguas cuya salinidad varía de 10 a 42‰ (Biebl y Mc Roy, 1971). También es euritérmica, ya que se encuentra desde los 0 C hasta 35 C (Setchell, 1922; Mc Roy, 1968).

Z. marina L. es una planta bianual, herbácea erecta y monoica que no presenta dimorfismo. Tiene rizoma con internodos delgados y alargados, tallo delgado y vaina decidua. Sus raíces son largas y delgadas salientes de los nodos. La longitud de las hojas puede llegar a los 120 cm. y de 2-12 mm. de ancho. Las hojas de la rama principal son más largas y anchas que las hojas de las ramas laterales. Las ramas laterales son producto de un crecimiento especializado. La reproducción puede ser sexual o vegetativa (Tomlinson, 1982) (fig. 2). Phillips y Backman (1983) afirman que las poblaciones de Z. marina en Norteamérica y Europa exhiben hábitos anuales cuando se encuentran bajo condiciones de stress por temperatura, salinidad, zona entremareal o combinaciones de los tres.

El objetivo de este trabajo es determinar si existió o no una variación morfométrica de las hojas, tanto en función del tiempo y la profundidad como con la edad o posición que van ocupando las hojas en el tallo. Esto no solo nos

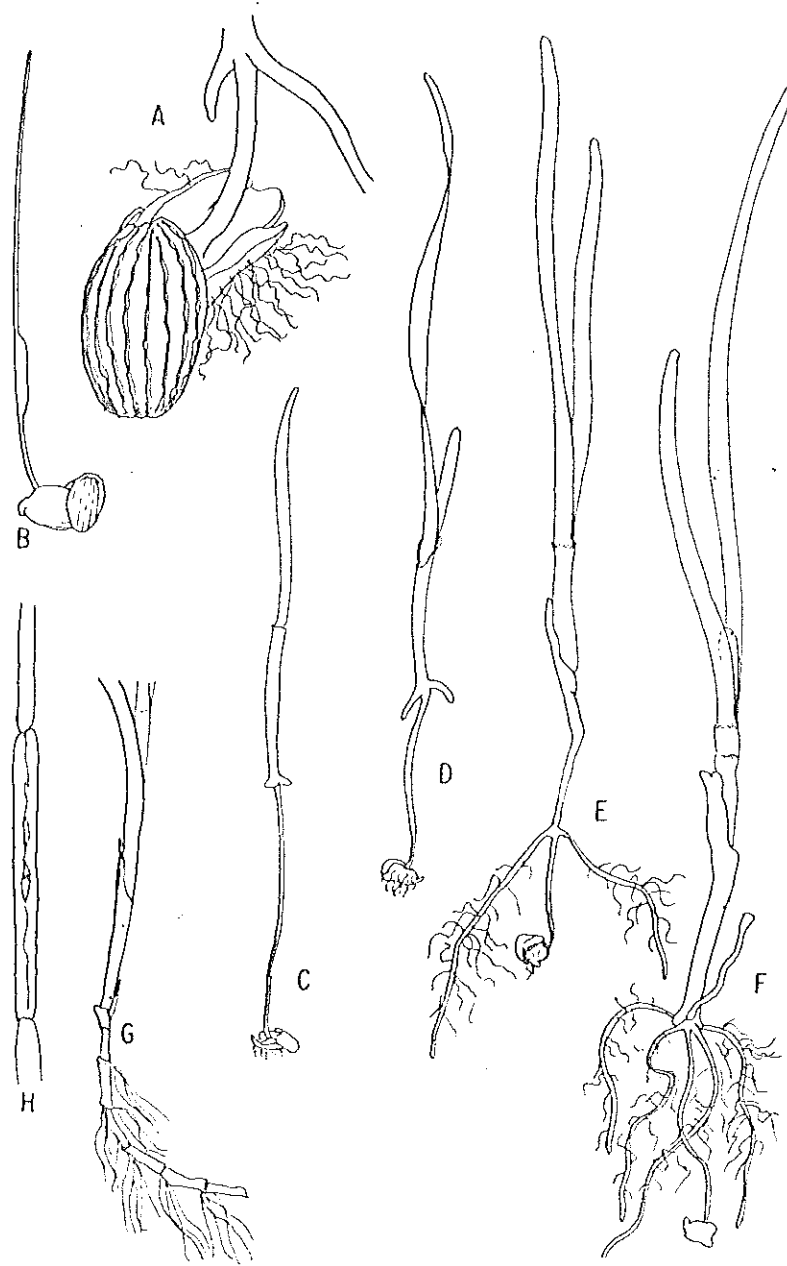


Fig.2 Desarrollo de *Zostera marina* L., A, semilla y parte inferior de un brote joven mostrando su testa, resalta una porción de la radícula aplanada con pelos radicales, caulículo y primer par de raíces secundarias; B-F, fases de desarrollo del brote; G, parte inferior de una planta madura mostrando el rizoma y raíces salientes de los nudos; H, hoja espádice con frutos maduros parcialmente evidentes. (Tomado y traducido de Dawson, 1966).

permitirá conocer la biología de la especie en la localidad citada, sino hacer comparaciones con estudios previos en otras latitudes.

## ANTECEDENTES

A nivel mundial la mayoría de los trabajos realizados con Z. marina L. y con los pastos marinos en general, han tenido como objetivo evaluar su producción y biomasa, lo cual sin duda es su característica mas importante dentro del ecosistema. En menor proporción se encuentran los trabajos que analizan los cambios morfométricos de las especies de Z. marina L. ante diferentes condiciones medio-ambientales. Para estos análisis se han realizado experimentos de laboratorio y de campo (Phillips, 1972; Phillips, 1974; Mc Millan y Phillips, 1979; Aioi, et al 1983; Robertson y Mann, 1984) combinados con algunas observaciones de campo (Arasaki, 1950; Keller y Harris, 1966; Mc Roy, 1970; Moody, 1978; Bayer, 1979; Kentula, 1983). Una de las principales características observadas por los autores antes citados es la variación en el largo y ancho de las hojas ante factores como luz, temperatura, profundidad y salinidad. A continuación se citan conclusiones a las que han llegado algunos de los autores que han observado este tipo de variaciones:

Keller y Harris (1966) afirman que la longitud promedio de Z. marina L. se incrementa con la profundidad especialmente en las partes bajas. Después Moody en 1978 reporta que en Roberts Bank B.C. la reducción de la longitud promedio de las hojas de Z. marina parece ser una respuesta a la desecación.

Mc Roy (1970), en base a la observación de poblaciones de Z. marina de diferentes localidades de Alaska, reporta la existencia de una variación en la longitud y anchura de las hojas, misma que parecía estar más relacionada con las condiciones locales que con el gradiente geográfico.

Phillips (1972) nota en Puget Sound, Wash. que las dimensiones de las hojas de Z. marina varían de acuerdo a la estación del año y la zona; él mismo, en 1974, con datos obtenidos de dos años de trasplantes recíprocos afirma que las dimensiones del largo y ancho de las hojas demuestran plasticidad fenotípica y varían de acuerdo a la profundidad.

Bayer, en 1979, reporta sus observaciones acerca de la zonación de Z. marina en el estuario de Yaquina, Oregon y confirma las observaciones de Mc Roy (1970) y Phillips (1972;1974). Esto es, que la temperatura y la intensidad de la luz alcanzan su máximo en verano, por lo que ambas

variables pueden influenciar el crecimiento de Z. marina L.

Kentula (1893) reporta, en base a observaciones de campo, que el tamaño promedio de las hojas de Z. marina se incrementa de primavera a verano en la Bahía de Netarts, Oregon. Además hace hincapié en el cambio de morfología de las hojas de acuerdo a las estaciones, es decir que, en invierno encuentra hojas cortas y angostas, mientras que en verano son anchas y largas.

Robertson y Mann (1984) hicieron un experimento en el campo con tres grupos de Z. marina L. bajo tres condiciones luminosas: un grupo estaba localizado en un área aislada (B) otro dentro de la pradera bajo condiciones normales (C), y el último también dentro de la pradera pero cubierto con una tela oscura (S). El ancho promedio de las hojas se incrementó en el orden C-S-B, y el área de superficie de la hoja más vieja fué mayor en -B-, y llegaron a la conclusión de que la reducción de la luz es responsable de las diferencias morfológicas de Z. marina.

En experimentos de laboratorio Mc Millan y Phillips (1979), estudiaron la influencia del medio bajo condiciones controladas de temperatura, en donde tres muestras de Z. marina provenientes de Washington y Alaska produjeron hojas

con anchos significativamente diferentes bajo tres diferentes regímenes de temperatura.

El presente trabajo forma parte del proyecto titulado "Ecología de los pastos marinos en las lagunas costeras de Baja California" que desde 1982 realiza el grupo de Ecología Vegetal Bentónica del CICESE. Consistió en el análisis estadístico de las características morfométricas de hojas de tallos de Z. marina de agosto a diciembre de 1982, en Bahía Falsa, San Quintín, B.C.

## OBJETIVOS

1.- Analizar bioestadísticamente las variaciones en tiempo y espacio que se presentan en el número de hojas y área foliar por tallo; ancho, largo y área promedio de las hojas más desarrolladas de Z. marina L. en Bahía Falsa, San Quintín, B.C., México.

2.- Conocer las variaciones en el largo y ancho de las hojas en función de su edad ó posición que van ocupando en el tallo.

3.- Determinar si durante el período de estudio se presentó el cambio de hojas de verano a hojas de invierno que ha sido reportado para otras latitudes.

## AREA. DE ESTUDIO

Bahía San Quintín es una laguna costera localizada entre los  $(30^{\circ} 24' - 30^{\circ} 30'$  Lat. N,  $115^{\circ} 57' - 116^{\circ} 01'$  Lat. O) en la costa Pacífica de Baja California, México. Tiene una orientación de Norte a Sur y un área de aproximadamente  $41.6 \text{ km}^2$ . La laguna está dividida en dos brazos, Oeste y Este. El brazo Oeste es llamado Bahía Falsa y el brazo Este es llamado específicamente Bahía San Quintín (Fig.3). La bahía es extremadamente somera y en la marea baja aproximadamente el 20% del fondo queda expuesto al aire. Hay canales angostos que raramente exceden los 8 m. de profundidad (Barnard, 1962).

El clima es árido a lo largo de la costa y en las montañas. La precipitación anual ( $5-10 \text{ cm}^3$ ) ocurre principalmente en el invierno. El área de Bahía San Quintín tiene un clima benigno debido a la neblina y al frío relativo de la Corriente de California en la costa. Las surgencias ocurren en mar abierto inmediatamente fuera de la boca de la bahía durante primavera y verano como resultado de los vientos del noroeste durante estas estaciones

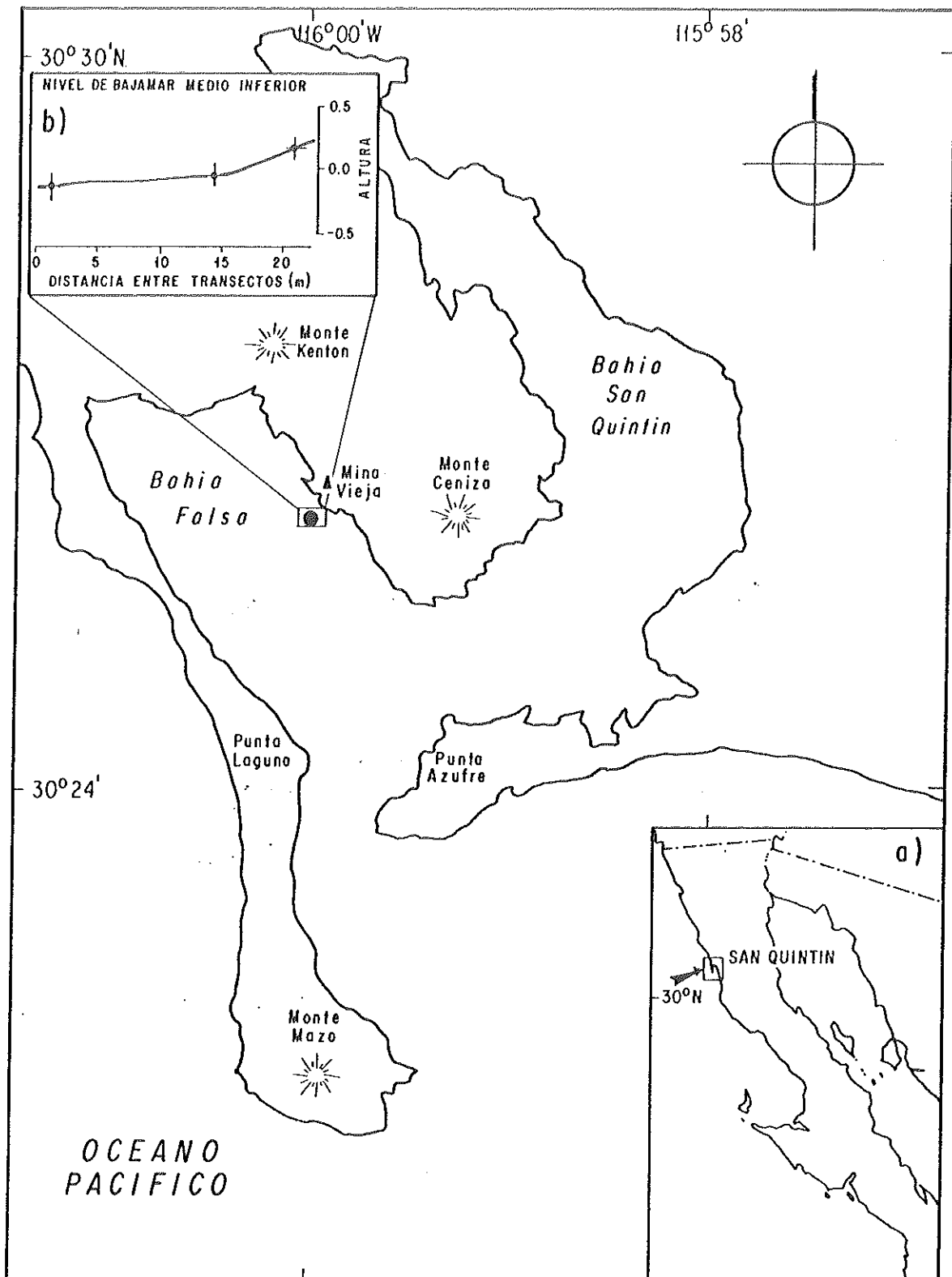


Fig.3 Localización de Bahía San Quintín. a) se encuentra a 300 km. al sur de la frontera con E.U. b) perfil de los transectos con respecto al nivel de bajamar media inferior.

(Dawson, 1951).

El principal caracter de la bahía fondo lo permite la presencia de *Zostera marina* L. la cual conforma el 95% de la vegetación marina de Bahía San Quintín. Este pasto forma amplias y densas praderas que ocupan la mayor parte del fondo y están más desarrolladas en la parte media de la laguna (Dawson, 1962).

La colecta de los datos utilizados en este trabajo se realizó en un banco fangoso frente al campo pesquero "El chute" en Bahía Falsa, mismo que queda al descubierto dos veces por mes durante las mareas más bajas. La distribución de *Z. marina* L. en este banco fangoso va de -0.3 a +0.35 m. con respecto al nivel de bajamar media inferior (NBMI) (Ibarra-Obando y Aguilar-Rosas, en prensa).

## METODOLOGIA

### 1) Metodología de campo

En el banco fangoso frente al campo pesquero "El chute" se instalaron en la zona intermareal tres transectos de 100 m. cada uno, paralelos a la costa. Se siguió una isolínea de nivel con una diferencia entre ellos de 0.15 m. referidos al N.B.M.I. (Fig.3). La altura de los transectos fué la siguiente: -0.10 m. (transecto I), +0.05 m. (transecto II) y 0.20 m. (transecto III).

Cada transecto estuvo dividido en segmentos de 0.5 m., lo cual dió un total de 200 unidades de muestreo (parcelas) por transecto. La elección de las parcelas muestreadas fué hecha por medio de una tabla de 200 números para cada transecto, de donde al azar y sin reemplazo se eligieron 5 valores, que indicaron el número de las 5 parcelas a muestrear. Cada muestra estuvo formada por tres tallos vegetativos. La técnica de muestreo fué la utilizada para evaluar la producción (Huerta-Tamayo, 1985).

En cada muestreo se midió la temperatura del agua con

un termómetro de cubeta, temperatura máxima y mínima del sedimento y se tomaron muestras de agua para análisis de nutrimentos y salinidad. La temperatura y muestras de agua fueron tomadas a 1 m. de profundidad en el canal frente al área de muestreo.

La colecta de tallos fué de agosto a diciembre de 1982, aproximadamente cada dos semanas en los días de mareas bajas extremas (Tabla I). Los tallos colectados fueron guardados en bolsas de plástico y refrigerados hasta su llegada al laboratorio.

## 2) Metodología de laboratorio

La salinidad se determinó en el laboratorio utilizando el método del hidrómetro (Sverdrup *et al.*, 1970) (Tabla II-A), y la determinación de nutrimentos (Tabla II-B) se hizo por medio de un Analizador Modular de Flujo Continuo (Atlas *et al.*, 1970).

En el laboratorio se separaron y contaron las hojas de cada tallo. Se midió el largo y ancho (cm) de las cuatro primeras hojas y se tomó en cuenta la numeración de las hojas de acuerdo a su aparición en el tallo (fig. 4). Se

Tabla I. Fechas, hora y nivel de marea (respecto al NMM) al momento de colecta de los tallos vegetativos cuyas hojas son analizadas en el presente trabajo.

<u>MUESTREO</u>	<u>FECHA</u>	<u>HORA</u>	<u>N.M.M. (m)</u>
Muestreo 01	03 Agosto 1982	4:09	- 1.14
Muestreo 02	18 Agosto 1982	4:10	- 1.33
Muestreo 03	01 Septiembre 1982	3:37	- 1.05
Muestreo 04	15 Septiembre 1982	3:04	- 1.17
Muestreo 05	04 Octubre 1982	17.18	- 0.96
Muestreo 06	16 Octubre 1982	3:35	- 0.90
Muestreo 07	31 Octubre 1982	15:47	- 0.99
Muestreo 08	16 Noviembre 1982	17.11	- 0.99
Muestreo 09	28 Noviembre 1982	14:56	- 0.93
Muestreo 10	14 Diciembre 1982	16:31	- 1.08

Tabla II-A. Valores de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) máxima y mínima de sedimentos, temperatura del agua ( $^{\circ}\text{C}$ ) y salinidad ( $^{\circ}/\text{oo}$ ). Las dos últimas fueron tomadas a 1 m de profundidad frente al área de colecta.

FECHA	TEMPERATURA AGUA ( C )	TEMPERATURA SEDIMENTOS ( C )		SALINIDAD O/00
		MAXIMA	MINIMA	
Agosto 03	22.9	24.42	14.43	35.6
Agosto 18	20.9	23.31	17.76	35.6
Septiembre 01	20.5	29.97	12.21	35.6
Septiembre 15	22.1	23.31	17.76	34.9
Octubre 04	21.2	29.42	16.10	35.6
Octubre 16	20.9	32.19	16.65	34.8
Octubre 31	20.2	-	-	35.4
Noviembre 16	17.6	23.31	16.65	34.8
Noviembre 28	18.3	-	-	34.4
Diciembre 14	17.4	29.42	5.00	34.0

Tabla II-B. Valores de nutrientes encontrados en las muestras de agua tomadas a 1 m de profundidad durante cada colecta.

FECHA	NITRITOS ( $\mu$ )	NITRATOS ( $\mu$ )	FOSFATOS ( $\mu$ )	SILICATOS ( $\mu$ )
Agosto 03	0.2	1.2	1.6	18.9
Agosto 18	0.3	5.4	1.7	28.4
Septiembre 01	0.3	1.6	1.2	22.3
Septiembre 15	0.2	2.1	1.5	18.9
Octubre 04	0.1	2.0	1.3	17.2
Octubre 16	0.1	2.3	1.1	18.5
Octubre 31	0.1	2.6	0.9	13.8
Noviembre 14	0.2	2.9	1.0	16.2
Noviembre 28	0.2	3.3	0.7	15.0
Diciembre 14	0.2	3.5	1.0	18.5

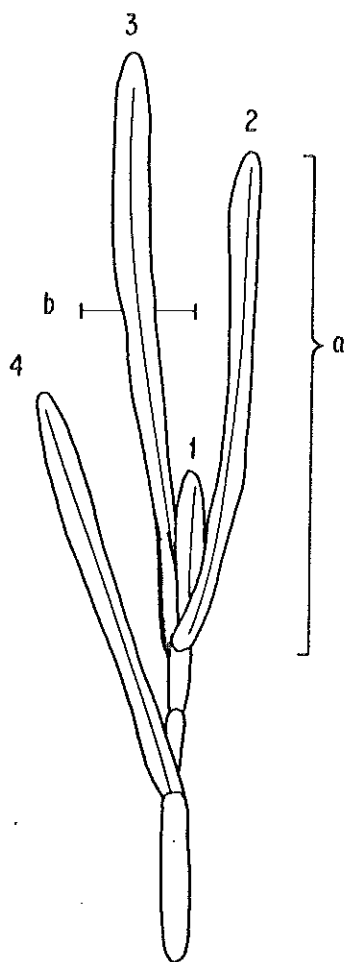


Fig.4 Esquema de un tallo vegetativo de *Z. marina* L. Denominación de las hojas de acuerdo a su orden de aparición. La longitud de las hojas es la medida en cm. desde la base hasta la punta (a); el ancho fué tomado en la parte media de cada hoja (b).

calculó el área foliar por tallo y por hoja (largo x ancho x 2) (cm).

### 3) Análisis de datos

El análisis consistió en los diferentes tratamientos estadísticos aplicados a los datos de: número de hojas por tallo, ancho y largo en centímetros de la hoja 1 a la hoja 4, con estos datos se calcularon el área foliar por tallo y las variaciones de la hoja en función de la edad. Con los datos de longitud y ancho de las hojas 3 y 4 se calculó el área promedio en cm. de la hoja más desarrollada. Todas las pruebas se hicieron a un nivel de significancia de 0.05. Cabe mencionar que a cada serie de datos se le aplicó individualmente cada uno de los tratamientos que a continuación se exponen:

#### A) Prueba Ji cuadrada (Pearson, 1900).

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(f_i - F_i)^2}{F_i}$$

$F_i$  = frecuencia observada de la clase  $i$ .

$f_i$  = frecuencia esperada de la clase  $i$ .

$K$  =  $n$  categorías de datos

#### B) Prueba de Kolmogorov-Smirnov (Massey, 1951).

$$D = \frac{\text{máximo valor de } /di/}{n}$$

cum.fi = frecuencia esperada acumulada  
cum.Fi = frecuencia observada acumulada

$/di/ = /cum. fi - cum. Fi/$  para cada clase

Ambas pruebas son una bondad de ajuste, y representan una medida para conocer que tanto se desvía la distribución de una muestra de acuerdo a la distribución normal teórica (Zar, 1974).

Se utilizaron las siguientes pruebas no paramétricas:

1) Análisis de Varianza no paramétrico (Wilson, 1956).

Este análisis permite conocer si muestras independientes son de la misma población, considerando diferentes fuentes de probable variación (por ejemplo tiempo, espacio, número de hoja). Esta prueba examina la hipótesis de nulidad que supone que las muestras proceden de la misma población o de poblaciones idénticas con respecto a los promedios. La prueba supone que la variable en estudio tiene como base una distribución continua y requiere por lo menos una medida ordinal de la variable y que las muestras

sean aleatorias (Siegel, 1972).

Nota: No se cuenta con la fórmula original de esta prueba, sólo se tiene el algoritmo con que trabaja la computadora al realizar el análisis.

## 2) Prueba de Newman-Keuls (Newman, 1939; Keuls, 1952) .

Este es un análisis no paramétrico de comparación múltiple y determina en donde se presentan las diferencias significativas.

$$S.E. = \sqrt{\frac{n (np) (np + 1)}{12}}$$

p = número de rangos de las medias de la población.

n = número de tratamientos.

Debido a que los datos de longitud de las hojas 3 y 4 presentaron distribución normal, a estos también se les aplicó un análisis de varianza paramétrico (ANOVA) de 3 vías.

Una vez obtenidos los resultados de las pruebas anteriores, se hizo la estadística descriptiva con una calculadora programable.

Los análisis estadísticos se hicieron con ayuda de las librerías estadísticas del sistema Prime 750 del Centro de Cálculo Electrónico de CICESE.

## RESULTADOS

Los resultados de la bondad de ajuste mostraron que la mayoría de los datos, a excepción de los de longitud de las hojas 3 y 4, no tienen distribución normal (Tabla III).

Se unieron los datos de los cuatro primeros muestreos (agosto y septiembre) para obtener el promedio de verano, los seis restantes (octubre, noviembre y diciembre) se promediaron y se obtuvo el promedio de otoño.

### 1) Número de hojas por tallo

Se encontró diferencia significativa en el tiempo, pero no en el espacio (Tablas IV y V), por lo tanto se unieron los valores de los tres transectos. El valor promedio máximo fue de  $4.77 \pm 0.16$  y se presenta a principios de agosto. A partir de este punto se nota una disminución continua hasta mediados de octubre en donde se presenta el valor promedio mínimo:  $3.1 \pm 0.13$ . Posteriormente hay una

Tabla III. Resultados de La bondad de ajuste para cada serie de datos trabajada. Prueba de Pearson (cuadro 1) y de Kolmogorov-Sinirnov (cuadro 2). Los cálculos se hicieron tomando en cuenta residuales de un modelo anova.

CUADRO 1

Variable	Grados de Libertad.	Probabilidad de Ji cuadrada	Ho SE
Número de hojas por tallo	10	0.0000	Rechazada
Ancho de las hojas 1,2,3,y 4	14	0.0000	Rechazada
Ancho de las hojas 3 y 4	11	0.0001	Rechazada
Longitud de las hojas 1,2,3, y 4	14	0.0000	Rechazada
Longitud de las hojas 3 y 4	11	0.2556	Aceptada
Area promedio de las hojas 3 y 4	11	0.0000	Rechazada
Area foliar por tallo	14	0.0000	Rechazada

CUADRO 2

Varibale	N	Valor Observado	Valor tabular	Ho SE
Número de hojas por tallo	331	0.2857	0.0567	Rechazada
Ancho de las hojas 1,2,3, y 4	1138	0.0465	0.0306	Rechazada
Ancho de las hojas 3 y 4	480	0.0671	0.0471	Rechazada
Longitud de las hojas 1,2,3 y 4	1138	0.1066	0.0307	Rechazada
Longitud de las hojas 3 y 4	480	0.0308	0.0336	Aceptada
Area promedio de las hojas 3 y 4	480	0.0744	0.0471	Rechazada
Area foliar por tallo	331	0.0936	0.0567	Rechazada

Tabla IV. Resultados obtenidos del Análisis de varianza de Wilson de 2 y 3 vías. El factor 1 es el tiempo, el factor 2 es el espacio y el factor 3 es el número de hoja.

VARIABLE	FACTOR	G. DE L.	VALOR $J_i^2$ CALCULADO	VALOR $J_i^2$ TABLAS	PROBABILIDAD	DIFERENCIA
No. de hojas por tallo	1	9	52.62264	16.919	0.0000	Significativa
	2	2	2.81270	5.991	0.24504	No Significativa
Area foliar por tallo	1	9	20.60390	16.919	0.01453	Significativa
	2	2	52.41965	5.991	0.00000	Significativa
Ancho hojas 1,2,3 y 4	1	9	29.81704	16.919	0.00047	Significativa
	2	2	18.37977	5.991	0.00010	Significativa
Longitud hojas 1,2,3 y 4	1	9	1206.986	16.919	0.00000	Significativa
	2	2	8.86230	5.991	0.01190	Significativa
Ancho hojas 3 y 4	1	9	22.76286	16.919	0.00675	Significativa
	2	2	31.54412	5.991	0.00000	Significativa
	3	1	2.50438	3.841	0.11353	No Significativa
Longitud hojas 3 y 4	1	9	25.07314	16.919	0.00289	Significativa
	2	2	41.55972	5.991	0.00000	Significativa
	3	1	5.42967	3.841	0.01980	Significativa
Area Promedio hojas 3 y 4	1	9	23.98871	16.919	0.00432	Significativa
	2	2	33.37537	5.991	0.00000	Significativa

Tabla V. Resultado de La prueba de comparaciones múltiples para el factor espacio (Prueba de Newman-Keuls).

VARIABLE	PAREJA DE TRANSECTOS	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA
Area foliar por tallo	I us II	si
	I us III	si
Ancho hojas 1,2,3, y 4	I us II	si
	I us III	si
	II us III	si
Longitud hoja 1	I us II	si
	I us III	si
	II us III	no
Longitud hoja 2	I us II	si
	I us III	si
	II us III	si
Longitud hojas 3 y 4	I us II	si
	I us III	si
	II us III	no
Ancho hojas 3 y 4	I us II	si
	I us III	si
	II us III	si
Area promedio Hojas 3 y 4	I us II	si
	I us III	si
	II us III	no

tendencia a la recuperación y se presentan 2 picos, uno de  $4.0 \pm 0.2$  a finales de octubre y otro de  $4.35 \pm 0.13$  a finales de noviembre (Fig. 5).

El rango del número de hojas por tallo varió entre 1 y 7. Se obtuvo un promedio general de  $3.75 \pm 0.06$ . La variación estacional verano - otoño del promedio de número de hojas por tallo no es significativamente diferente y va de 3.8 a 3.6 (Tabla VI).

## 2) Area foliar por tallo

Se encontró diferencia significativa en los factores tiempo y espacio (Tablas IV y V). Ninguno de los tres transectos presentó tendencias marcadas. Los valores de cada uno de ellos oscilan alrededor de un valor medio.

El transecto I presenta su valor promedio máximo a principios de diciembre y es de  $205.5 \pm 24.86$ , y dos semanas más tarde presenta su valor promedio mínimo que es de  $68.89 \pm 12.03$ . Para el transecto II el valor promedio máximo se presenta tres veces, siendo de  $112.6 \pm 26.37$  a mediados de septiembre,  $113.0 \pm 7.9$  a principios de noviembre y  $112.95 \pm$

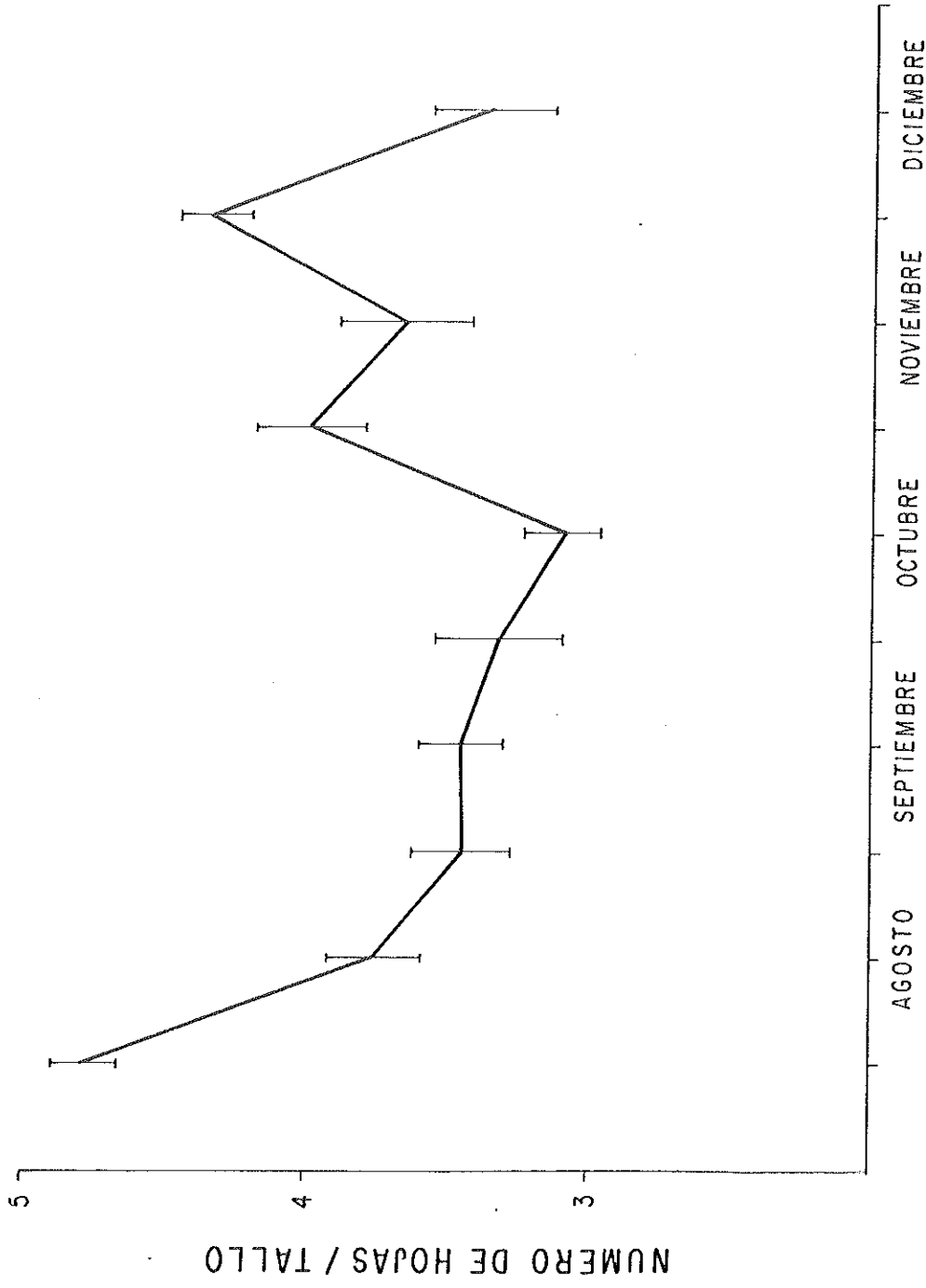


Fig.5 Número de hojas promedio/tallo/muestreo. Se promediaron los datos de los tres transectos. Las barras verticales representan  $\pm 1$  error estándar.

Tabla VI. Resultados de La prueba de comparaciones múltiples entre La Longitud de Las hojas 1,2,3 y 4.

PAREJA	DIFERENCIA AL 5% DE SIGNIFICACION
1,2	SIGNIFICATIVA
1,3	SIGNIFICATIVA
1,4	SIGNIFICATIVA
2,3	SIGNIFICATIVA
2,4	SIGNIFICATIVA
3,4	NO SIGNIFICATIVA

21.0 a principios de diciembre, el valor promedio mínimo es de  $36.01 \pm 8.51$  y se presenta a mediados de octubre. En el transecto III el valor promedio máximo es de  $101.25 \pm 26.23$  a mediados de septiembre, y el mínimo se presentó a mediados de octubre siendo de  $33.0 \pm 4.23$ . Después de este valor mínimo vuelve a haber otro aumento y disminución, encontrándose en el último muestreo un valor de  $90.66 \pm 23.36$  (Fig. 6). Se encontró que los transectos II y III presentan su valor mínimo en la primera quincena de octubre.

El promedio general para cada transecto es de  $138.05 \pm 7.75$ ,  $77.68 \pm 5.57$  y  $66.94 \pm 6.48$  para los transectos I, II y III respectivamente. La variación estacional verano - otoño para el promedio de área foliar por tallo es de 134.33 a 141.27 para el transecto I, de 86.14 a 72.29 para el transecto II y de 69.52 a 65.04 para el transecto III. Ninguna de las tres es significativamente diferente.

### 3) Ancho de las hojas 1, 2, 3 y 4

Se encontró diferencia significativa en los factores tiempo (Tabla IV) y espacio (Tabla V), pero no en el factor número de hoja (Tabla IV), este último resultado permitió

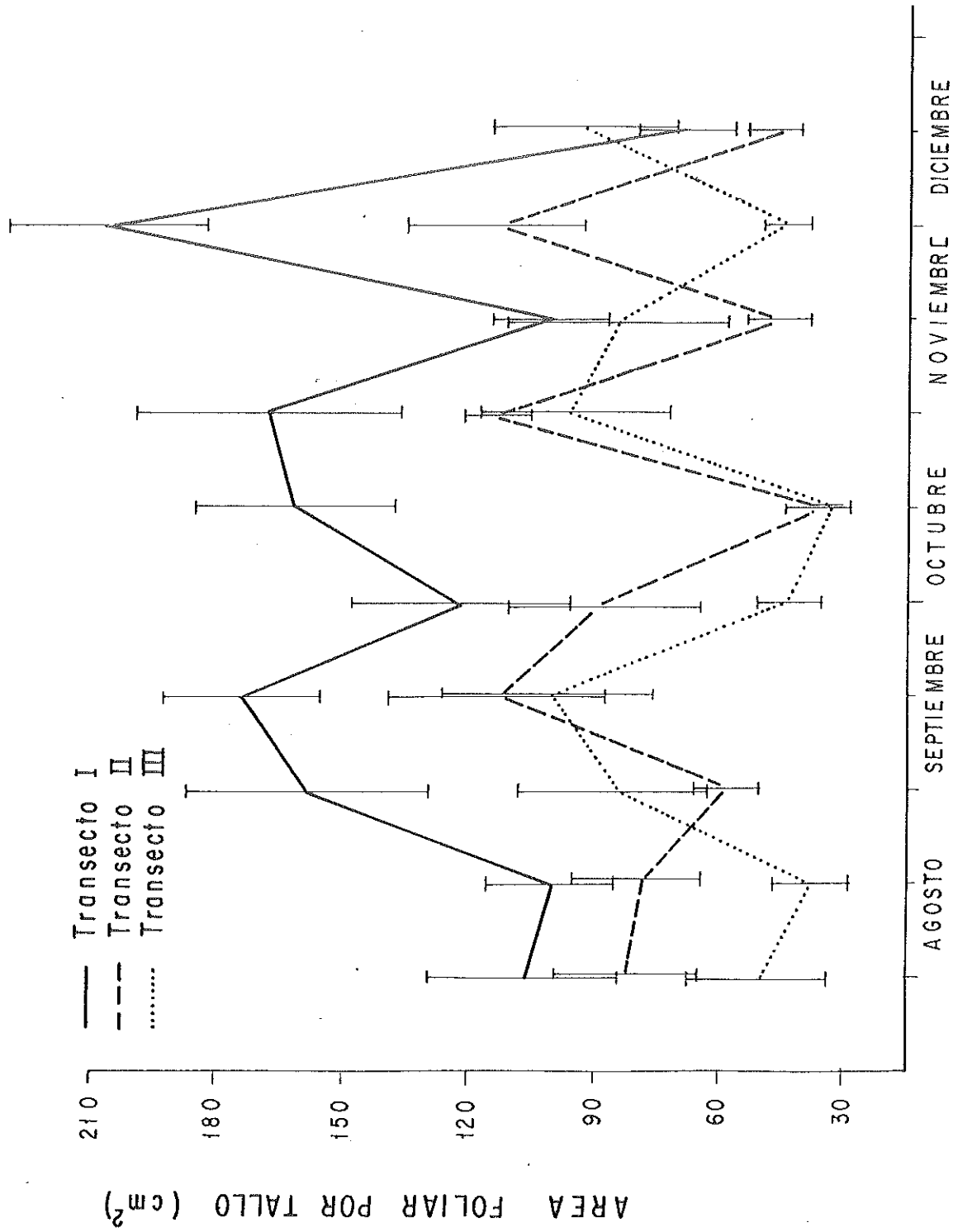


Fig.6 Area foliar promedio por tallo (cm<sup>2</sup>)/transecto/  
muestreo. Las barras representan  $\pm 1$  error estándar.

que se promediaran los valores de ancho de las cuatro hojas.

En el transecto I se presenta una tendencia al incremento en el promedio del ancho a través del tiempo. El valor promedio mínimo es de  $0.48 \pm 0.00$  (a principios de octubre), y el valor promedio máximo es de  $0.59 \pm 0.01$ , a principios de noviembre y a finales del mismo mes. En el transecto II las oscilaciones tienden a disminuir su amplitud a través del tiempo. El valor promedio mínimo es de  $0.33 \pm 0.01$  (mediados de octubre), en tanto que el valor promedio máximo es de  $0.52 \pm 0.01$  (principios de noviembre). El transecto III presenta una tendencia en el tiempo hacia el aumento en el promedio del ancho. Su valor promedio mínimo es de  $0.31 \pm 0.00$  (mediados de octubre), y su valor promedio máximo es de  $0.51 \pm 0.02$  (mediados de diciembre) (fig. 7).

El promedio general para cada uno de los transectos es de  $0.54 \pm 0.00$  (tr. I),  $0.45 \pm 0.00$  (tr. II) y  $0.41 \pm 0.00$  (tr. III). La variación estacional no hubo diferencia significativa en la variación estacional verano - otoño los promedios van de 0.53 a 0.55, de 0.46 a 0.44 y de 0.41 a 0.42, para los transectos I, II y III respectivamente.

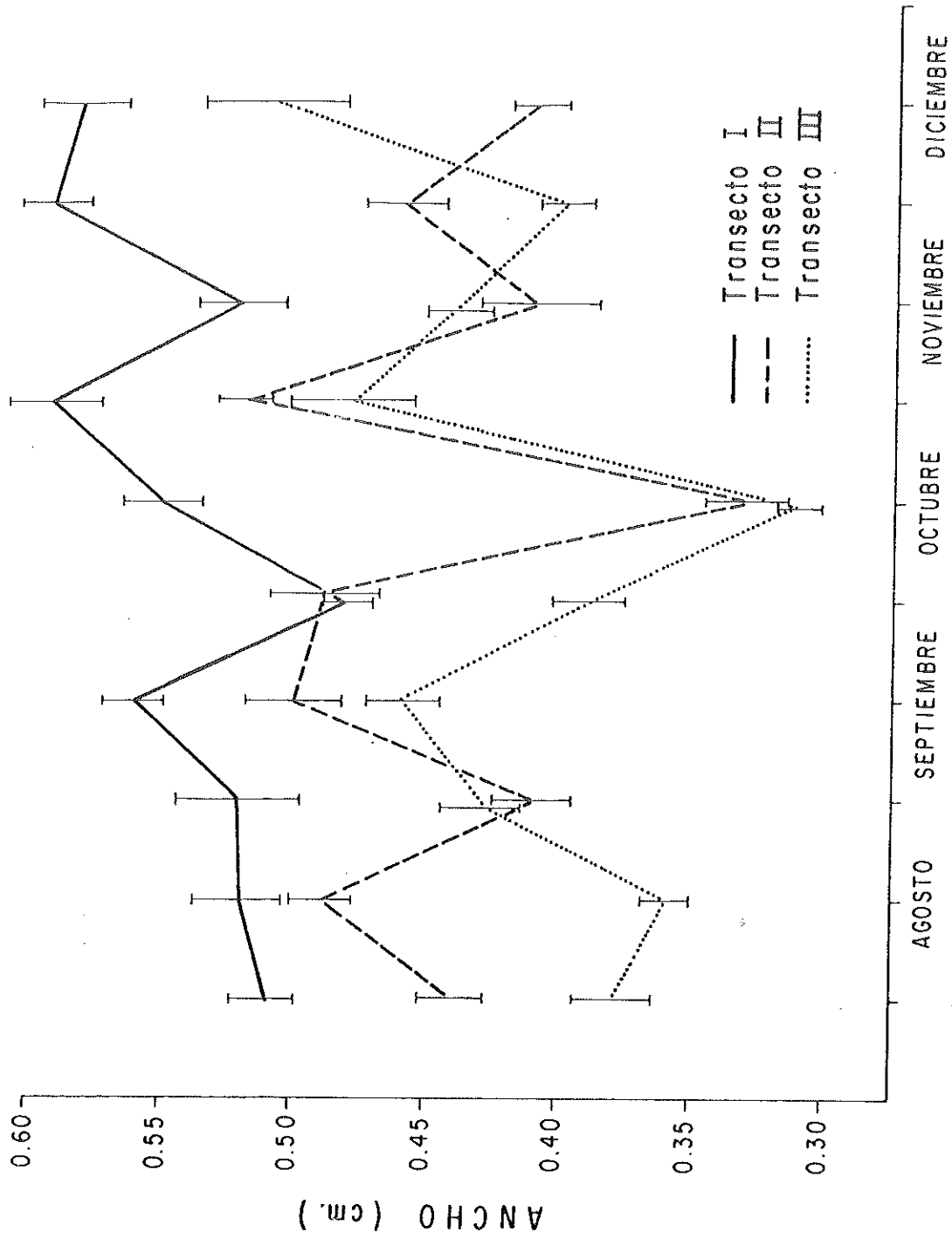


Fig. 7 Ancho promedio (cm.) de las hojas 1, 2, 3 y 4/transecto/muestreo. Las barras representan  $\pm 1$  error estándar. Se promediaron las cuatro hojas.

#### 4) Longitud de las hojas 1, 2, 3 y 4

El análisis de comparaciones múltiples mostró que hay diferencias significativas entre la longitud de la hoja 1 con respecto a las hojas 2, 3 y 4, así mismo de la hoja 2 con respecto a la 3 y 4; pero no entre las hojas 3 y 4 (Tabla VI). Posteriormente se analizaron por separado la longitud de la hoja 1, longitud de la hoja 2 y se unieron los datos de longitud de la hoja 3 y 4. Los resultados de los últimos se describen en el inciso 6.

##### 4.1 Longitud de la hoja 1

Se encontró diferencia en el tiempo y en el espacio (Tablas IV y V). Las diferencias en el espacio fueron entre el transecto II y III con respecto al I, por lo tanto se unieron los valores del II y III.

En el transecto I a partir de agosto se presenta un aumento en la longitud promedio de la hoja 1, hasta llegar a su valor promedio máximo  $23.76 \pm 4.24$ , a principios de septiembre. A partir de ese momento se presenta una

disminución hasta llegar al valor promedio mínimo  $9.7 \pm 2.27$  a mediados de noviembre, posteriormente se presenta una tendencia hacia el aumento del promedio (fig.8).

En el transecto II - III a principios de agosto se presenta el valor promedio mínimo  $6.23 \pm 1.2$ ; a partir de entonces se presenta una tendencia al aumento en la longitud promedio de la hoja 1, y llega a su valor promedio máximo  $13.5 \pm 2.18$  a mediados de septiembre; posteriormente se presenta una oscilación en donde los valores permanecen más o menos constantes, hasta llegar a mediados de diciembre a un valor cercano al mínimo.

Los promedios generales fueron de  $15.53 \pm 1.12$ , y  $9.79 \pm 0.56$ , para el transecto I y II - III respectivamente. Las diferencias entre los promedios estacionales no son significativos; y van de 16.74 a 14.47 (transecto I) y de 10.48 a 9.24 (transecto II - III).

#### 4.2 Longitud de la hoja 2

Se presentaron diferencias en el tiempo y en el espacio (tablas IV y V). No se unió ningún transecto.

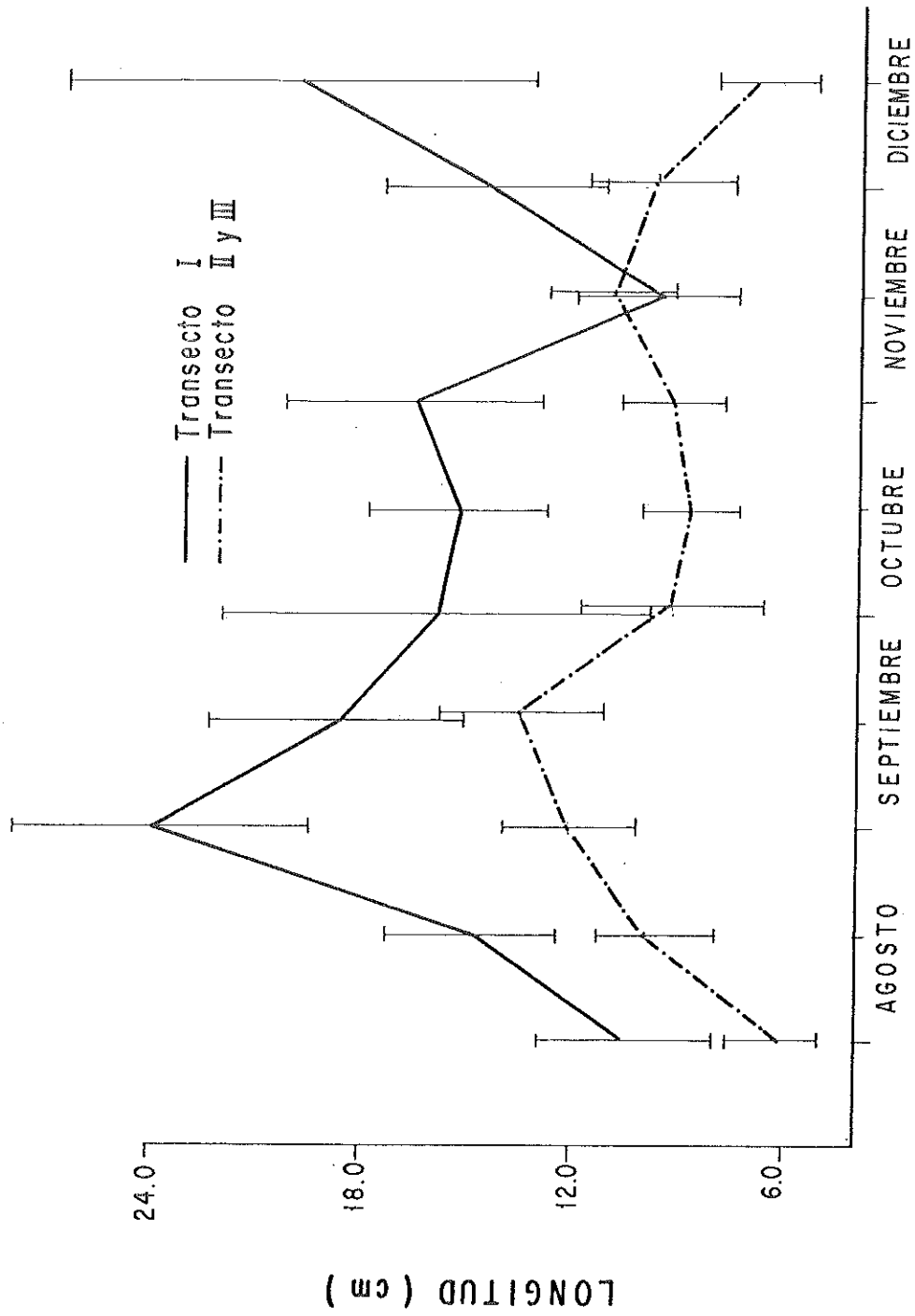


Fig.8 Longitud promedio de la hoja 1/transecto/muestreo. Se unieron los valores de los transectos II y III (- · - ·). Las barras representan  $\pm 1$  error estándar.

El transecto I presenta una tendencia hacia el aumento en el promedio de la longitud de la hoja 2 y a mediados de septiembre se presenta el valor promedio máximo  $59.14 \pm 4.78$ . Posteriormente hay una tendencia a la disminución del promedio hasta llegar a mediados de noviembre, después se presenta un pico a finales del mismo mes, pero a mediados de diciembre se presenta el valor promedio mínimo  $24.86 \pm 2.51$  (fig.9).

En el transecto II la tendencia durante los primeros cuatro muestreos es hacia el aumento en el promedio y alcanza su valor promedio máximo a mediados de septiembre  $38.2 \pm 5.7$ , este valor se mantiene casi constante hasta principios de octubre. Después se presenta una disminución hasta llegar al valor promedio mínimo  $19.17 \pm 2.8$  a mediados de noviembre, luego se presenta una ligera tendencia hacia el aumento del promedio.

Durante los primeros muestreos en el transecto III también se presenta un aumento en el promedio. El valor promedio máximo  $31.85 \pm 5.77$  se presenta a principios de septiembre; posteriormente la amplitud de las oscilaciones es mínima y a finales de noviembre llega el valor promedio mínimo  $14.67 \pm 2.16$ .

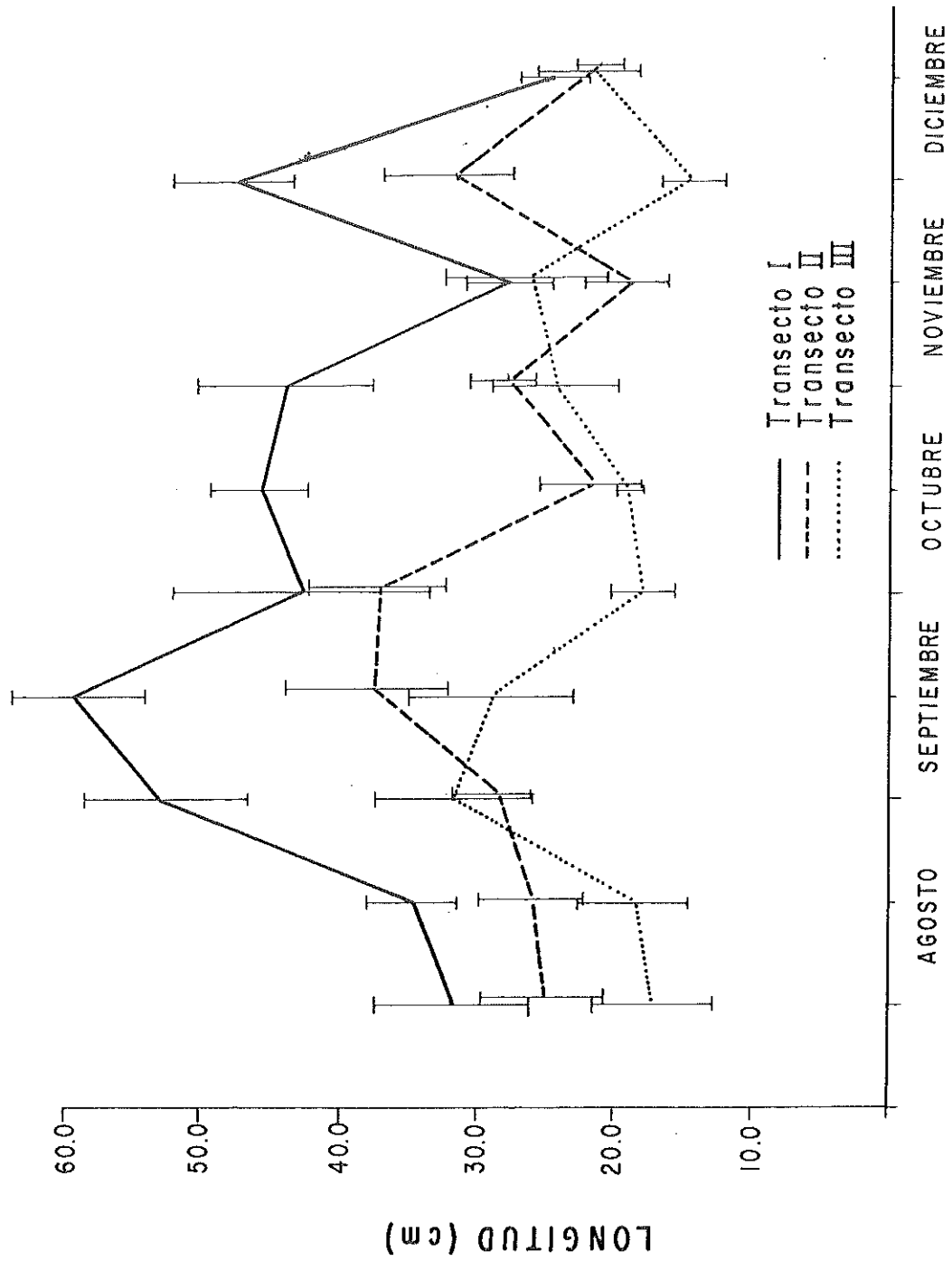


Fig.9 Longitud promedio de la hoja  
 2/transecto/muestreo. Las barras representan  $\pm 1$  error estándar.

Los promedios generales para el transecto I, II y III respectivamente son de  $41.78 \pm 1.8$ ,  $27.62 \pm 1.32$  y  $22.38 \pm 1.5$ . Las variaciones estacionales verano - otoño no son significativas y van de 44.92 a 39.03 para el transecto I, de 30.21 a 25.99 en el transecto II y de 23.77 a 20.99 en el transecto III.

#### 5) Ancho de las hojas 3 y 4

De acuerdo al resultado del ancho de las hojas 1,2,3 y 4. Se sabía de antemano que aún entre las hojas 3 y 4 no había diferencia significativa. Sin embargo, se procedió a aplicar todas las pruebas a las medidas de las hojas 3 y 4 para poder saber con exactitud cómo son los cambios en la hoja más desarrollada de un tallo.

Se detectaron diferencias en el tiempo y en el espacio (Tablas IV y V), pero no entre número de hoja, por lo tanto se unieron los valores de las hojas 3 y 4.

Las tendencias de los transectos a través del tiempo son similares a las presentadas por los datos de ancho de las 4 primeras hojas, por lo que sólo se menciona a los

valores máximos y mínimos de cada transecto (fig. 10). El valor promedio mínimo para el transecto I es de  $0.48 \pm 0.01$  (principios de octubre), y su valor promedio máximo de  $0.62 \pm 0.03$  (principios de noviembre). Para el transecto II: el valor promedio máximo es de  $0.54 \pm 0.02$  (principios de octubre), y el valor promedio mínimo es de  $0.32 \pm 0.03$  (finales de octubre). Por último en el transecto III el valor promedio mínimo es de  $0.31 \pm 0.01$  (mediados de octubre) y el valor promedio máximo es de  $0.63 \pm 0.08$  (mediados de diciembre).

Se observa que el valor promedio mínimo para los tres transectos se presenta dentro de la primera quincena del mes de octubre.

El valor promedio general para los transectos I, II y III es de  $0.55 \pm 0.00$ ,  $0.46 \pm 0.00$  y  $0.42 \pm 0.00$ . La tendencia estacional verano - otoño no es significativamente diferente pero sus valores son: 0.53 a 0.56 para el transecto I, de 0.48 a 0.46 para el transecto II, y de 0.41 a 0.43 para el transecto III.

#### 6) Longitud de las hojas 3 y 4

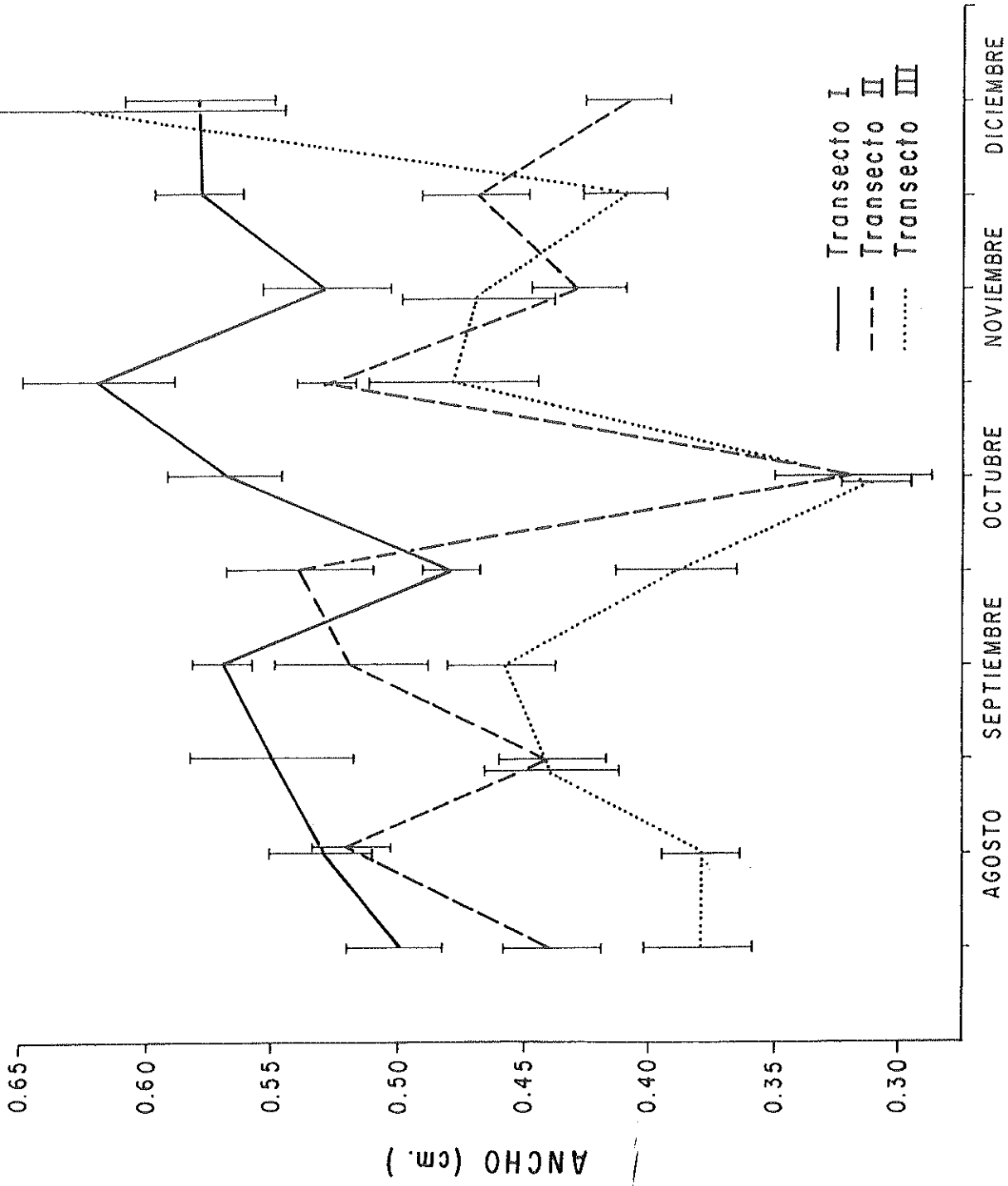


Fig.10 Ancho promedio (cm) de Las hojas 3 y 4/transecto/muestreo. Las barras representan  $\pm 1$  error estándar. Se unieron los valores de las hojas 3 y 4.

Se encontró diferencia significativa para los factores tiempo y espacio, pero no para el factor número de hoja. Cabe aclarar que en este caso debido a que los datos presentaron distribución normal, se aplicó un análisis de varianza paramétrico (Prueba F) y como este es más robusto que el no paramétrico, se le da mayor peso a sus resultados.

La diferencia en el tiempo se encontró a lo largo de todo el periodo de muestreo, mientras que en el espacio se presentó diferencia significativa entre los transectos II y III con respecto al I (Tabla V). Esto condujo a que se promediaran juntos los valores de los transectos II y III.

La tendencia para el transecto I, es que en agosto se presenta una longitud promedio baja, la cual se va incrementando hasta llegar a su valor promedio máximo de  $61.64 \pm 5.65$  a mediados de octubre; luego se presenta una marcada reducción a la cual le sigue un pico muy cercano al máximo, para después presentarse el valor promedio mínimo de  $20.3 \pm 4.02$  a mediados de diciembre. Para los transectos II y III unidos, el valor promedio máximo se presenta 2 veces, pero con diferente error estándar, a mediados de septiembre es de  $35.9 \pm 4.5$ , y a finales de octubre es de  $35.87 \pm 2.61$ , el valor promedio mínimo es de  $20.08 \pm 2.18$  y se presenta a mediados de agosto (fig. 11).

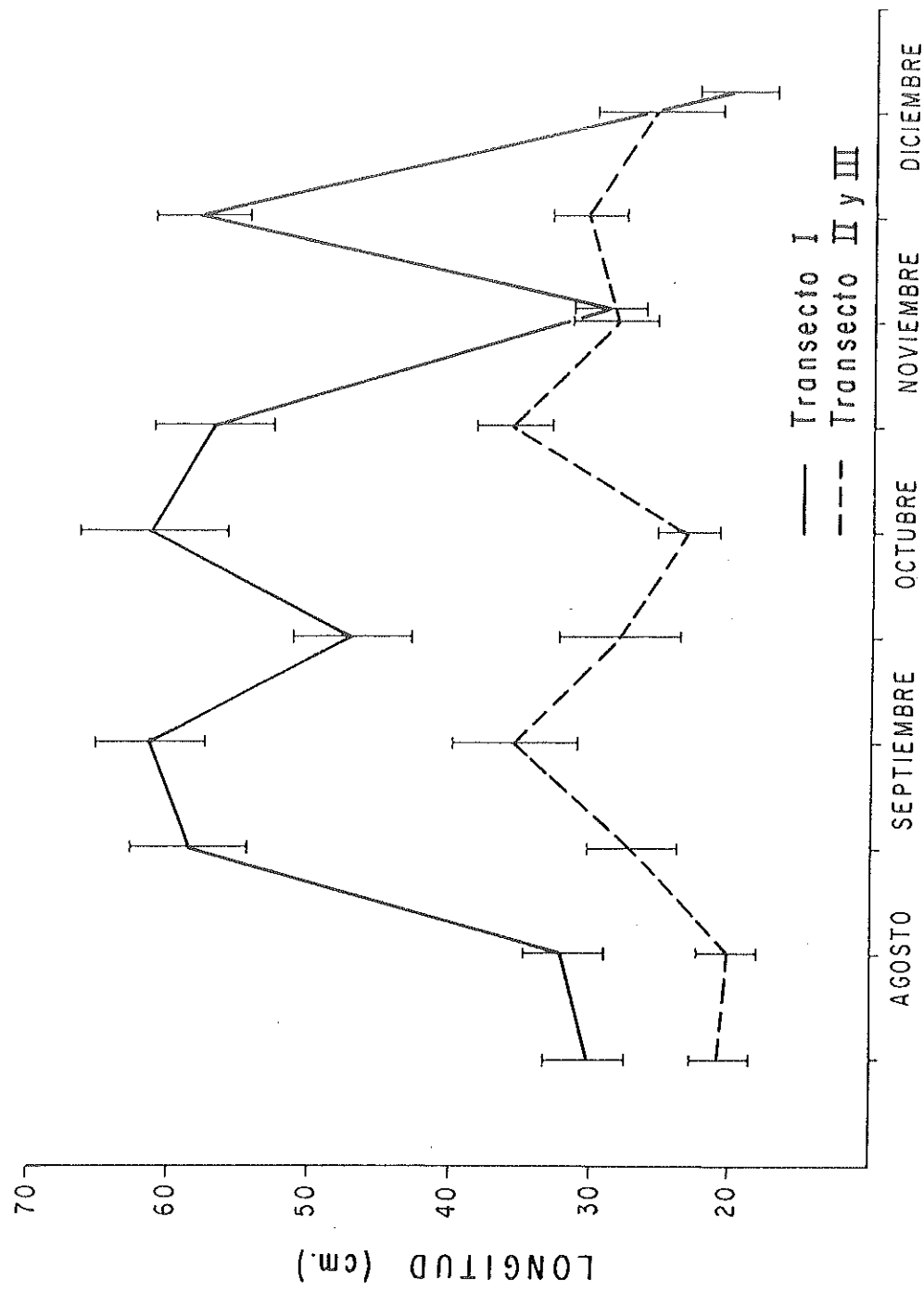


Fig.11 Longitud promedio de las hojas 3 y 4/transecto/muestreo. Las barras representan  $\pm 1$  error estándar. Se unieron los valores de las hojas 3 y 4; y los del transecto II y III (---).

El promedio general para el transecto I es de  $45.61 \pm 1.66$ , y para los transectos II y III unidos es de  $28.29 \pm 1.38$ . La variación estacional verano - otoño para el promedio de la longitud de la hoja más desarrollada de un tallo, es de 42.51 a 47.62 para el transecto I, y de 25.95 a 29.65 para el transecto II-III, esta última es significativamente diferente.

#### 7) Area promedio de las hojas 3 y 4

Se encontró que las diferencias significativas para esta serie de datos, se presentan en la misma forma que para la longitud de las hojas 3 y 4, es decir, que hay diferencias en el tiempo y en el espacio, pero no en el número de hoja (Tabla IV). Las diferencias en el espacio se localizan entre el transecto I contra el conjunto de los transectos II y III (Tabla V).

La tendencia general de principios de agosto a finales de noviembre para el transecto I, es el de aumentar su area promedio y se presentan solo dos reducciones en este periodo. Su valor promedio máximo es de  $71.84 \pm 6.61$  (mediados de octubre) y el valor promedio mínimo es de 24.85

$\pm 6.01$  a mediados de diciembre. En la unión de los transectos II y III la tendencia es parecida solo que después de alcanzar el punto máximo a mediados de septiembre ( $40.2 \pm 5.99$ ), durante un mes el promedio baja, presentando el valor mínimo a mediados de octubre ( $15.28 \pm 1.62$ ), posteriormente tiende a equilibrarse conservando un promedio mayor que en agosto (fig. 12).

El promedio general del área promedio de la hoja más desarrollada de un tallo, es de  $51.34 \pm 2.1$  para el transecto I, y de  $27.45 \pm 1.3$  para el transecto II-III. La variación estacional verano - otoño es de 46.64 a 55.19, y de 26.25 a 28.55, para el transecto I y II - III respectivamente, solo el último es significativamente diferente.

Se hicieron algunas correlaciones entre las variables aquí descritas, utilizando el índice de correlación de Kendall para conjuntos de igual tamaño. Para obtener un poco más de información se calculó la producción aérea en gramos de peso seco por tallo, basándose en datos de Huerta-Tamayo (1985) (fig. 13). A estos últimos también se les hizo bondad de ajuste y análisis de varianza (Apéndice

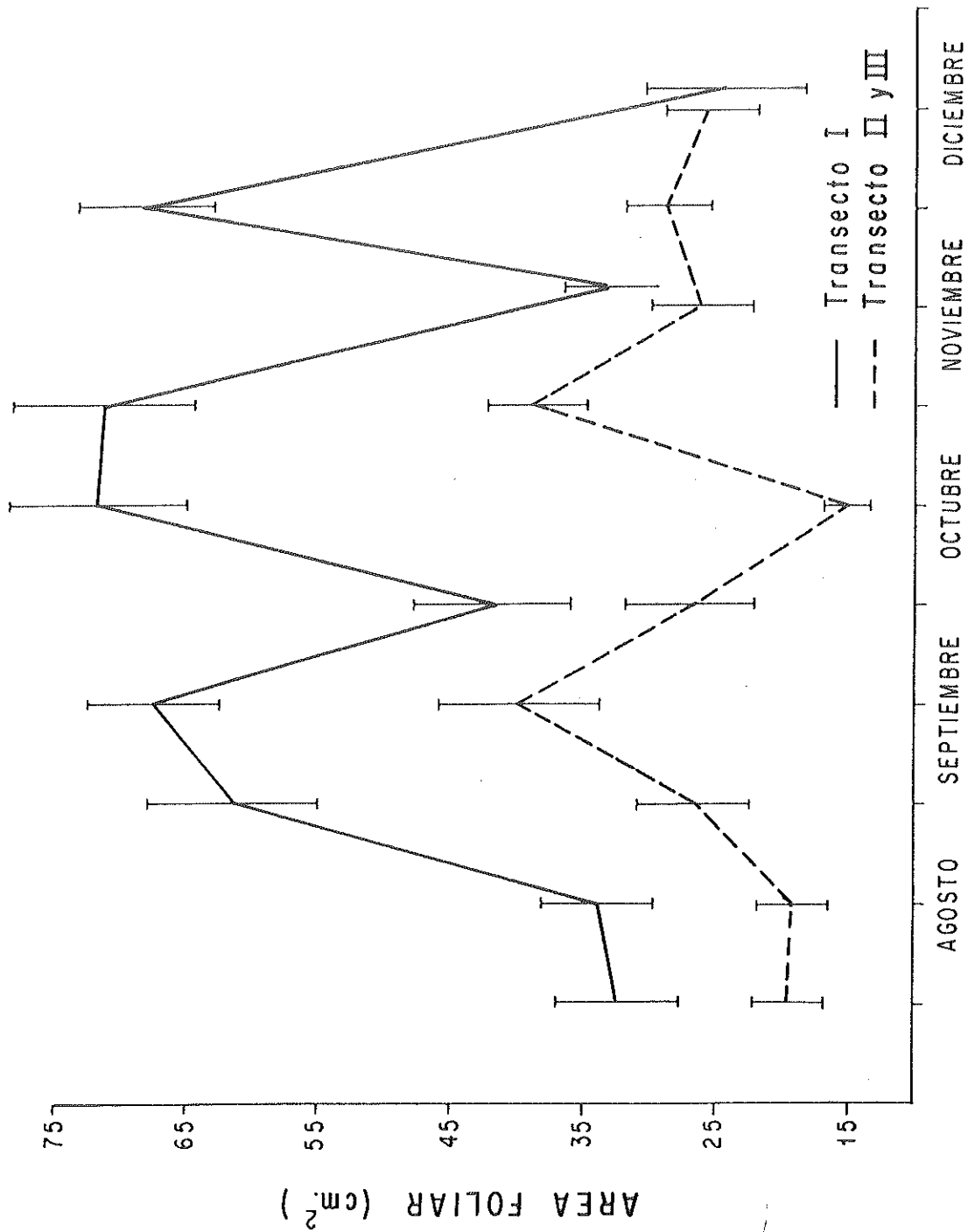


Fig.12 Area promedio de Las hojas 3 y 4/transecto/muestreo. Las barras representan  $\pm 1$  error estándar. Se unieron Los valores de Las hojas 3 y 4; y los del transecto II y III (---).

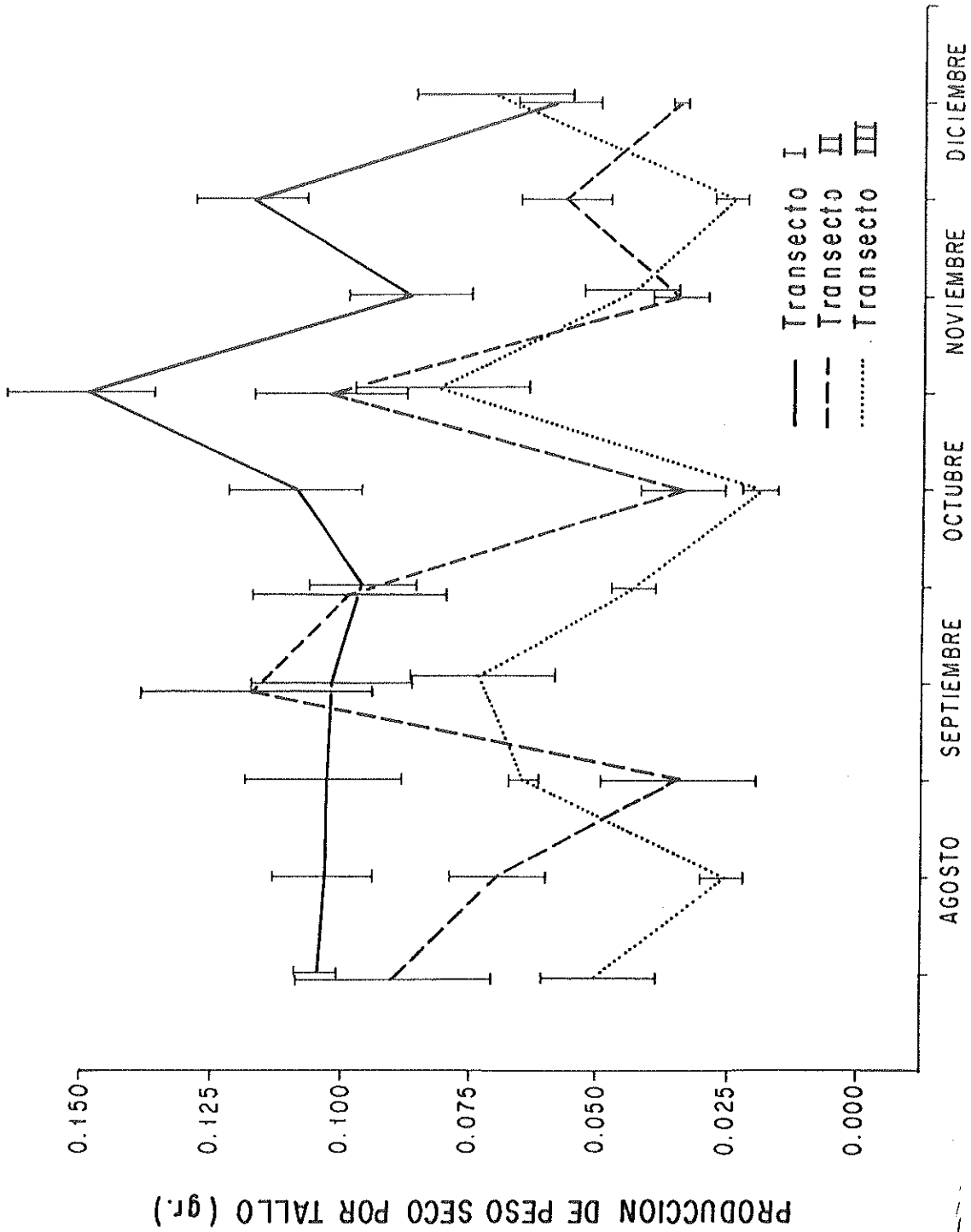


Fig.13 Producción aérea en gramos de peso seco por tallo/ transecto/muestreo. Las barras representan.  $\pm 1$  error estándar.

9) y se compararon con el número de hojas por tallo y el área foliar por tallo (Tabla VII).

Los resultados de esta prueba nos muestran que tan relacionadas es posible que sean entre sí. Se encontró una mayor correlación entre el número de hojas por tallo y el área foliar por tallo; entre esta última y la producción en gramos de peso seco se encontró que hay una correlación de 51%, este mismo porcentaje se encuentra entre el ancho y la longitud promedio de las hojas 3 y 4.

Las horas de exposición a que estuvo sometido cada transecto entre los muestreos, están ilustrados en la figura 14, en donde se puede observar que siempre el transecto I fué el menos expuesto, mientras que el transecto III fué el más expuesto.

Tabla VII. Valores del coeficiente de correlación de Kendall (tau), expresados en porcentajes.

VARIABLE	VARIABLE	VALOR DE $\tau$
No. de hojas por tallo	Area foliar por tallo	20%
No. de hojas por tallo	producción en gramos de peso seco por tallo	15%
No. de hojas por tallo	ancho promedio de las hojas 3 y 4	22%
No. de hojas por tallo	Longitud promedio de las hojas 3 y 4	3%
Area foliar por tallo	producción en gramos de peso seco por tallo	51%
Longitud promedio de las hojas 3 y 4	Ancho promedio de las hojas 3 y 4	51%

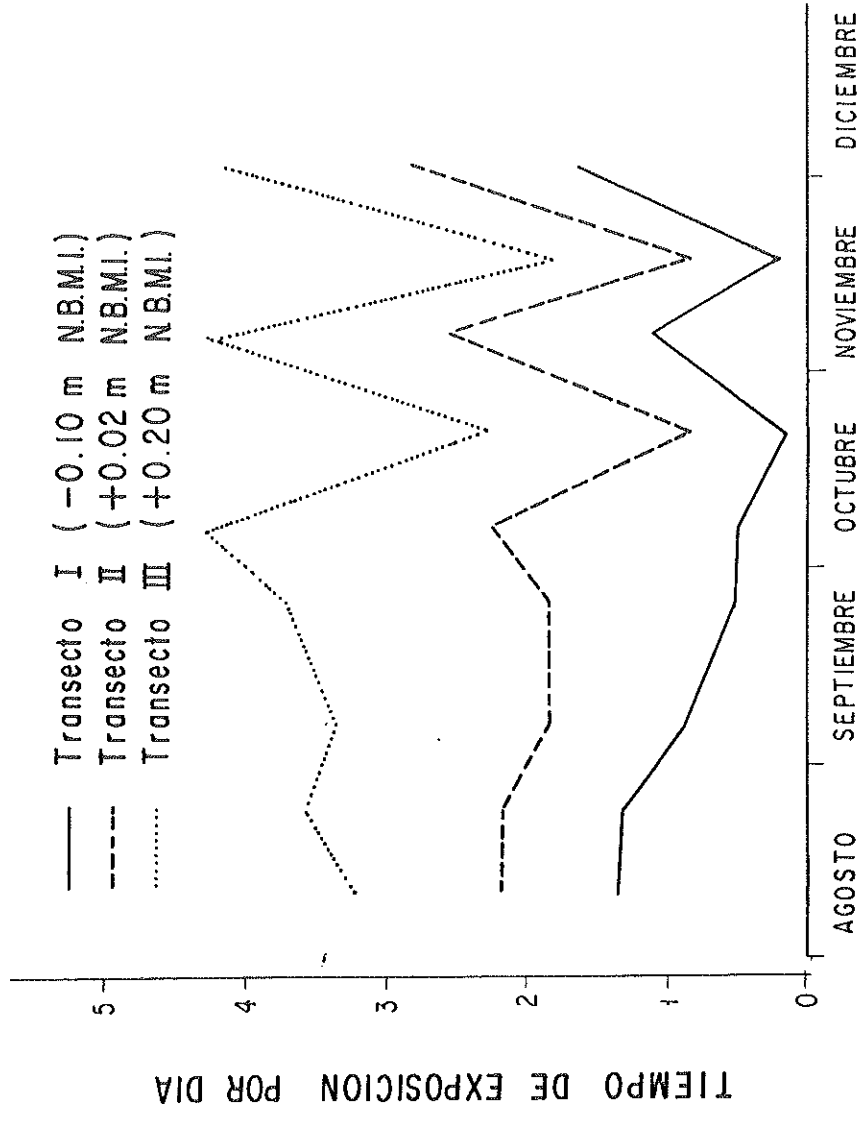


Fig.14 Horas de exposición/día/transecto.

## DISCUSION

La importancia de analizar los cambios morfométricos de *Z. marina* L. a nivel individual, reside en que éstos se verán reflejados en los cambios a nivel de la población y tendrán una influencia directa en variables como la producción, la biomasa y la densidad.

Sand-Jensen (1975), Jacobs (1979), Aioi, *et al.* (1981) y Robertson y Mann (1984), encontraron que hay una tendencia estacional hacia la disminución en el número promedio de hojas por tallo, lo cual coincide con una tendencia a reducir en el intervalo plastocrón (tiempo promedio entre la aparición de dos hojas sucesivas; Patriquin, 1973) y la tendencia hacia un aumento en el intervalo de exportación (tiempo promedio entre la desaparición de dos hojas sucesivas, Kentula, 1983). En nuestra zona sucede que la tendencia estacional en el número de hojas por tallo es mantenerse constante en las diferentes profundidades, lo cual coincide con la tendencia del intervalo plastocrón y de exportación calculado por Huerta-Tamayo (1985) para la especie en ese período (Tabla VIII). Keller y Harris

Tabla VIII. Valores (días) del intervalo plastocrón (PI) e intervalo de exportación (EI) (Tomados de Huerta-Tamayo, 1985) También se presenta el promedio de número de hojas por tallo para ese período.

MUESTREO	PI	EI	No. DE HOJAS/ TALLO
03 Agosto	6.1	8.6	4.7
18 Agosto	10.4	9.0	3.7
01 Septiembre	11.5	10.7	3.4
15 Septiembre	11.4	11.1	3.4
04 Octubre	12.3	9.0	3.3
16 Octubre	11.3	8.5	3.1
31 Octubre	9.5	11.8	4.0
16 Noviembre	10.4	7.9	3.6
28 Noviembre	9.0	8.6	4.3
14 Diciembre	7.9	5.8	3.3
	9.9	9.1	3.7
$\bar{X}$			

(1966), encontraron que en Humboldt Bay, Ca. no hay variaciones significativas entre el número de hojas por tallo y la elevación.

Si se comparan los valores con los obtenidos en Japón y Canadá, se observa que tanto en verano como en otoño el valor en nuestra zona es menor. Comparando con Francia en verano se tienen valores iguales, mientras que en otoño nuestro valor es mayor (tabla IX). Todo esto indica que comparativamente tampoco hay cambios significativos en el tiempo, como se presentan en otras zonas.

La tendencia de las variables a mantenerse constante puede deberse en parte a que la Bahía de San Quintín es una zona reconocida como de condiciones óptimas para los productores primarios por la ocurrencia no limitante de compuestos nitrogenados, fosfatos y silicatos, en parte debido a las surgencias cerca de su boca (Alvarez-borrego y Chee-Barragan, 1976).

Se observó que el ancho de las cuatro primeras hojas de un tallo, no varía conforme van cambiando su posición, pero si hay diferencias entre los transectos; observándose las hojas más anchas en el transecto más profundo y una disminución gradual al disminuir la profundidad. A pesar de

Tabla IX. Promedios estacionales del número de hojas por tallo para diferentes partes del mundo.

LUGAR	PROMEDIO	FUENTE BIBLIOGRAFICA
Roscoff, Francia	3.8 - Agosto	Jacobs, 1979
	2.9 - Diciembre	
Nabeta Bay, Japón	5.5 - Verano	Aioi, <u>et al</u> , 1981
	4.5 - Otoño	
Nova Scotia, Canada	4.8 - Verano	Robertson, 1984
	3.06- Otoño	
San Quintín, B.C. México.	3.8 - Verano	Presente Trabajo
	3.6 - Otoño	

las oscilaciones temporales que sigue cada uno de los transectos, se nota que hay una tendencia a reducir las diferencias en el comportamiento del transecto II y III.

El alto error estándar que se presenta en la longitud de la hoja 1 y 2, tanto en transecto I como en los transectos II y III, se debe en parte a la variabilidad causada por la etapa de desarrollo de las hojas, ya que es cuando se presenta la mayor parte del crecimiento con respecto a la longitud máxima. En cambio al llegar a la posición de hoja 3 y/o 4, el error estándar disminuye, ello indica que en esta posición la variabilidad de la longitud de las hojas disminuye. Puede considerarse que cuando una hoja llega a la posición 3, ya ha alcanzado su longitud máxima.

En cuanto a la longitud de la hoja 1 y 2, los valores mayores se presentan en el transecto más profundo (I) y tienden a disminuir al reducirse la profundidad.

La longitud y el área promedio de la hoja más desarrollada de un tallo tuvieron las mismas tendencias en el tiempo y en el espacio. La variación estacional para ambas variables no fue significativa en el transecto I, pero si estuvo reflejada por ligero aumento en la magnitud de su

valor en el transecto II-III. Esto último indica que la variación en el área promedio está influenciada básicamente por las oscilaciones en la longitud, ya que el ancho permanece constante.

La tendencia en el ancho, longitud y área promedio de la hoja más desarrollada de un tallo, con respecto a la profundidad siempre fue la misma a través del tiempo. El transecto I tiende a tener siempre los valores más altos con respecto al II y III, por lo que se tiene que a medida que aumenta la profundidad, aumenta el valor de las variables antes mencionadas, esta aseveración confirma lo dicho por Keller y Harris (1966), Phillips (1972, 1974), Moody (1978), Bayer (1979) y Jacobs (1979).

El cambio de morfología de hoja de verano (largas y anchas) a hoja de invierno (cortas y angostas) observado por Kentula (1983) en Netarts Bay, Oregon, no se alcanza a detectar en las muestras analizadas.

Poumian-Tapia (en prep.) detectó un decremento en el número de hojas/m, para la misma época y estudio; por otra parte en este estudio se observó un aumento en el área promedio por hoja a través del tiempo en los transectos II y III, por lo que se puede pensar que los dos últimos

transectos debido a que se encuentran en una zona de transición y están sometidos a un tiempo de exposición mayor con respecto al transecto I (fig.13) ,empiezan a cambiar su morfología y así prepararse para sobrevivir el invierno.

Esta observación corrobora lo que Mc Roy (1970), Phillips (1972,1974) Mc Millan (1978) y Mc Millan y Phillips (1979) afirman; que las dimensiones de las hojas de Z. marina L. varían de acuerdo a la zona,, estación del año y profundidad a que se encuentre, Esto evidencia que esta especie presenta plasticidad fenotípica.

Los resultados del área foliar por tallo muestran que hubo diferencia significativa entre los tres transectos, y que el comportamiento a través del tiempo tiende a mantenerse constante.

El patrón presentado por la producción aérea en gramos de peso seco por tallo por transecto y por muestreo, es similar al presentado por el área foliar por tallo. Además se encontró un índice de correlación de 51 % entre ambas variables. Esto nos indica que durante el período de transcurrido entre cada muestreo, más de la mitad del área foliar de una planta está conformada por crecimiento nuevo en cm.

Se puede resumir que todas las variables durante el período de muestreo permanecieron constantes en el transecto I; ésto se debe a que de acuerdo a la profundidad en que se encuentra está expuesto pocas horas y por lo tanto el rigor al que se ven expuestas las plantas es mínimo.

En el transecto II, el ancho y el área foliar por tallo permanecieron constantes, igualmente sucedió en el transecto III. Para las variables longitud y área promedio de la hoja más desarrollada, no hubo diferencia en sus valores entre el transecto II y el transecto III; ambas variables presentaron un pequeño aumento a través del tiempo. La única variable que no presentó diferencia entre transectos, y además permaneció casi constante a través del tiempo, fue el número de hojas por tallo.

Tanto para las variables ancho y área foliar como para la longitud y área promedio por hoja, el comportamiento del transecto II y III es el mismo. Esto se debe a que ambos transectos, en base a la profundidad están situados en una zona de transición en el intermareal bajo y el intermareal alto (Ibarra-Obando y Huerta-Tamayo, en rev.).

En la fig. 15 se sintetiza el comportamiento de las variables número de hojas por tallo, su longitud y anchura.

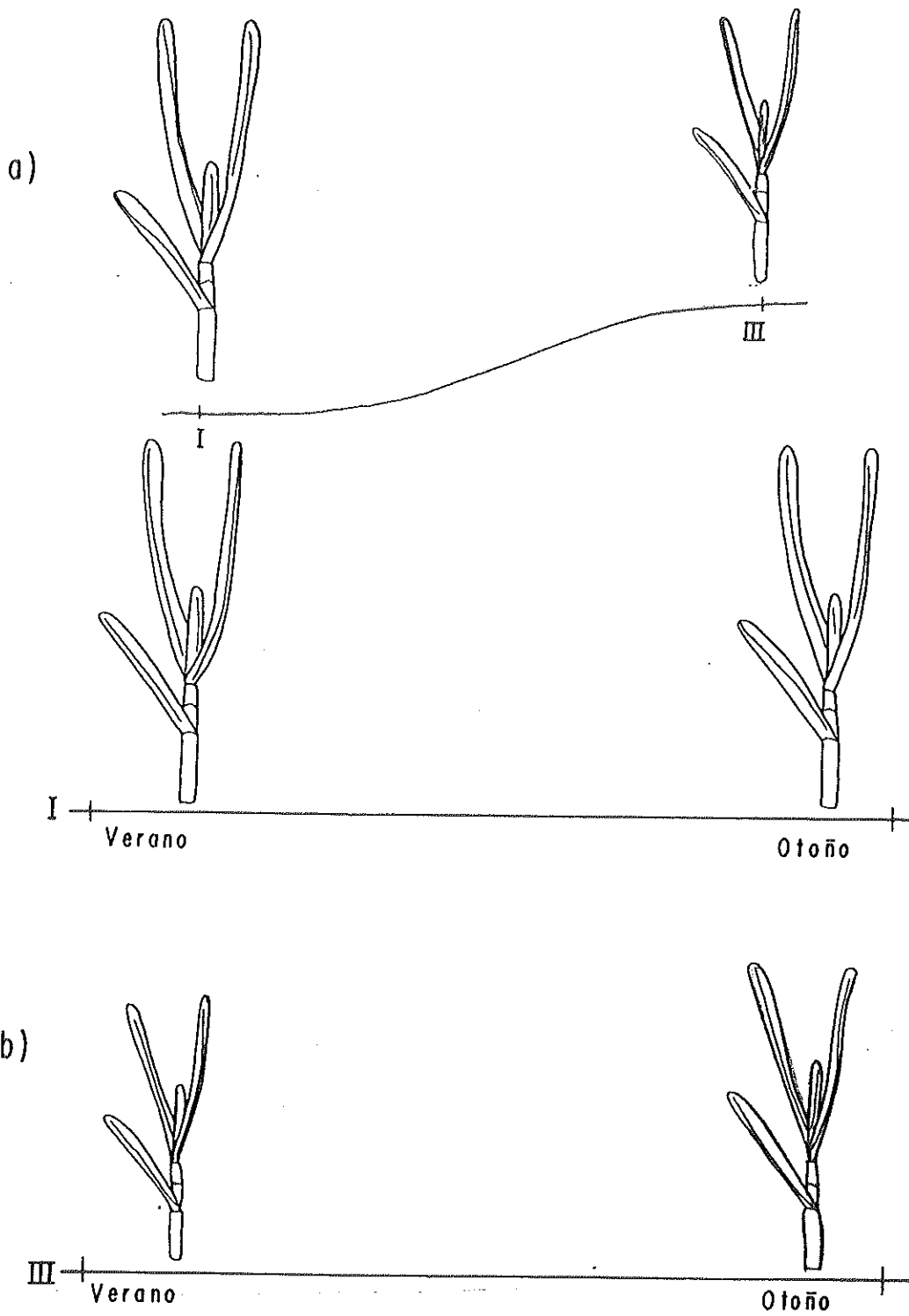


Fig.15 Modelo conceptual de las características de las hojas de *Z. marina* L.. Diferencias presentadas de acuerdo a la profundidad (a) y entre las estaciones verano - otoño (b).

El número de hojas por tallo permaneció constante a través del tiempo y no hubo diferencia significativa entre transectos. El ancho promedio de las hojas más desarrolladas fué mayor en el transecto I con respecto al II y III, y estacionalmente no presentó diferencia significativa. La longitud promedio de la hoja más desarrollada, también fué mayor en el transecto I, con respecto con el II y III y presentan un ligero aumento de verano a otoño.

## CONCLUSIONES

Lo que a continuación se concluye se aplica solo a la especie estudiada, en el lugar y tiempo en que se llevaron a cabo los muestreos.

1.- La tendencia estacional a mantener el número de hojas por tallo coincide con el patrón presentado por el intervalo plastocrón y el intervalo de exportación.

2.- Durante la etapa de crecimiento no se presenta un cambio significativo en el ancho de las hojas de un tallo.

3.- Una hoja alcanza su longitud máxima al llegar a la posición 3 en el tallo.

4.- Existe una relación directamente proporcional entre la longitud y el ancho de la hoja más desarrollada.

5.- El área foliar por tallo guarda una relación directamente proporcional con la producción aérea en gramos de peso seco por tallo.

6.- La profundidad es un factor determinante en la variación de las dimensiones de las hojas. A mayor profundidad, mayores dimensiones.

7.- En el área no se presentó el cambio de morfología de hoja de verano a hoja de invierno observado por Kentula (1983).

8.- El comportamiento por transectos, hace una diferenciación entre el transecto I con respecto al II y III.

## RECOMENDACIONES

- 1) Completar el ciclo anual para poder determinar si en algún momento se observa el cambio de hoja de verano a hoja de invierno en las hojas de Z. marina L.
- 2) Medir el espesor de las hojas y considerarlo como otra variable dentro de las variaciones.
- 3) Aumentar el tamaño de muestra para disminuir el error estándar.
- 4) Hacer un registro continuo de las variables fisicoquímicas para poder relacionarlas estadísticamente con las series de datos que se tengan.
- 5) Establecer dos transectos más. Uno a mayor profundidad que el I, y otro a menor profundidad con respecto al III. Esto con el fin de poder delimitar claramente las características de una población submareal y una intermareal.

BIBLIOGRAFIA CITADA

Aioi, K., H. Mukai, I. Koike, M. Ohtsu and A. Hattori. 1981. Growth and organic production of eelgrass (*Zostera marina* L. in Temperate waters of the Pacific coast of Japan. II Growth analysis in Winter. *Aquat. Bot.*, 10:175-182.

Alvarez-Borrego, S. y A. Chee-Barragán. 1976. Distribución superficial de fosfatos y silicatos en Bahía San Quintín, B.C. *Ciencias Marinas*, 3:51-61 .

Arasaki, M. 1950. The ecology of Amano (*Zostera marina* and Koamano (*Zostera nana*). *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.*, 15(10):567-572.

Arber, A. 1920. *Water Plants*. Verlag Von Cramer. New York. 436 pp. 1960-61. *Pac. Nat.*, 3:249-274.

Barnard, J.L. 1962. Bentic marine exploration of Bahía de San Quintín, B.C. 1960-61. *Pac. Nat.*, 3:249-274.

Bayer, R.D. 1979. Intertidal zonation of Zostera marina in the Yaquina estuary, Oregon. SYESIS, 12:147-153.

Coen, L.D., K.L. Heck, L.G. Abele. 1981. Experiments on competition and predation among shrimps of seagrass meadows. Ecology, 62:1484-1493.

Dawson, E.Y. 1951. A further study of upwelling and associated vegetation along Pacific Baja California Mexico. Journal Marine Research, [XI]:39-58.

Dawson, E.Y. 1962. Marine and marsh vegetation of Bahia of San Quintin. Pac. Nat., 3:275-280.

Dawson, E.Y. 1966. Marine Botany. An introduction. Holt, Rinehart and Winston Inc. USA., 371 p.

Felger, R. and M.B. Moser. 1973. Eelgrass Zostera marina in the Gulf of California: Discovery of its nutritional value by the Seri Indians. Science, 181:355-356.

Felger, R. and C.P. Mc Roy. 1975. Seagrasses as potential food plants. In: Sommers, G.F. (ed). Seed-bearing halophytes as food plants. Proc. Conf. Univ. of

Delaware:62-68.

Felger, R. et al. 1980. Seagrasses in Seri Indian culture. In: Phillips R.C. and C.P. Mc Roy (eds). A handbook of seagrass biology: An ecosystem perspective. Garland Press, New York. 260-276.

Heck, K.L. and R.J. Orth. 1980. Seagrass habitats: the roles of habitat complexity, competition and predation in structuring associated fish and mobile invertebrates assemblages. In: Kennedy, V.S. (ed). Estuarine perspectives. Academic press, New York. 449-464.

Huerta-Tamayo, R. 1985. Producción aérea de Zostera marina L. de Junio a Diciembre de 1982 en Bahía Falsa, San Quintín, Baja California, México. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias Marinas, UABC. 120 p.

Ibarra-Obando, S.E. y R. Aguilar-Rosas. (en prensa). Macroalgas epifitas y flotantes asociadas con Zostera marina en la Bahía de San Quintín, B.C. México durante el Verano y Otoño de 1982: Biomasa y composición taxonómica. Ciencias Marinas.

Ibarra-Obando S.E. y R. Huerta-Tamayo. 1986. Biology

of Zostera marina L. in the Pacific Coast of Mexico. I.  
Blade production. Aquat. Bot., (en revisión).

Jacobs, R. P. M. W. 1979. Distribution and aspects of the  
production and biomass of eelgrass, Zostera marina L. at  
Roscoff, France. Aquat. Bot. 7:151-172.

Keuls, M. 1952. The use of studentized range in  
connection with an analysis of variance. Euphytica,  
1:112-122.

Keller, M., S. W. Harris. 1966. The growth of  
eelgrass in relation to tidal depth. J. Wildl. L.  
Management, 30(2):280-285.

Kemp, W. M. 1983. Seagrass communities as a coastal  
resource: A preface. MTS Journal, 17(2):3-5.

Kentula, M. E. 1983. Production dynamics of a Zostera  
marina L. bed in Netarts Bay, Oregon. Ph.D. dissertation.  
Oregon State University. 158 p.

Lot-Helguera's A. 1971. Estudios sobre las fanerógamas  
marinas en las cercanías de Veracruz, México. A. I. Biol.  
UNAM. Ser. Botánica, 1:1-48.

Lot-Helgueras A. 1977. General status of research on seagrass ecosystems in Mexico. In:McRoy, C.P. and C. Helfferich (eds) Seagrass Ecosystems:A scientific perspective. Marcel Dekker Inc. New York:233-246.

Marsh, A.G. 1973. The Zostera epifaunal community in the York River, Virginia. Science, 14:87-97.

Massey, F.J.Jr. 1951. The Kolmogorov-Smirnov statistics. J. Amer. Statist. Assoc., 46:68-78.

Mc Millan, C. 1978. Morphogeographic variation under controlled conditions in five seagrasses, Thalassia testudinum, Halodule wrightii, Syringodium filiforme, Halophila engelmannii and Zostera marina. Aquat. Bot., 4:169-189.

Mc Millan, C. and R.C. Phillips. 1979. Differentiation in habitat response among populations of New World seagrasses. Aquat. Bot., 7:185-196.

Mc Roy, C.P. 1968. The distribution and biogeography of Zostera marina L. (eelgrass) in Alaska. Pac. Sci., 22:507-513.

Mc Roy C.P. 1970. The standing stock and other features of eelgrass (Zostera marina L.) populations on the coast of Alaska. J. Fish. Res. B. Canada., 27(10):1811-1821.

Mc Roy, C.P. and C. Mc Millan. 1977. Production ecology and physiology of seagrasses. In: Mc Roy, C.P. and C. Helffferich (eds). Seagrass ecosystems: A Scientific perspective. Marcel Dekker, New York. 53-88.

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. 104 p.

Munz, P.A. 1974. A Flora of Southern California. Univ. of California Press. LTD. USA. 1086 p.

Nagle, J.S. 1968. Distribution of the epibiota of macroepibenthic plants. Contrib. Mar. Sci., Univ. Tex., 13:105-144.

Newman, D. 1939. The distribution of range in samples from a normal population, expressed in terms of an independent estimate of standard deviation. Biometrika,

31:20-30.

Patriquin, D. 1973. Estimation of growth rate, production and age of the marine angiosperm Thalassia testudinum K. Carib. J. Sci. 13:1-2.

Pearson, K. 1900. On a criterion that a given system of deviations from the probable in case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen in random sampling. Phil. Mag. Ser., 5(50):157-175.

Phillips, R.C. 1972. Ecological life history of Zostera marina L. (eelgrass) in Puget Sound, Wash., Ph.D. dissertation. Univ. of Washington, Seattle. 103 p.

Phillips, R.C. 1974. Transplantation of seagrasses with special emphasis in Zostera marina L.. Aquac., 4:161-176.

Phillips, R.C. and T.W. Backman. 1983. Phenology and reproductive biology of eelgrass (Zostera marina L.) at Bahia Kino, Sea of Cortez, Mexico. Aquat. Bot., 17(1):85-90.

Poumián-Tapia, M. (en prep.) Determinación de Biomasa aérea de Zostera marina L. y sus epífitas microscópicas en Bahía Falsa, San Quintín, B.C. de Junio a Diciembre de 1982. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias Marinas.

Robertson, A.I. and K.H. Mann. 1984. Disturbance by ice and life history adaptations of seagrass Zostera marina L. Mar. Biol., 80(2):131-141.

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. 1922. Zostera marina in its relation to temperature. Science, 56:575-577.

Siegel, S. 1972. Estadística No Paramétrica. Ed. Trillas, México. 344 p.

Sverdrup, H., M.W. Johnson y R.H. Fleming. 1970. The oceans Prentice-Hall. N.J. USA 1087 p.

Thayer, G.W., P.L. Parker, N.W. La Croix and B. Fry. 1978. The stable carbon isotope ratio of some components of an eelgrass, Zostera marina bed. OECOLOGIA, 35:1-12.

Tomlinson, P.B. 1982. Anatomy of monocotyledons. VII  
HELOBIAE. Clarendon Press. Oxford. 559 pp.

Wiggins, I.L. 1980. Flora of Baja California.  
Stanford Press, California. 1025 p.

Wilson, K.V. 1956. A distribution-free test of  
analysis of variance hypotheses. Psychol. Bull.,  
53:96-101.

Zar, J.H. 1974. Biostatistical Analysis.  
Prentice-Hall, Inc. USA.

## SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LOS APENDICES

E.S	Valor del error estándar
$E.S\% \bar{X}$	Valor del error estándar como porcentaje de la media.
M1 ... M10	Muestreo 1 ... Muestreo 10.
N	Tamaño de la muestra.
S	Valor de la desviación estándar de la muestra.
TR1 ó TRI	Transecto 1
TRII ó JR2	Transecto 2
TRIII ó TR3	Transecto 3
TRII-III ó TR2-3	Unión de los transectos 2 y 3.
$\bar{X}$	Valor de la media muestral.

Apéndice I. Estadística descriptiva para La variable número de hojas por tallo.

MUESTREO	N	$\bar{X}$	S	E.S.	E.S.% $\bar{X}$
M1	36	4.77	0.959	0.159	3.34
M2	37	3.75	1.11	0.18	4.88
M3	33	3.45	1.00	0.17	5.05
M4	43	3.46	0.93	0.142	4.11
M5,	21	3.33	1.016	0.22	6.65
M6	37	3.1	0.81	0.133	4.28
M7	35	4.0	1.21	0.2	5.12
M8	36	3.66	1.41	0.23	6.43
M9	31	4.35	0.75	0.13	3.11
M10	22	3.36	1.0	0.21	6.35

## Apéndice 2. Estadística descriptiva para La variable área

foliar por tallo.

MUESTREO	N	$\bar{X}$	S	E.S.	E.S.% $\bar{X}$
MI TR1	12	106.24	77.26	22.3	20.99
TR2	9	82.53	51.26	17.08	20.70
TR3	15	50.54	64.02	16.53	32.70
M2 TR1	14	99.84	55.5	14.83	14.85
TR2	9	86.26	45.26	15.08	17.49
TR3	14	38.67	35.49	9.48	24.52
M3 TR1	10	157.75	90.31	28.55	18.10
TR2	11	57.72	24.84	7.49	12.97
TR3	12	86.59	81.58	23.55	27.19
M4 TR1	15	173.38	70.79	18.27	10.54
TR2	13	112.60	95.08	26.37	23.42
TR3	15	101.25	101.58	26.23	25.90
M5 TR1	6	120.27	65.64	26.80	22.28
TR2	8	87.87	65.63	22.49	25.6
TR3	7	43.12	20.36	7.69	17.85
M6 TR1	11	161.70	83.18	25.08	15.51
TR2	13	36.01	30.71	8.51	23.65
TR3	13	33.00	15.28	4.23	12.84
M7 TR1	9	167.78	95.61	31.87	18.99
TR2	12	113.00	27.36	7.9	6.99
TR3	14	94.46	84.5	22.58	23.9
M8 TR1	14	98.12	53.62	14.33	14.60
TR2	14	44.96	30.56	8.16	18.16
TR3	8	84.15	76.5	27.04	32.14
M9 TR1	12	205.75	86.13	24.86	12.08
TR2	11	112.95	69.68	21.00	18.59
TR3	8	43.28	14.38	5.08	11.75
M10 TR1	7	68.89	31.83	12.03	17.46
TR2	8	46.55	18.48	6.53	14.03
TR3	7	90.66	61.82	23.36	25.77

Apéndice 3. Estadística descriptiva para La variable  
ancho de Las hojas 1,2,3 y 4.

	N	$\bar{X}$	S	E.S.	E.S. % $\bar{X}$
MI TRI	47	0.51	0.09	0.013	2.62
II	36	0.44	0.08	0.013	3.04
III	59	0.38	0.11	0.015	3.91
M2 TRI	46	0.52	0.10	0.016	3.09
II	32	0.49	0.06	0.012	2.47
III	50	0.36	0.06	0.009	2.65
M3 TRI	32	0.52	0.14	0.024	4.76
II	34	0.41	0.09	0.016	3.96
III	43	0.43	0.104	0.015	3.66
M4 TRI	48	0.56	0.083	0.012	2.14
TRII	39	0.5	0.121	0.019	3.88
III	56	0.46	0.115	0.015	3.34
M5 TRI	20	0.48	0.041	0.009	1.91
II	22	0.49	0.095	0.02	4.08
III	25	0.39	0.073	0.014	3.71
M6 TRI	37	0.55	0.09	0.015	2.86
II	36	0.33	0.107	0.017	5.29
III	40	0.31	0.053	0.008	2.67
M7 TRI	30	0.59	0.101	0.018	3.12
II	45	0.52	0.071	0.010	2.03
III	51	0.48	0.169	0.023	4.91
M8 TRI	49	0.52	0.125	0.017	3.40
II	43	0.41	0.082	0.012	3.04
III	25	0.44	0.108	0.021	4.84
M9 TRI	48	0.59	0.096	0.013	2.35
II	42	0.46	0.102	0.015	3.36
III	30	0.40	0.058	0.010	2.61
M10 TRI	19	0.58	0.073	0.016	2.87
II	28	0.41	0.062	0.011	2.89
III	25	0.51	0.137	0.027	5.32

Apéndice 4.- Estadística descriptiva de los datos de  
Longitud de la hoja 1.

	N	$\bar{X}$	S	E.S.	E.S.% $\bar{X}$
MI TRI	12	10.5	9.34	2.69	25.6
TR2	24	6.23	5.9	1.2	19.3
M2 TRI	13	14.7	9.69	2.68	18.24
TR2-3	23	9.7	8.12	1.69	17.44
M3 TRI	10	23.76	13.41	4.24	17.84
TR2-3	23	12.13	8.8	1.83	15.13
M4 TRI	15	18.79	13.87	3.58	19.05
TR2-3	27	13.5	11.37	2.18	16.16
M5 TRI	6	15.98	14.9	6.08	38.0
TR2-3	15	9.2	10.2	2.63	28.47
M6 TRI	11	15.38	8.64	2.6	16.9
TR2-3	26	8.75	6.6	1.29	14.79
M7 TRI	8	16.62	10.59	3.74	22.5
TR2-3	26	9.36	7.56	1.48	15.83
M8 TRI	14	9.7	8.49	2.27	23.38
TR2-3	21	11.09	7.9	1.73	15.66
M9 TRI	12	14.27	10.94	3.15	22.12
TR2-3	19	9.7	8.87	2.03	20.98
M10 TRI	6	19.95	16.3	6.65	33.36
TR2-3	15	6.7	5.28	1.36	20.33

Apéndice 5. Estadística descriptiva de los datos de Longitud de la hoja 2.

	N	$\bar{X}$	S	E.S.	E.S.% $\bar{X}$
M1 TR1	12	31.81	19.26	5.56	17.48
TR2	9	25.1	12.55	4.18	16.67
TP3	15	17.21	15.7	4.05	23.56
M2 TR1	13	34.59	11.3	3.13	9.06
2	9	26.03	11.3	3.77	14.51
3	14	18.37	14.57	3.87	21.1
M3 TR1	10	52.78	18.24	5.77	10.93
2	11	29.0	9.73	2.93	10.08
3	12	31.85	20.02	5.77	18.14
M4 TR1	15	59.14	18.54	4.78	8.09
2	12	38.2	19.74	5.69	14.91
3	15	28.9	23.3	6.01	20.82
M5 TR1	6	42.7	22.3	9.13	21.24
2	8	37.2	14.09	4.98	13.38
3	7	18.02	6.14	2.32	12.87
M6 TR1	11	45.8	11.7	3.53	7.7
2	13	21.86	12.62	3.5	16.0
3	13	18.92	3.83	1.06	5.62
M7 TR1	8	44.0	17.85	6.31	14.32
2	12	28.41	7.63	2.2	7.75
3	14	24.52	17.3	4.64	18.92
M8 TR1	14	27.7	11.79	3.15	11.37
2	14	19.17	10.49	2.8	14.62
3	7	26.64	15.34	5.8	21.77
M9 TR1	12	47.86	15.3	4.41	9.23
2	11	32.1	15.15	4.56	14.23
3	8	14.67	6.12	2.16	14.76
M10TR1	6	24.86	6.15	2.51	10.1
2	8	21.46	3.54	1.25	5.83
3	7	22.3	10.19	3.85	17.28

Apéndice 6. Estadística descriptiva para la variable  
Longitud de las hojas 3 y 4.

		N	$\bar{X}$	S	E.S.	E.S. $\% \bar{X}$
M1	TR1	23	30.24	15.16	3.16	10.45
	TR2-3	47	20.9	15.14	2.2	10.55
M2	TR1	19	32.21	12.41	2.84	8.84
	TR2-3	36	20.08	13.1	2.18	10.87
M3	TR1	12	58.83	13.97	4.03	7.49
	TR2-3	31	27.88	17.15	3.08	11.05
M4	TR1	18	61.54	19.03	4.48	7.29
	TR2-3	39	35.9	28.12	4.5	12.5
M5	TR1	8	47.37	11.68	4.13	8.71
	TR2-3	18	28.31	18.76	4.42	15.62
M6	TR1	15	61.64	21.9	5.65	9.17
	TR2-3	24	23.57	11.26	2.3	7.75
M7	TR1	13	57.12	15.87	4.4	7.7
	TR2-3	43	35.87	17.1	2.61	7.28
M8	TR1	21	29.97	11.77	2.57	8.57
	TR2-3	25	28.82	15.19	3.03	10.53
M9	TR1	24	58.07	17.14	3.5	6.02
	TR2-3	34	30.49	15.78	2.7	8.87
M10	TR1	6	20.3	9.85	4.02	19.8
	TR2-3	23	25.14	12.92	2.7	10.71

Apéndice 7. Estadística descriptiva para la Variable ancho de las hojas 3 y 4.

		N	$\bar{X}$	S	E.S.	E.S. $\bar{X}$
M1	TR1	23	0.50	0.094	0.019	3.89
	2	18	0.44	0.085	0.02	4.53
	3	29	0.38	0.115	0.021	5.56
M2	1	9	0.53	0.088	0.02	3.82
	2	14	0.52	0.057	0.015	2.96
	3	22	0.38	0.073	0.015	4.09
M3	1	12	0.55	0.116	0.033	6.02
	2	12	0.44	0.079	0.022	5.18
	3	19	0.44	0.117	0.026	6.01
M4	1	18	0.57	0.057	0.013	2.36
	2	13	0.52	0.13	0.03	6.89
	3	26	0.46	0.116	0.022	4.96
M5	1	8	0.48	0.035	0.012	2.56
	2	7	0.54	0.078	0.029	5.47
	3	11	0.39	0.083	0.025	6.41
M6	1	15	0.57	0.96	0.024	4.32
	2	10	0.32	0.103	0.032	10.20
	3	14	0.31	0.053	0.014	4.54
M7	1	13	0.62	0.116	0.032	5.18
	2	21	0.53	0.057	0.012	2.36
	3	22	0.48	0.16	0.034	7.06
M8	1	21	0.53	0.119	0.026	4.89
	2	15	0.43	0.072	0.018	4.31
	3	10	0.47	0.105	0.033	7.12
M9	1	24	0.58	0.089	0.018	3.12
	2	20	0.47	0.101	0.022	4.79
	3	14	0.41	0.066	0.017	4.27
M10	1	6	0.58	0.075	0.03	5.26
	2	12	0.41	0.057	0.016	4.00
	3	11	0.063	0.276	0.083	13.1

Apéndice 8. Estadística descriptiva para la variable área promedio de las hojas 3 y 4.

		N	$\bar{X}$	S	E.S.	E.S. $\bar{X}$
M1	TR1	23	3.251	21.75	4.53	13.94
	TR2-3	47	19.59	18.54	2.7	13.8
M2	TR1	19	34.2	18.26	4.19	12.25
	TR2-3	36	19.34	15.51	2.58	13.36
M3	TR1	12	61.8	22.64	6.53	10.57
	TR2-3	31	26.82	24.29	4.36	16.26
M4	TR1	18	67.71	20.76	4.89	7.22
	TR2-3	39	40.2	37.42	5.99	14.9
M5	TR1	9	42.05	18.12	6.04	14.36
	TR2-3	18	27.02	20.5	4.83	17.88
M6	TR1	15	71.84	25.6	6.61	9.2
	TR2-3	24	15.28	7.97	1.62	10.65
M7	TR1	13	71.6	24.1	6.68	9.33
	TR2-3	43	38.69	23.11	3.52	9.1
M8	TR1	21	33.08	16.62	3.62	10.90
	TR2-3	25	26.36	18.52	3.7	14.05
M9	TR1	24	68.01	26.71	5.45	8.01
	TR2-3	34	28.97	19.84	3.4	11.74
M10	TR1	6	24.85	14.74	6.01	24.21
	TR2-3	23	25.86	17.48	3.64	14.09

Apéndice 9. Resultados de Las pruebas estadísticas aplicadas a Los datos de producción aérea en gramos de peso seco por tallo.

Bondad de Ajuste.- Ji Cuadrada

g. de l.	Valor de Ji Cuadrada	Nivel de Significación	Ho:
9	0.0000	0.05	Se Rechaza

Bondad de Ajuste.- Kolmogorov-Smirnov

n	Valor observado	Valor tabular	Nivel de Significación.	Ho:
330	0.1162	0.0568	0.05	Se Rechaza

Análisis de varianza no parametrico.

Factor	G. de L.	Valor de Ji <sup>2</sup>	Valor Tablas	Prob.	Diferencia
Tiempo	9	21.32151	16.919	0.01130	Significativa
Espacio	2	69.59834	5.991	0.0000	Significativa

Comparaciones Múltiples, Factor Espacio.

Pareja de Transectos	Al 5% de Significancia Hay Diferencia
I us II	Significativa
I us III	Significativa
II us III	Significativa

Apéndice 10. Estadística descriptiva para La variable producción aérea en gramos de peso seco por tallo. Promedios general de verano y otoño.

		N	$\bar{X}$	S	E.S.	E.S. $\bar{X}$
M1	TR1	12	0.105	0.014	0.004	3.86
	TR2	9	0.089	0.059	0.019	22.26
	TR3	15	0.050	0.044	0.011	22.66
M2	TR1	14	0.104	0.039	0.010	10.15
	TR2	9	0.070	0.029	0.009	13.87
	TR3	14	0.026	0.014	0.003	14.88
M3	TR1	10	0.104	0.048	0.015	14.65
	TR2	11	0.033	0.011	0.003	10.73
	TR3	12	0.065	0.055	0.015	24.15
M4	TR1	15	0.102	0.064	0.016	16.41
	TR2	13	0.117	0.083	0.023	19.71
	TR3	15	0.074	0.06	0.015	20.93
M5	TR1	6	0.097	0.025	0.01	10.85
	TR2	8	0.098	0.051	0.018	18.58
	TR3	6	0.044	0.010	0.004	9.45
M6	TR1	11	0.109	0.044	0.013	12.29
	TR2	13	0.031	0.03	0.008	26.5
	TR3	13	0.02	0.013	0.003	19.12
M7	TR1	9	0.151	0.042	0.014	9.4
	TR2	12	0.102	0.051	0.014	14.5
	TR3	14	0.081	0.066	0.017	21.68
M8	TR1	14	0.087	0.045	0.012	13.84
	TR2	14	0.033	0.02	0.005	16.04
	TR3	8	0.044	0.026	0.009	20.79
M9	TR1	12	0.118	0.04	0.011	9.98
	TR2	11	0.056	0.03	0.009	16.13
	TR3	8	0.025	0.009	0.003	14.02
M10	TR1	7	0.059	0.022	0.008	14.02
	TR2	8	0.031	0.004	0.001	5.02
	TR3	7	0.07	0.042	0.016	22.94
General	TR1	110	0.104	0.045	0.004	4.18
	TR2	108	0.065	0.054	0.005	7.93
	TR3	112	0.051	0.046	0.004	8.61
Verano	TR1	51	0.104	0.045	0.006	6.11
	TR2	42	0.079	0.063	0.009	12.43
	TR3	56	0.054	0.049	0.006	12.12
Otoño	TR1	59	0.125	0.109	0.014	11.37
	TR2	66	0.056	0.045	0.005	9.77
	TR3	56	0.048	0.044	0.005	12.28

Apéndice 11. Promedios mensuales de incidencia solar (watts/m) para La zona de San Quintín, B.C. (Tomado de Nelson y Husby, 1983).

M E S	WATTS / M <sup>2</sup>
AGOSTO	209.8
SEPTIEMBRE	193.4
OCTUBRE	155.3
NOVIEMBRE	128.9
DICIEMBRE	111.7