

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



CRECIMIENTO DE LAS HOJAS Y SU RELACION CON  
EL DESARROLLO DE LA PLANTA DE TRES  
GENOTIPOS DE HABITO DE CRECIMIENTO  
SEMIDETERMINADO  
DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) EN MARIN, N. L.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A N

REMIGIO TOMAS GONZALEZ VILLARREAL  
JOSE LUIS JAVIER GUZMAN RODRIGUEZ

MONTERREY, N. L.

FEBRERO DE 1983

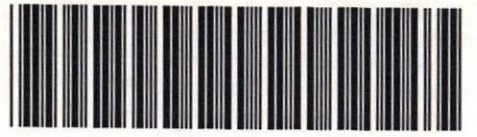
045.35  
E

T

S8327

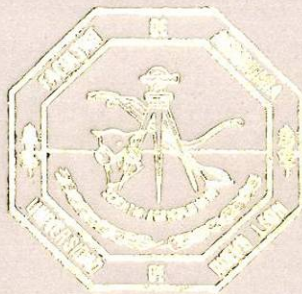
G65

c.1



1080060642

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE AGRONOMÍA



CRECIMIENTO DE LAS HOJAS Y SU RELACION CON  
EL DESARROLLO DE LA PLANTA DE TRES  
GENOTIPOS DE HABITO DE CRECIMIENTO  
SEMIDETERMINADO  
DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) EN MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A N

REMIGIO TOMAS GONZALEZ VILLARREAL  
JOSE LUIS JAVIER GUZMAN RODRIGUEZ

MONTERREY, N. L.

FEBRERO DE 1983

T  
SB327  
G65

040.635  
FA 1  
1983



## DEDICATORIA

A NUESTROS PADRES:

*Sr. Américo Guzmán Montalvo  
Sra. Oralia Rodríguez de Guzmán*

*Sr. Remigio González Vidaurri  
Sra. Enedina Villarreal de González*

*Con cariño y gratitud, por el apoyo  
que siempre nos brindaron para llegar  
a la culminación de nuestra carrera*

A NUESTROS HERMANOS:

*Con el cariño de siempre*

A NUESTROS COMPAÑEROS

Y AMIGOS

## AGRADECIMIENTO

*El más sincero agradecimiento a las siguientes personas:*

*A los compañeros Porfirio M. Díaz Altamirano, Fulgencio Gómez Rodríguez, Juan Pedro Escalera Amaro, Esteban - - Bazurto Reyes y Margarito Ceja Alemán, por su ayuda - - prestada durante la toma de datos.*

*Al Ing. Agr. M.C. Maurilio Martínez Rodríguez y a la --  
Biól. M.C. Elizabeth Cárdenas Cerda por la revisión del  
escrito.*

*Al Ing. Agr. M.C. Francisco Zavala García por su ayuda  
otorgada para la terminación del presente trabajo.*

*Muy en especial al asesor, Ing. Agr. M.C. Cesáreo Guzmán  
Flores por sus consejos y su atinada asesoría durante el  
desarrollo de este trabajo.*

## INDICE

	Página
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	
RESUMEN	1
INTRODUCCION	4
LITERATURA REVISADA	6
<i>Taxonomía de la especie bajo estudio</i>	6
<i>Características botánicas de <u>Phaseolus vulgaris</u> L.</i>	6
<i>Ralz</i>	6
<i>Tallo</i>	7
<i>Desarrollo de ramas y complejos axilares</i>	8
<i>Inflorescencias</i>	8
<i>Flor</i>	9
<i>Fruto</i>	10
<i>Semilla</i>	10
<i>Hoja</i>	11
<i>Morfología de la hoja</i>	11
<i>Morfología de la hoja de frijol</i>	13
<i>Anatomía de la hoja</i>	15
<i>Fisiología de la hoja</i>	16
<i>Ontogenia de la hoja</i>	17
<i>Crecimiento de la hoja</i>	19
<i>Abscisión de la hoja</i>	21



	<i>Página</i>
<b>MATERIALES Y METODOS</b>	<b>24</b>
<i>Localidad</i>	<i>24</i>
<i>Genotipos bajo estudio</i>	<i>24</i>
<i>Características de los genotipos</i>	<i>25</i>
<i>Diseño del experimento</i>	<i>26</i>
<i>Sustrato utilizado para la siembra</i>	<i>26</i>
<i>Siembra</i>	<i>28</i>
<i>Riego</i>	<i>28</i>
<i>Fertilización</i>	<i>28</i>
<i>Control de plagas y enfermedades</i>	<i>29</i>
<i>Cuantificación de las variables</i>	<i>30</i>
<i>Método de lecturas</i>	<i>30</i>
<i>Variables morfológicas</i>	<i>30</i>
<i>Longitud de hojas del tallo principal</i>	<i>30</i>
<i>Longitud total de hojas de ramas de primer orden</i>	<i>31</i>
<i>Tasa relativa de crecimiento (T.R.C.) de la long. de las hojas del tallo principal</i>	<i>31</i>
<i>Índice plastocrónico de vástago (I.P.V.)</i>	<i>31</i>
<i>Método de muestreos</i>	<i>32</i>
<i>Variables morfológicas</i>	<i>32</i>
<i>Área foliar</i>	<i>32</i>
<i>Variables fisiológicas</i>	<i>33</i>
<i>Peso fresco de las hojas</i>	<i>33</i>
<i>Peso seco de las hojas</i>	<i>33</i>
<i>Peso foliar específico (P.F.E.)</i>	<i>33</i>

	Página
<i>Relación de peso foliar (R.P.F.)</i>	34
<i>Por ciento de humedad de hojas por nudo</i>	34
RESULTADOS Y DISCUSION	35
<i>Variables morfológicas</i>	35
<i>Longitud de hojas del tallo principal</i>	35
<i>Longitud total de hojas de ramas de primer orden</i>	44
<i>Estado del desarrollo del follaje en relación con el inicio de la etapa reproductiva</i>	44
<i>Variables fisiológicas</i>	48
<i>Peso foliar específico por genotipos</i>	48
<i>Relación de peso foliar</i>	52
<i>Por ciento de humedad de las hojas por nudo</i>	59
<i>Variables ambientales</i>	66
CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFIA	70
APENDICE	75

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO	<u>Página</u>
Cuadro 1. Análisis del suelo donde se llevó a cabo el experimento	27
CUADROS DEL APENDICE	
Cuadro 1. Desviación standard y coeficiente de variación (%), del peso foliar específico de los nudos 2 y 8 del tallo principal, del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides # 4"	76
Cuadro 2. Desviación standard y coeficiente de variación (%), del peso foliar específico de los nudos 2, 8, 9 y 10 del tallo principal del genotipo "Jamapa"	77
Cuadro 3. Desviación standard y coeficiente de variación (%), del peso foliar específico de los nudos 2, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 del tallo principal del genotipo "Pinto Americano"	78
Cuadro 4. Peso fresco, peso seco y porcentaje de humedad de las hojas de los nudos del tallo principal, durante el desarrollo del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides # 4"	79
Cuadro 5. Peso fresco, peso seco y porcentaje de humedad de las hojas de los nudos del tallo principal, durante el desarrollo del genotipo "Jamapa"	80
Cuadro 6. Peso fresco, peso seco y porcentaje de humedad de las hojas de los nudos del tallo principal, durante el desarrollo del genotipo "Pinto Americano"	81

Cuadro 7. Cálculo del índice plastocrónico de vástago al momento de la floración, para los genotipos "Delicias 71 Selección Benavides # 4", "Jamapa" y "Pinto Americano" 82

FIGURAS

Fig. 1. Curva sigmoide del crecimiento de cada una de las hojas del tallo principal del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides # 4", indicándose la longitud de referencia para los cálculos del índice plastocrónico de vástago 38

Fig. 2. Curva sigmoide del crecimiento de cada una de las hojas del tallo principal del genotipo "Jamapa", indicándose la longitud de referencia para los cálculos del índice -- plastocrónico de vástago 39

Fig. 3. Curva sigmoide del crecimiento de cada una de las hojas del tallo principal del genotipo "Pinto Americano", indicándose la longitud de referencia para los cálculos del índice plastocrónico de vástago 40

Fig. 4. Tasa relativa de crecimiento de la longitud, de cada una de las hojas del tallo -- principal del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides # 4" 41

Fig. 5. Tasa relativa de crecimiento de la longitud, de cada una de las hojas del tallo -- principal del genotipo "Jamapa" 42

Fig. 6.	Tasa relativa de crecimiento de la longitud, de cada una de las hojas del tallo principal del genotipo "Pinto Americano"	43
Fig. 7.	Suma de las longitudes, de las hojas producidas por cada una de las ramas de primer orden, durante el desarrollo del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides # 4"	45
Fig. 8.	Suma de las longitudes, de las hojas producidas por cada una de las ramas de primer orden, durante el desarrollo del genotipo "Jamapa"	46
Fig. 9.	Suma de las longitudes, de las hojas producidas por cada una de las ramas de primer orden, durante el desarrollo del genotipo "Pinto Americano"	47
Fig. 10.	Peso foliar específico por planta, durante el desarrollo de los tres genotipos bajo estudio	50
Fig. 11.	Peso foliar específico, durante el desarrollo del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides # 4", de las hojas producidas por los nudos pares del tallo principal	53
Fig. 12.	Peso foliar específico, durante el desarrollo del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides # 4", de las hojas producidas por los nudos nones del tallo principal	54

- Fig. 13. *Peso foliar específico, durante el desarrollo del genotipo "Jamapa", de las hojas -- producidas por los nudos pares del tallo principal* . 55
- Fig. 14. *Peso foliar específico, durante el desarrollo del genotipo "Jamapa", de las hojas -- producidas por los nudos nones del tallo principal* 56
- Fig. 15. *Peso foliar específico, durante el desarrollo del genotipo "Pinto Americano", de las hojas producidas por los nudos pares del tallo principal* 57
- Fig. 16. *Peso foliar específico, durante el desarrollo del genotipo "Pinto Americano", de las hojas producidas por los nudos nones del tallo principal* 58
- Fig. 17. *Relación de peso foliar de cada uno de los genotipos estudiados* 60
- Fig. 18. *Contenido hídrico, durante el desarrollo del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides # 4", de las hojas producidas por cada nudo del tallo principal* 63
- Fig. 19. *Contenido hídrico, durante el desarrollo del genotipo "Jamapa", de las hojas producidas por cada nudo del tallo principal* 64
- Fig. 20. *Contenido hídrico, durante el desarrollo del genotipo "Pinto Americano", de las hojas producidas por cada nudo del tallo -- principal* 65

Fig. 21. Precipitación, temperatura máxima, media y mínima prevalecientes durante el estudio

*Este trabajo forma parte del proyecto de mejoramiento de maíz, frijol y sorgo de la F.A.U.A.N.L. para las zonas bajas del Estado de Nuevo León.*



## RESUMEN

El presente trabajo se hizo con el objetivo de iniciar estudios del crecimiento de las hojas y su relación con el desarrollo de la planta, en tres genotipos de frijol (Phaseolus vulgaris L.), de hábito de crecimiento semideterminado, bajo las condiciones de Marén, N. L.

Se estudiaron los genotipos "Delicias 71 Selección Benavides No. 4", "Jamapa" y "Pinto Americano".

La siembra se hizo en macetas cuyo sustrato era tierra de hoja [5/10], estiércol de vaca [3/10] y arena [2/10], distribuyéndose las plantas aleatoriamente. Para la cuantificación de las variables se utilizaron dos métodos: 1] Por observaciones directas sobre las plantas en pie y 2] Por medio de muestreos con la posterior disección de las plantas seleccionadas.

Se cuantificaron las siguientes variables:

Longitud de hojas del tallo principal, longitud total de -  
hojas de ramas de primer orden, tasa relativa de crecimiento - -  
[T.R.C.] de la longitud de las hojas del tallo principal, índice -  
plastocrónico de vástago, peso foliar específico [P.F.E.], rela- -  
ción de peso foliar [R.P.F.], por ciento de humedad de hojas por --  
nudo.

Entre los resultados sobresalientes podemos mencionar los

siguientes:

- a) Las hojas del tallo principal, situadas en los nudos intermedios, son las que alcanzan mayor longitud y los nudos basales del mismo, son los que llegan a producir la mayor cantidad de follaje.
- b) Las variables peso foliar específico ( $\text{gr./dm}^2$ ) y relación de peso foliar ( $\text{gr./gr.}$ ) no son constantes durante el desarrollo, sino que a través del ciclo, se hicieron evidentes las fluctuaciones de sus valores. Lo cual sugiere un flujo de fotosintatos de las hojas hacia otras estructuras de la planta.
- c) El desarrollo del follaje en el momento en que se produce la floración, presenta un índice plastocrónico de vástago de - - 6.808 a los 36 días después de la siembra en el genotipo "Pinto Americano" y a los 43 días de la misma en los genotipos "Delicias 71 Selección Benavides # 4" y "Jamapa" con valores de - - 6.921 y 6.924 respectivamente.

Todo lo anterior fue común para los tres genotipos, lo - - cual nos llevó a las siguientes conclusiones:

1. Siendo los tres genotipos de hábito de crecimiento del tipo - - II según la clasificación del CIAT\*, presentaron el mismo comportamiento tanto en la dinámica foliar como de los contenidos de éste.

\* Centro Internacional de Agricultura Tropical

2. *Presentaron un índice plastocrónico de vástago similar al momento de la floración, aunque ésta haya sido en diferentes -- fechas.*

## INTRODUCCION

El frijol ha sido hasta ahora, debido a su menor costo, la principal fuente de proteína para el sector rural y urbano de bajos ingresos. Además de lo anterior, en nuestro país, esta especie es importante, debido a que actualmente ocupa el segundo lugar en cuanto a superficie cosechada se refiere, con 1;763,347 Has., - superado únicamente por el maíz. En Nuevo León, dicho cultivo ocupa el séptimo lugar, con un total de 7,501 Has., superado por el - maíz, sorgo para grano, naranja, trigo, sorgo escobero y nuez encarcada, en orden de mayor a menor superficie (S.A.R.H., 1980).

En la zona noreste de México, son escasos los estudios del crecimiento de este cultivo, por lo cual realizarlos es importante, pues generan conocimientos básicos sobre la forma en que la planta crece y se desarrolla bajo las condiciones imperantes en la región, sirviendo lo anterior para tener un marco teórico mejor definido - para futuras investigaciones en dicho cultivo. En nuestra zona, - estudios del crecimiento en frijol enfocados únicamente a las hojas, son aún menos frecuentes. Una parte muy importante en un estudio del crecimiento lo constituye sin duda estos órganos, pues - son los principales productores de fotosintatos; el conocer la dinámica de dichos órganos, es de gran ayuda para plantear estudios que aumenten los productos generados por éstos.

En base a lo anterior, se planteó hacer un estudio del cre  
cimiento de las hojas y su relación con el desarrollo de la planta,  
de tres genotipos de frijol de hábito de crecimiento semidetermina  
do bajo las condiciones de Marín, N. L.

## LITERATURA REVISADA

### Taxonomía de la especie bajo estudio

El género Phaseolus incluye aproximadamente 35 especies, - de las cuales cuatro se cultivan en el mundo y son: P. vulgaris L., P. lunatus L., P. coccineus L. y P. acutifolius Gray var. latifolius Freeman (CIAT).

La clasificación taxonómica de Phaseolus vulgaris L., según (CIAT) es la siguiente:

Orden: Rosales

Familia: Leguminosae

Subfamilia: Papilionoideae

Tribu: Phaseoleae

Subtribu: Phaseolinae

Género: Phaseolus

Especie: vulgaris.

### Características botánicas de

#### Phaseolus vulgaris L.

#### Raíz

La raíz principal se puede distinguir fácilmente, por su diámetro y posición a continuación del tallo. Sobre ésta y en forma de corona, se encuentran las raíces secundarias, de diámetro un

poco menor y en número de tres a siete; las raíces terciarias aparecen lateralmente sobre las raíces secundarias y las cuaternarias sobre las terciarias. Con una lupa se puede ver la última subdivisión constituida por los pelos absorbentes, que son órganos epidérmicos localizados principalmente en las partes jóvenes y que juegan un papel muy importante en la absorción de agua y nutrientes - (CIAT).

#### Tallo según (CIAT)

Es el eje principal sobre el cual están insertadas las hojas principales y los diversos complejos axilares; está formado -- por una sucesión de nudos y entrenudos. Un nudo es un punto de inserción de una hoja o de un grupo de yemas axilares; el entrenudo es la parte comprendida entre dos nudos. El tallo tiene generalmente un diámetro mayor que las ramas, puede ser glabro o con pelos cortos o largos, o de ambos tamaños.

En cuanto a la pigmentación, se pueden encontrar derivados de tres colores principales: verde, rosado y morado; al examinar -- el tallo en orden ascendente para ver los nudos, se observa que el primero es el de los cotiledones, la primera parte así definida se llama "hipocótilo", y el entrenudo que se encuentra entre los cotilledones y las hojas simples se llama "epicótilo".

Para distinguir fácilmente el tallo principal, se puede -- anotar que éste continúa siempre en dirección opuesta a la inser--

ción de las hojas trifoliadas, dejando un espacio entre el tallo y el pecíolo, donde se colocan las ramas y otras partes del complejo axilar. Cuando en una planta de frijol el hábito de crecimiento es de tipo determinado, en la parte final del tallo se encuentra una inflorescencia y por tal motivo detiene su crecimiento apical, por el contrario, cuando es de hábito de crecimiento indeterminado posee una yema vegetativa que permite que la planta continúe creciendo.

#### Desarrollo de ramas y complejos axilares según (CIAT)

En las axilas de las hojas trifoliadas, algunas veces se encuentran complejos de tres yemas (complejo axilar) llamadas triada. El desarrollo de la triada puede ser de tres tipos:

- a) Completamente vegetativa
- b) Floral vegetativa
- c) Completamente floral.

El primero ocurre generalmente en la parte baja de la planta, en el nudo cotiledonar, en las hojas primarias y en las primeras hojas trifoliadas. El segundo tipo se encuentra en la parte superior del tallo principal o de las ramas. El tercero está situado únicamente en la parte terminal del tallo y de las ramas laterales.

#### Inflorescencias



Pueden ser laterales y terminales y se pueden distinguir tres componentes principales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, las brácteas y los botones florales (CIAT). Es un racimo menos largo que las hojas, de 7 a 30 centímetros de longitud, con uno a 10 entrenudos; en cada nudo nacen dos yemas florales; el pedúnculo tiene de 5 a 15 centímetros de longitud y algunas veces son más largos (Miranda, 1966).

#### Flor

Típica flor papilionácea cuyas características son las siguientes:

Un pedicelo glabro o subglabro con pelos y en su base una pequeña bráctea no persistente.

Cáliz gamosépalo, campanulado, con cinco dientes triangulares dispuestos como labios en dos grupos, de la forma siguiente: dos en la parte alta completamente soldados y tres más visibles en la parte baja.

La corola es pentámera y papilionácea con tres pétalos no soldados y dos soldados. Los pétalos difieren morfológicamente, ya que el pétalo más grande situado en la parte superior de la corola se llama estandarte y los dos pétalos laterales reciben el nombre de alas; en la parte inferior se encuentran los dos pétalos restantes unidos por sus bordes y formando la quilla (Miranda, 1966; CIAT).

El androceo está formado por nueve estambres soldados por su base en un tubo y por un estambre libre llamado vexiliar que se encuentra al frente del estandarte (CIAT). El estambre libre tiene en la base del estilo una aleta semicircular (Miranda, 1966).

El gineceo tiene un ovario recto, pubescente (Miranda, - - 1966), súpero y comprimido (CIAT); el gineceo está encurvado, posee pubescencias subestigmáticas (Miranda, 1966) y el estigma es internolateral terminal (CIAT).

#### Fruto

El fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido. Son generalmente glabras con pelos muy pe pequeños, a veces la epidermis es cerosa (CIAT).

Las vainas son falcadas o rectas, cilíndricas o más anchas que gruesas; cuando maduran son de color amarillo, café, morado o pinto y de 4 a 20 centímetros de longitud, al madurar son dehiscentes y pueden abrirse por la sutura dorsal o ventral (Miranda, 1966).

#### Semilla

Según (CIAT), es originada de un óvulo campilótropo y sus partes son: la testa o cubierta que corresponde a la capa secundaria del óvulo, el micrópilo, que es una abertura en la cubierta o corteza cerca del hilium; a través de esta abertura se realiza - - principalmente la absorción del agua. El hilium o cicatriz dejada

por el funículo el cual conecta a la semilla con la placenta.

### Hoja

La hoja de follaje puede ser considerada desde el punto de vista morfológico como un apéndice lateral del eje, que en la mayoría de los casos, es expandida y está aplanada dorsoventralmente. Su punto de divergencia se denomina nudo y de ordinario se desarrollan en su axila una o varias yemas que pueden ser yemas vegetativas o florales (Hayward, 1953). Su función principal es la fotosíntesis, ya que por su forma presenta la máxima superficie con un mínimo de volumen, condición que vuelve más eficaz el intercambio gaseoso, indispensable para esta función (Valla, 1979). Morfológica y anatómicamente, la hoja es el órgano más variable de la planta (Fahn, 1978). La hoja y el tallo difieren entre sí, en los detalles de crecimiento y en la disposición relativa de los tejidos: la hoja posee un crecimiento apical definido, mientras que el tallo tiene un crecimiento continuado. Las hojas están limitadas en crecimiento, longevidad y masa (Esau, 1972).

#### Morfología de la hoja

La forma de la hoja se encuentra bajo control genético directo. Pero la forma también se ve afectada por factores ambientales tales como la luz, la humedad y la temperatura (Elliot, Stocking y Barbour, 1979).

El tipo más corriente de hoja consta de un tallo de hoja -

o peciolo por lo regular aplanada y extendida en el extremo del peciolo; el limbo o lámina y en muchas plantas unos pequeños apéndices verdes llamados estípulas en la unión del peciolo con el tallo (Fuller et al., 1974), como es el caso del frijol. El limbo o lámina es generalmente aplanada y con la cara adaxial (superior) de un color más oscuro que la inferior, en donde resulta más notable la nervadura (Valla, 1979). La forma y estructura de la lámina foliar varía en las diferentes clases de plantas y aún, hasta en -- cierta extensión en la misma planta (Cronquist, 1977).

Cuando en una hoja segmentada sus segmentos cobran individualidad, adoptando todos la misma forma o forma muy semejante, -- las mismas dimensiones y aún a menudo sosteniéndose todos sobre pequeños rabillos propios, entonces se dice que la hoja es compuesta y cada uno de sus segmentos individualizados es un foliolo (Font, 1974). Los pedicelos de los foliolos individuales son los peciolos (Cronquist, 1977), aunque para algunos investigadores este último término parece ser inadecuado y a dicha estructura simplemente la consideran parte del peciolo.

Los peciolos suelen ser de forma alargada y cilíndrica, pero en algunas plantas están aplanados; aunque en determinadas especies de Acacia éstos son anchos, planos y verdes y reemplazan los limbos de las hojas como superficie fotosintética principal (Fuller et al., 1974).

Muchos peciolos conservan la facultad de crecimiento dife-

rencial durante un período prolongado, siendo así capaces de mover las hojas que soportan hacia posiciones de concentración de luz. - La resistencia y flexibilidad de los pecíolos permiten el movimiento de las hojas por el viento, sin daño alguno (Fuller et al., 1974).

En algunas especies los pecíolos o peciolulos tienen expansiones como cojinetes llamados pulvínulos; éstos son capaces de -- dar movimiento a las hojas o folíolos (Fhan, 1978), tal es el caso del frijol. En otras ocasiones, cabe mencionar el mismo ejemplo - del frijol, se desarrollan estípulas que de ordinario son considerados como apéndices de la base de la hoja (Hayward, 1953). Las - estípulas faltan en las hojas de muchas plantas y en otras caen poco después de abrirse las yemas y de empezar las hojas a expandirse. Al parecer, las estípulas no revisten importancia fundamental en la fisiología de la mayoría de las plantas, pero en algunas especies leñosas como el Tulípero, Haya y Tilo, proporcionan protección a las yemas en desarrollo en las axilas foliares (Fuller et al., 1974).

Morfología de la hoja de frijol. La mayoría de las plantas presentan el fenómeno de polimorfismo foliar o heterofilia, es decir, que pueden tener hojas morfológicamente diferentes (Valla, 1979).

Las hojas de frijol son de dos tipos: simples y compuestas. Están insertadas en los nudos de los tallos y las ramas laterales,

mediante pecíolos. Los primeros dos nomófilos son simples; aparecen en el segundo nudo del tallo principal y se forman en la semilla durante la embriogénesis. Son opuestos, cordiformes, unifoliados, auriculados, simples y acuminados. Generalmente estas hojas caen antes de que la planta esté completamente desarrollada. En los nudos que se forman posteriormente, aparecen las hojas compuestas, trifoliadas, (o mejor dicho trifolioladas), un pecíolo y un raquis. Existen variación en cuanto a color y pilosidad de éstas y se encuentra relacionado con la variedad (CIAT). Son las hojas típicas del frijol y el número de hojas compuestas es variable.

En la base del pecíolo, cerca del tallo, está el pulvínulo principal; los pulvínulos están relacionados con los movimientos nictinásticos de las hojas.

Los folíolos tienen peciolulos que pueden ser considerados como pulvínulos y poseen estipelas; dos estipelas en el folíolo -- terminal y una en cada folíolo lateral colocadas en la base de los peciolulos. Los folíolos son enteros; la forma tiende a ser de -- ovalada a triangular, principalmente ovaliforme, pero sin aurículas; son glabros o subglabros. El folíolo central o terminal es -- simétrico y acuminado; los dos laterales son asimétricos y también acuminados (CIAT).

Las estipulas que constituyen un carácter importante en la sistemática de las leguminosas, son bífidas al nivel de las hojas primarias (CIAT).

## Anatomía de la hoja

La hoja tiene normalmente los mismos tejidos que el tallo; el dérmico, el fundamental y el vascular (Esau, 1972). Cubriendo a toda la hoja está la epidermis, la cual es continua sobre la superficie de la hoja y con la epidermis del tallo joven. Dispersos entre las células epidérmicas hay pequeños poros llamados estomas (Greulach y Adams, 1970). Puede considerarse que la epidermis consiste, en la mayoría de los casos, en un estrato impermeable no -- clorofílico (excepto las células oclusivas) que pueden desarrollar una cutícula no celular o puede no desarrollarla (Hayward, 1953).

El tejido fundamental está integrado por células parenquimáticas que contienen muchos cloroplastos, constituyen el mesófilo, el cual forma la mayor parte de la hoja. El mesófilo es el principal tejido elaborador de alimento de la planta. Comúnmente se pueden distinguir dos capas de mesófilo; la capa superior, compuesta por una o más hileras de células verticalmente alargadas, es el parenquima en empalizada y la capa inferior formada por células esféricas o irregulares, flojamente asociadas el cual es el llamado parenquima esponjoso (Greulach y Adams, 1970). En algunos casos, -- por ejemplo en las gramíneas, el mesófilo consiste en células parenquimáticas cuya disposición, tamaño y forma son más o menos uniformes (Hayward, 1953).

El tejido vascular de la hoja, consiste de xilema y floema

primario, con el floema típicamente en el lado inferior. La nervadura está comunmente rodeada por una masa de parénquima, a veces - con pequeñas cantidades de colénquima o de tejido fibroso por arriba y por abajo (Greulach y Adams, 1970).

La parte central de la hoja está generalmente ocupada por un haz vascular conspicuo que es la nervadura central o principal, a partir del cual salen pequeñas nervaduras o venas secundarias -- (Greulach y Adams, 1970).

### Fisiología de la hoja

La eficiencia fotosintética de una planta, está determinada por la eficiencia fotosintética de sus hojas individuales; ésta puede estar influida por factores exógenos o endógenos. Entre los primeros se puede mencionar la luminosidad, las condiciones hídricas, nutricionales, etc.; dentro de los segundos básicamente la posición nodal, sus características anatómicas y la edad; entre estas últimas, la tercera se presenta uniformemente en todas las hojas; es decir, todas las hojas fueron primordios, hojas jóvenes y hojas maduras, tres estados del desarrollo que en gran medida determinan la capacidad fotosintetizadora de la hoja; como es sabido, en los estados jóvenes, la hoja actúa como consumidora de carbohidratos; en los estados intermedios pueden ser fuente importante de fotosintatos, hasta llegar a la expansión total y madurez, en la cual la hoja según Leopold y Kriedeman (1975), llega a su máxima eficiencia fotosintetizadora.



## Ontogenia de la hoja

La iniciación de la hoja, comienza con divisiones periclinales de un pequeño grupo de células a los lados del ápice. Sin embargo, el número de capas de células que empiezan a dividirse -- así, y su posición en el ápice, varían considerablemente en las -- distintas plantas [Fahn, 1978].

Como resultado de una división celular continuada, el primordio foliar sobresale del ápice caulinar como una verruga que -- tiene forma de papila o media luna. Esta verruga foliar consta de una capa celular de protodermis, una masa interna de meristema fundamental y una banda procambial que se desarrolla acrópetamente a partir del cambium cercano del tallo [Fahn, 1978].

La formación de los primordios foliares, se producen en intervalos regulares alrededor del meristema apical, en un molde regular [Ray, 1975].

Nadie sabe por qué un primordio de hoja se desarrolla donde lo hace. Salisbury y Ross [1978], mencionan que una teoría sostiene que un primordio desarrollado manda un inhibidor al exterior, previniendo que un nuevo primordio brote en el campo de influencia del inhibidor; la otra teoría sugiere que los primordios compiten por espacio, de tal manera que un primordio se inicia solamente -- cuando hay un espacio adecuado disponible.

Los estadios significativos de la ontogenia de la hoja --

simple de follaje de acuerdo con Hayward (1953), pueden resumirse así.

- 1) El desarrollo de un primordio meristemático en la contrafuerte foliar (nudo).
- 2) La extensión del primordio por crecimiento apical e intercalar para formar la región peciolar y la nervadura central.
- 3) El desarrollo de la lámina por meristemas marginales.
- 4) La diferenciación de los tejidos de la lámina, a partir de capas iniciales marginales y submarginales: protodermis, meristema fundamental y procambium.
- 5) El crecimiento superficial de la lámina, debido a la actividad de meristemas laminares.

Por lo anterior y haciendo referencia a Fahn (1978), se puede decir que el tamaño y forma de la hoja, quedan determinados por un crecimiento intercalar y marginal.

En las especies que tienen hojas compuestas o muy divididas, los folíolos o lóbulos se originan en centros localizados de gran actividad meristemática que actúan individualmente (Valla, 1979). Según Fahn (1978), en otras hojas, el primordio de cada folíolo lateral origina primero un eje, y a partir de los márgenes de estos ejes, se desarrollan luego las láminas de los folíolos. El extremo del eje principal se desarrolla en un folíolo terminal.

En el caso de las hojas con pecíolo, Fahn (1978), menciona

que el crecimiento marginal, queda deprimido en la porción basal del eje de la hoja, que entonces se diferencia para dar lugar al pecíolo.

### Crecimiento de la hoja

Después que la hoja se ha iniciado en el ápice del brote, la intensidad del crecimiento depende del engrosamiento de las células y de sus divisiones. El momento y distribución de estos procesos, determinan el tamaño y forma de la hoja, así como su estructura interna (Esau, 1972).

En el caso del frijol, en una hoja primaria la división celular se completa, cuando ha alcanzado ligeramente menos de 1/5 de su área final, de tal manera que la expansión del 80% final del total de la hoja, es causado por el crecimiento de las células pre-formadas (Salisbury y Ross, 1978).

El desarrollo normal de la hoja, está profundamente influenciado por el ambiente hasta la madurez de los tejidos, donde una expansión adicional resulta imposible (Evans, 1972).

Greulach y Adams [1970], mencionan que la división, el agrandamiento y la maduración de las células de las hojas, tienen lugar en forma bastante uniforme en toda la estructura, de manera que cuando la hoja ha crecido por completo, todos sus tejidos es-tán maduros.

En contraparte con lo anterior, Evans (1972), dice que el tiempo de maduración varía dentro de una misma hoja. La punta (extremo) frecuentemente madura primero que la base. Además menciona que el tejido de la hoja una vez maduro, normalmente tiene cambios morfológicos pequeños, los cambios anatómicos usualmente se limitan al espesor y pared celular; pero bioquímica y fisiológicamente, los cambios continúan y puede haber cambios en el comportamiento estomatal, en el porcentaje de fotosíntesis, en almacenaje y en el patrón de actividades bioquímicas generales.

Por otra parte, el mismo autor menciona, que la proporción del área foliar total cuando está madura, puede cambiar con el tiempo, suponiendo que el ambiente provoca siempre algunos efectos sobre el desarrollo del tejido de la hoja.

Maksymowych y Maksymowych (1982), también contradicen lo expuesto por Greulach y Adams (1970), ya que en su estudio con *Xanthium sp.* encontraron que las hojas en las cuales cesó la elongación no habían completado su desarrollo interno; el proceso de formación de xilema continuó por varios plastocronos, alrededor de ocho días. Además encuentran que después de cesar la elongación de la lámina, la elongación del pecíolo continúa por un período adicional de cinco días.

Salisbury y Ross (1978), mencionan que las células de una hoja joven son relativamente compactas, y que a medida que la ex-

pansión de la hoja ocurre, las células mesofílicas cesan de crecer antes que lo hagan las células epidérmicas, de tal manera que la expansiónjala separando las células mesofílicas y causa el desarrollo de un sistema extensivo de espacios intercelulares en el mesófilo.

Todo lo vertido por los autores referidos anteriormente, sirve para entender porque Leopold y Kriedeman (1975), mencionan que cuando la hoja llega a su máxima expansión, alcanza a la vez su máxima eficiencia fotosintética, pues al apoyarse en dichos autores, en ese estado del desarrollo foliar, es cuando el sistema vascular está logrando su desarrollo máximo, las células mesofílicas llegan a su expansión máxima y algo importante es la eficiencia lograda por la difusión de los gases, al desarrollarse al máximo los espacios intercelulares, lo cual es de vital importancia en el proceso fotosintético.

#### Abscisión de la hoja

Abscisión es la separación de una parte vegetal, como una hoja, una flor, un fruto o un tallo, de la planta madre (Weaver, 1976).

La caída de las hojas, es el resultado de una diferenciación de una capa de separación o abscisión, en la base del pecíolo. Es esta una delgada lámina de pequeñas células producidas por división renovada, cuyas paredes se tornan blandas y gelatinosas, de -

modo que eventualmente, el menor movimiento de aire es suficiente para romper el peciolo en ese punto. Capas de separación similares, pueden formarse en los pedúnculos de flores y frutos (Fogg, - 1973).

La abscisión de la hoja puede ser provocada, al menos en muchas plantas, por cualquiera de los varios factores ambientales, incluyendo déficit de agua, temperatura baja, intensidad luminosa reducida y longitud de día disminuida. La abscisión también puede ser inducida, por la destrucción de gran parte de la lámina, o al tratarla con diferentes sustancias químicas, como por ejemplo, etileno y tetracloruro de carbono (Cronquist, 1977).

En las hojas compuestas, las zonas de abscisión se presentan en el peciolo de la hoja y también en la base de los distintos folíolos (Esau, 1972).

Con la muerte gradual de la hoja, la clorofila se descompone en sustancias incoloras y los carotenoides se hacen visibles, - con lo cual la hoja aparece amarilla (Fahn, 1978).

El fenómeno de la abscisión está regulado por factores hormonales, en particular por las auxinas y el etileno; y en algunos casos, por las abscisinas (Sivori, Montaldi y Caso, 1980). Lo anterior, ha sido demostrado en el caso del frijol, tal como lo exponen los estudios de Horton y Osborne [1967], Abeles y Leather [1971] y Jackson, Hartley y Osborne [1973].

Desde el punto de vista bioquímico se observa, poco antes de la abscisión un aumento considerable de la actividad de las pectinasas y celulasas; enzimas hidrolíticas de la laminilla media y de la pared primaria. El aumento se debe, a la síntesis de novo, aparentemente estimulada por el etileno, cuya producción por los tejidos adyacentes aumenta considerablemente (Sivori, Montaldi y Caso, 1980).

## MATERIALES Y METODOS

### *Localidad*

El experimento se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en el Municipio de Marín, N. L., localizado en la carretera Zuazua-Marín Km. 17, cuya ubicación es 25°53' latitud norte y 100°03' longitud oeste; a una altura sobre el nivel del mar de 367.5 m.

La temperatura promedio de la región es de 21°C, con una media anual máxima de 28.36°C y mínima de 16.61°C; la precipitación pluvial promedio es de 466.52 mm. anuales. Estos promedios son de datos obtenidos durante los tres años que cuenta de instalada la Estación Meteorológica de la Facultad, ubicada aproximadamente a 100 m. del experimento.

El clima de Marín es BS (h') h x' (e') según la clasificación de Koppen modificada por Enriqueta García. [1973].

Los datos específicos de precipitación y temperatura durante el ciclo del cultivo se muestran en la Fig. 21.

### *Genotipos bajo estudio*

Los genotipos utilizados fueron los siguientes: "Delicias 71 Selección Benavides #4", "Jamapa" y "Pinto Americano". El hábito de crecimiento de éstos es de tipo II según la clasificación de CIAT.



La semilla de los tres genotipos fue proporcionada por el Banco de Germoplasma del Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

### Características de los genotipos

#### Delicias 71 Selección Benavides No. 4

Días de floración	47
Hábito de crecimiento	II (indeterminado erecto ar- bustivo)
Color de flor	Blanca
Color de testa	Pinto bayo café
Días a madurez fisiológica	103
Color de tallo	Verde
Tamaño de semilla	Chica
Rendimiento	2833 Kg/Ha. bajo riego

#### Jamapa

Método de obtención	Selección individual y selección masal
Días a floración	35
Ciclo vegetativo	80-85 días
Hábito de crecimiento	Semigula
Color de testa	Negro opaco
Area de adaptación	Regiones productoras de Méxi- co, Dgo., Nay., Sin., Yuc., Gro., Chilpancingo, Mor. y la zona tropical del Golfo de Mé- xico

Rendimiento	1800-2000 Kg/Ha. bajo riego
Características fitopatológicas	Resistente a roya y mosaico.
Pinto Americano (Pinto Fresnillo)	
Método de obtención	Introducción y selección
Genealogía	E.U. 812 - IM
Días a floración	45
Ciclo vegetativo	107 días
Hábito de crecimiento	Semiguía
Area de adaptación	Zonas de riego de Ags., Dgo. y Zacatecas
Rendimiento	2300 Kg/Ha. bajo riego
Características fitopatológicas	Resistente a la roya.

### Diseño del Experimento

Se sembraron 60 plantas por cada genotipo, cada maceta con teniendo una planta se consideró como unidad experimental; las macetas se distribuyeron aleatoriamente sobre una superficie de 90m<sup>2</sup>.

Para la cuantificación de las variables por cada uno de -- los métodos utilizados (muestreos y lecturas), se utilizaban 6 -- plantas por genotipo.

### Sustrato utilizado para la siembra

#### Materiales:

Tierra de hoja, estiércol de vaca, arena, criba, bromuro de metilo

plástico y macetas de barro (volumen:  $8.7 \text{ dm}^3$ ).

*Preparación del sustrato:*

La tierra de hoja, el estiércol de vaca y la arena fueron cribados por separado y mezclados en una proporción de 5/10 : 3/10 : 2/10 respectivamente.

Se realizó el análisis de suelo dando por resultado los datos que aparecen en el Cuadro 1.

<u>Determinación</u>	<u>Análisis</u>	<u>Clasificación agronómica</u>
Color	Seco 10 y R - 6/4	Café amarillo claro
(Escala Munsell)	Húmedo 10 y R-2/3	Café oscuro
Reacción		
(Relación Suelo Agua 1:2)	pH - 7.6	Ligeramente alcalino
Textura		
(Método del hidrómetro)	Arena 70% Limo 22% Arcilla 8%	Migajón arenoso
<u>Materia orgánica</u>		
(Método Walkley y Black)	1.7%	Medianamente pobre
<u>Nitrógeno total</u>		
(Método Kjeldahl)	0.08%	Pobre
<u>Fósforo aprovechable</u>		
(Método Olsen)	4.9 p.p.m.	Bajo

Potasio aprovechable

(Método Peech y English) 494 Kg/Ha. Extremadamente rico

## Sales solubles totales

(Puente Wheatstone) Cond. Elec.  
a 25°C 0.4mmhos/cm. No salino

En seguida se procedió a fumigar la mezcla con bromuro de metilo, poniendo ésta sobre una plataforma de concreto y cubriéndola con polietileno, dejándola así por 72 horas, posteriormente se retiró el plástico y se dejó ventilar por 48 horas.

Teniendo lista la tierra se procedió a llenar las macetas para posteriormente efectuar la siembra.

## Siembra

Se sembraron 3 semillas en cada maceta a una profundidad de 3 centímetros. Después de que emergieron las plántulas se seleccionaba una y el resto se eliminaba.

## Riego

Se efectuaron 7 riegos, el primero al momento de la siembra y el resto a los 2, 7, 10, 17, 29 y 40 días después de la misma, todos se hicieron con manguera.

## Fertilización

Materiales:

Fertilizante: Gro-Green, cuyo contenido es de 20% de nitrógeno, 30% de fósforo y 10% de potasio.

Aspersora manual tipo mochila

Se asperjó el fertilizante foliarmente a razón de 1 kilogramo por cada 200 litros de agua, se hizo una sola aplicación a los 32 días después de la siembra.

### Control de Plagas y Enfermedades

Materiales:

Folidol, Difacloro 42%, Benlate y Aspersora.

Se aplicó Folidol en una dosis de 1 ml. por cada 10 litros de agua para prevenir el ataque de plagas aproximadamente a los 15 días después de la siembra.

Para prevenir el ataque de termita, que se estaba presentando en la parte inferior de las macetas se aplicó Difacloro 42% emulsificable a los 17 días después de la siembra. La dosis fue de 500 centímetros cúbicos en 100 litros de agua. La solución se aplicó en el agua de riego.

En forma preventiva se aplicó Benlate 50% P.H. para evitar el ataque de hongos, la dosis utilizada fue de 2.5 gramos por litro de agua, y esta aplicación se hizo a los 19 días después de la siembra.

### Cuantificación de Variables

Para la cuantificación de variables de interés se utilizaron dos procedimientos, uno consistió en observaciones directas sobre 6 plantas en pie por genotipo, y el otro en muestrear 6 plantas, cortándolas y disectándolas posteriormente en el laboratorio. Al primero lo denominamos "método de lecturas" y al segundo "método de muestreos".

#### Método de Lecturas

Se realizaron observaciones a los 10, 12, 15, 17, 19, 22, 24, 26, 29, 33, 36, 38, 40, 43, 45, 50 y 58 días después de la siembra, para esto se identificaban 6 plantas para cada variedad y sobre éstas se efectuaban las observaciones; siendo el promedio de éstas el estimador de las variables de interés. Las variables cuantificadas se enumeran en seguida.

#### Variables morfológicas

Longitud de hojas del tallo principal. Para la cuantificación de esta variable, se midieron la longitud de cada una de las hojas del tallo principal, desde el pulvínulo hasta el ápice del foliolo central.

Las hojas se identificaron según la ubicación de éstas en los nudos del tallo principal, encontrándose en el nudo uno las hojas cotiledonales, en el nudo dos las hojas simples y del nudo - -

tres en adelante las hojas trifoliadas.

Longitud total de hojas de ramas de primer orden. Se determinó siguiendo el mismo procedimiento utilizado para medir la longitud de las hojas del tallo principal, posteriormente se sumaron las longitudes de todas las hojas de cada rama.

Tasa relativa de crecimiento (T.R.C.) de la longitud de hoja del tallo principal. Se presenta en la siguiente ecuación:

$$TRC = \frac{\log X_2 - \log X_1}{t_2 - t_1}$$

En donde:  $X_2$  y  $X_1$  son los valores de las longitudes de las hojas en los tiempos  $t_2$  y  $t_1$  respectivamente.

Índice plastocrónico de vástago (I.P.V.) Es una unidad de escala de desarrollo propuesto por el hecho de que plastocronos sucesivos son iguales en duración.

Plastocrono: Se puede definir como un intervalo de tiempo entre el inicio del desarrollo de una hoja y el inicio de la siguiente o entre etapas correspondientes de desarrollo de hojas sucesivas (Erickson y Mechelini, 1957).

$$I.P.V. = n + \frac{\text{Loge (Long. } n) - \text{Loge (Long. de ref.)}}{\text{Loge (Long. } n) - \text{Loge (Long. } n + 1)}}$$

Donde:

I.P.V. = Índice plastocrónico de vástago

$n$  = Número serial de la hoja que es justamente más grande que la longitud de referencia

$\text{Loge (Long. } n)$  = Logaritmo en base  $e$  de la longitud de la hoja  $n$ .

$\text{Loge (Long. de ref.)} = \text{Logaritmo en base e de la longitud de referencia}$

$\text{Loge (Long. n+1)} = \text{Logaritmo en base e de la longitud de la hoja n + 1.}$

### Método de Muestreos

Se realizaron muestreos a los 10, 22, 30, 40, 51, 61 y 73 días después de la siembra: Se elegían aleatoriamente 6 plantas - por genotipo, se cortaban y se colocaban en bolsas de polietileno para evitar su deshidratación durante el transporte al laboratorio, y de esta manera hacer más precisa la cuantificación del peso fresco. En seguida se presentan las variables observadas.

### Variables morfológicas

Se cuantificaron las mismas variables observadas por el método de "lecturas", siguiéndose en forma similar los procedimientos indicados. Además se determinó la siguiente variable.

Area foliar. La determinación de esta variable se obtenía por medio de los siguientes pasos:

- I) Se pesaba una hoja de papel y se medían sus dimensiones de largo y ancho para determinar su área.
- II) Sobre la hoja de papel antes mencionada se dibujaban los folíolos a los cuales se les quería determinar el área, se recortaban por su contorno y se pesaban.



III) Se determinaba el área que correspondía al peso de los dibujos recortados por medio de la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{peso de la hoja de papel} - \text{área de la hoja de papel}}{\text{peso de dibujos recortados} - X}$$

$$X = \frac{\text{área de la hoja de papel} \times \text{peso de dibujos recortados}}{\text{peso de la hoja de papel}}$$

en donde:

X : área de los dibujos recortados = área de los folíolos

#### Variables fisiológicas

**Peso fresco de las hojas.** Se determinó pesando las hojas ya separadas del tallo principal y del tallo de las ramas, identificando cada hoja según la posición de ésta, en el nudo del tallo principal o de las ramas.

**Peso seco de las hojas.** Inmediatamente después de la determinación del peso fresco de las hojas, se introdujeron en bolsas de papel glassine debidamente identificadas. Posteriormente se procedió a colocarlas en una estufa de laboratorio, con una temperatura entre 60 y 70°C, permaneciendo en estas condiciones durante 48 horas, procediendo después a la determinación del peso.

**Peso foliar específico (P.F.E.).** Se obtuvo de la siguiente manera:

$$P.F.E. = \frac{\text{peso seco de hojas}}{\text{área foliar}}$$

Relación de peso foliar (R.P.F.). Representado por la siguiente ecuación:

$$\text{R.P.F.} = \frac{\text{peso seco de las hojas}}{\text{peso seco total}}$$

Porcentaje de humedad de hojas por nudo. Se obtuvo de la siguiente manera:

$$\% \text{ de H.} = \frac{\text{peso fresco} - \text{peso seco} \times 100}{\text{peso fresco}}$$

## RESULTADOS Y DISCUSION

Para una mejor comprensión de los resultados obtenidos en el presente trabajo, se hará una discusión breve después de la exposición y análisis de los resultados obtenidos para cada variable.

El crecimiento de las plantas bajo estudio, se presentó de la siguiente manera: A los cinco días después de la siembra, emgieron las plántulas y 17 días después, las hojas simples llegaban a su máxima expansión, lo anterior fue similar para los tres genotipos.

A los 36 días después de la siembra, el 85% de las plantas del genotipo "Pinto Americano", presentaban al menos una flor en antesis; esta misma situación se presentó a los 43 días, en los genotipos "Delicias 71 Selección Benavides # 4" y "Jamapa".

Al momento de efectuarse el último muestreo, se presentaba una evidente diferencia en el crecimiento, entre las plantas a las cuales se les manipulaba y el resto de la población que no sufría ninguna manipulación y que posteriormente fueron utilizadas durante los muestreos. Las causas de lo anterior son discutidas por -- Díaz, Gómez y Escalera, [1982].

### Variables morfológicas

Longitud de hojas del tallo principal (cm.)

El tamaño final de las hojas del tallo principal, varió --

dependiendo de la posición de éstas, en los nudos del mismo, los resultados que se presentan en las figuras 1, 2 y 3 así lo indican. Como puede verse en estas figuras, las hojas situadas en los nudos intermedios, son las que alcanzan mayor longitud, sucediendo esto en los tres genotipos estudiados. En las mismas figuras se puede observar, que las hojas del genotipo "Jamapa", llegan a desarrollar un mayor tamaño, aproximadamente de 16 cms. de longitud, - que las del "Delicias 71 Selección Benavides # 4" y "Pinto Americano", con longitudes de 15 y 12.5 cms. respectivamente.

Por otra parte, las figuras 4, 5 y 6, nos muestran las tasas relativas de crecimiento de cada una de las hojas del tallo -- principal, de los genotipos "Delicias 71 Selección Benavides # 4", "Jamapa" y "Pinto Americano" respectivamente. En dichas figuras, se ve claro que las velocidades fueron descendentes; al principio esto se acentúa, así tenemos como ejemplo la tercera hoja de los tres genotipos, en los cuales cuando tenía un poco más de 1 cm. de longitud las T.R.C. era de .26, .27 y .23 cm./cm./día para los genotipos "Delicias 71 Selección Benavides # 4", "Jamapa" y "Pinto Americano" respectivamente; posteriormente, 7 días después, los valores de éstas eran de .02, .04 y .04 en el orden mencionado. Los valores subsecuentes de la variable en cuestión, seguían descendiendo ligeramente hasta hacerse cero. El resto de las hojas, siguieron un comportamiento similar al anterior. Cabe aclarar que en el caso de las hojas simples de los tres genotipos, sus T.R.C.

se empezaron a evaluar, cuando dichas hojas llevaban un desarrollo avanzado.

Los resultados anteriores nos indican que las hojas que alcanzan mayores dimensiones, son las que se ubican en los nudos intermedios del tallo principal y que hacia los extremos del tallo, las hojas son de menor longitud. Esto se puede afirmar no obstante, aún se presente el crecimiento en las hojas terminales, en el caso de los genotipos "Delicias 71 Selección Benavides # 4" y "Pinto Americano", porque también se ve claramente que este crecimiento se iba disminuyendo y las curvas que lo representan, muestran la tendencia de estar llegando a sus máximos valores, que son inferiores a los alcanzados por las hojas intermedias. Además cuando se inicia el crecimiento de una hoja, las que crecían 2 o 3 nudos antes, estaban llegando a su máxima expansión, lo cual es importante para poder darse una idea, de las velocidades de fotosíntesis - en las hojas de un vástago, pues como mencionan Leopold y Kriedeman, [1975], en el momento en que la hoja llega a su máxima expansión, se alcanza la más alta velocidad de fotosíntesis, tal vez debido a que al crecer la hoja, las células mesofílicas paran de crecer, antes que lo hagan las células epidérmicas, de tal manera que la epidermis en expansión, tira separando las células mesofílicas y causa el desarrollo de un sistema extensivo de espacios intercelulares en el mesófilo [Salisbury y Ross, 1978], haciendo más eficiente la difusión de gases favoreciendo con esto el proceso fotosintético.

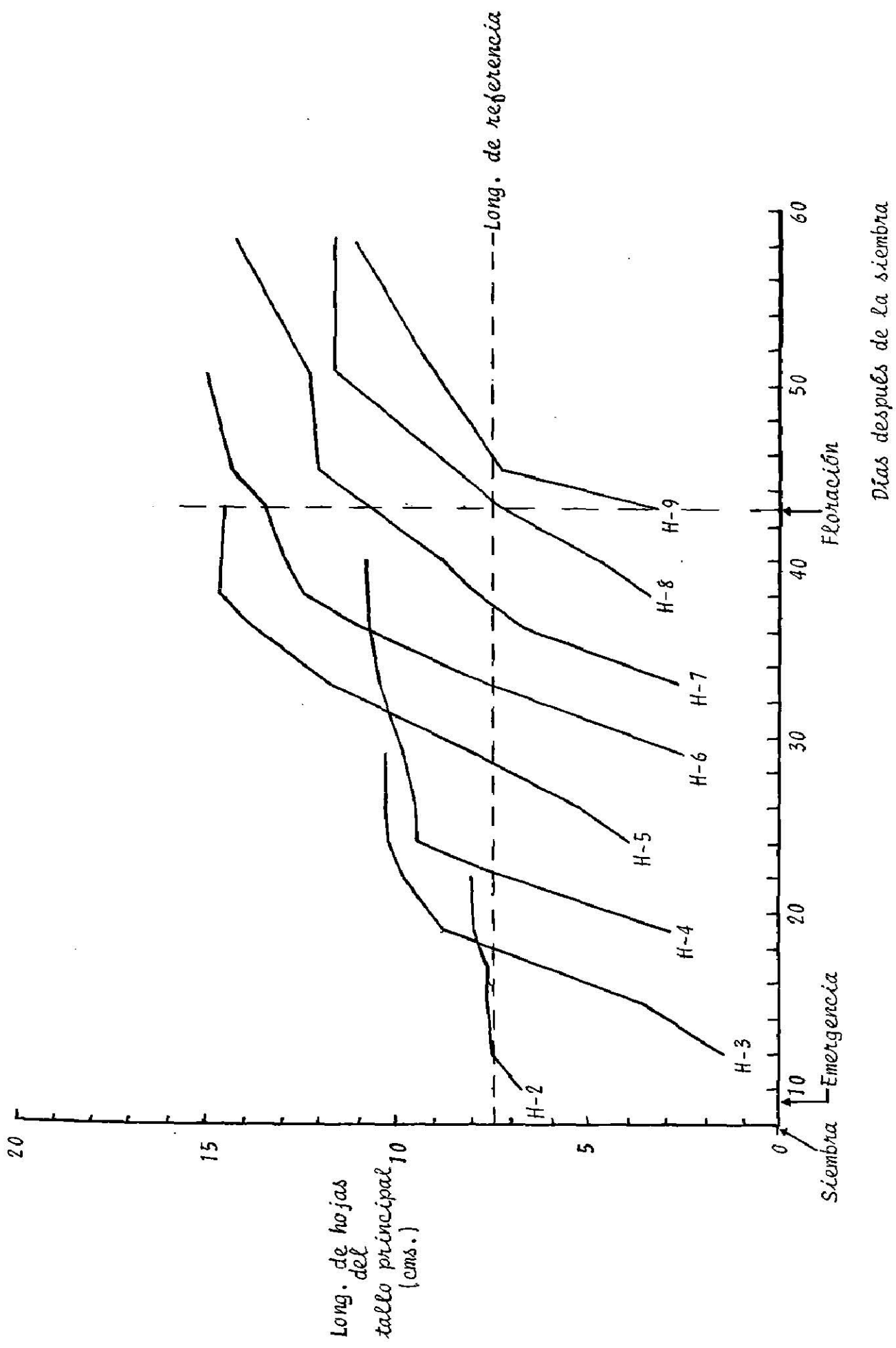
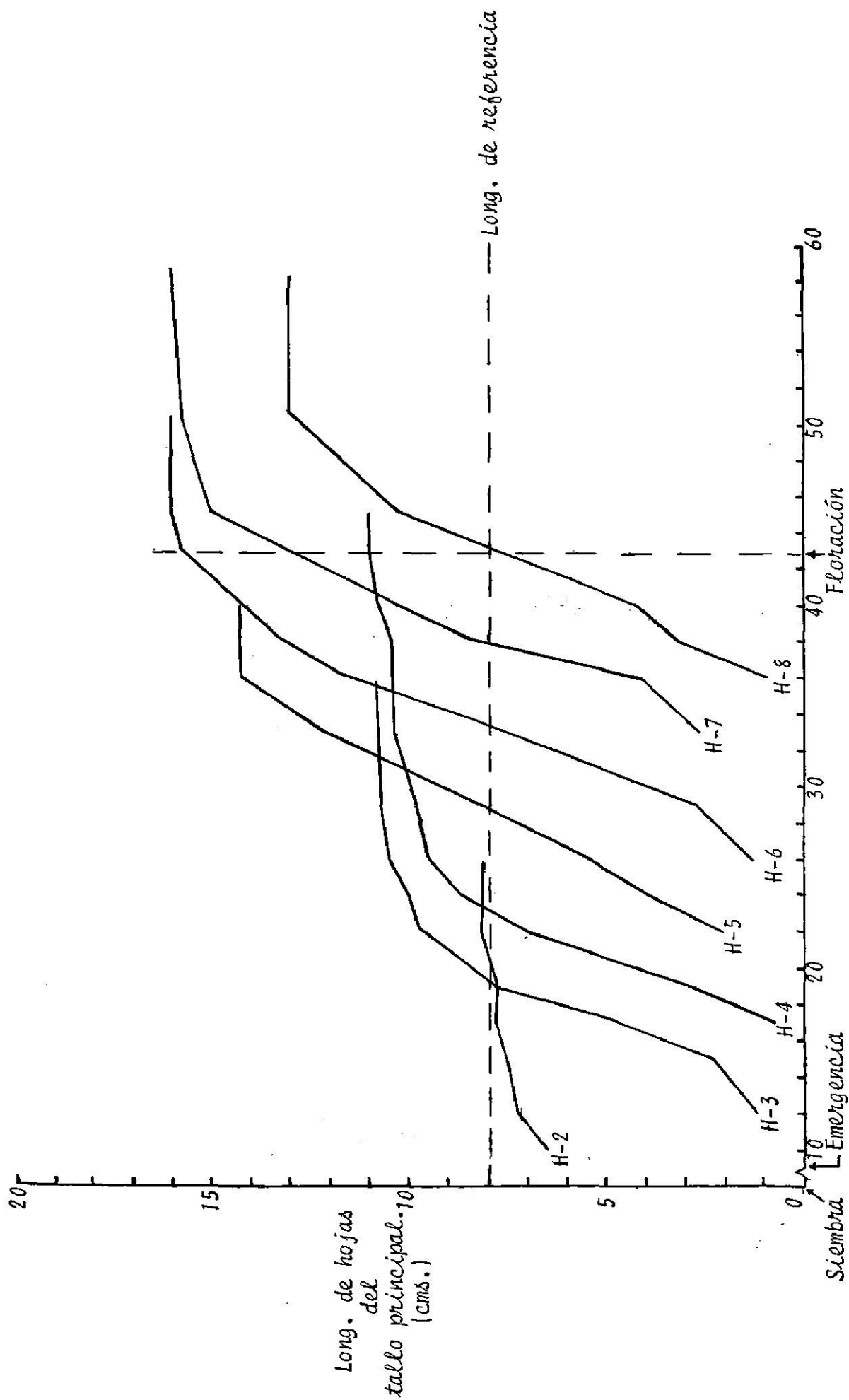
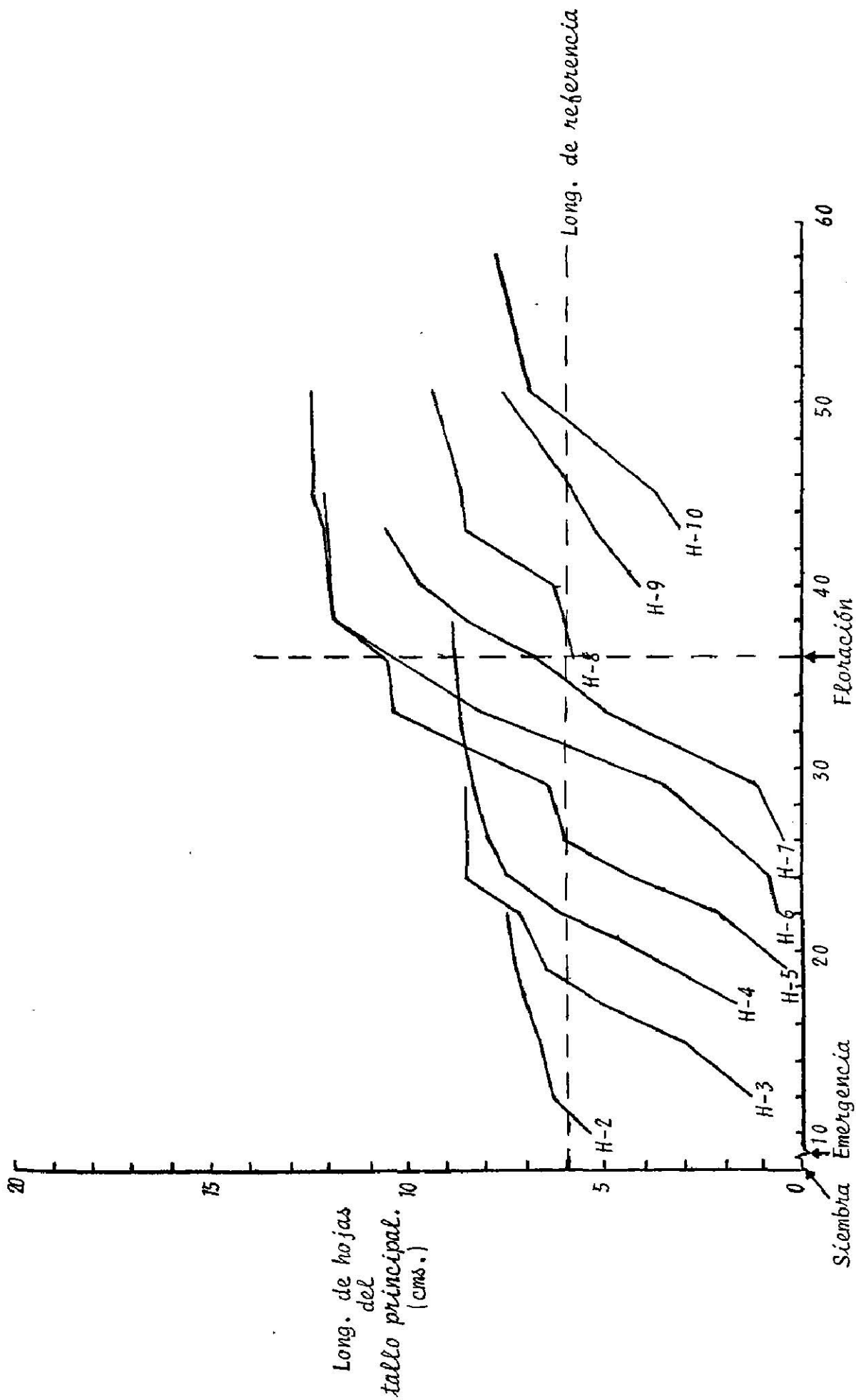


Fig. 1. Curva sigmoide del crecimiento de cada una de las hojas del tallo principal del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides # 4", indicándose la longitud de referencia para los cálculos del índice plastrocónico de vástago.



Días después de la siembra

Fig. 2 Curva sigmoide del crecimiento de cada una de las hojas del tallo principal del genotipo "Jamapa", indicándose la longitud de referencia para los cálculos del índice plastocrónico de vástago.



Días después de la siembra

Fig. 3 Curva sigmoide del crecimiento de cada una de las hojas del tallo principal del genotipo "Pinto Americano", indicándose la longitud de referencia para los cálculos del índice plastocrónico del vástago.



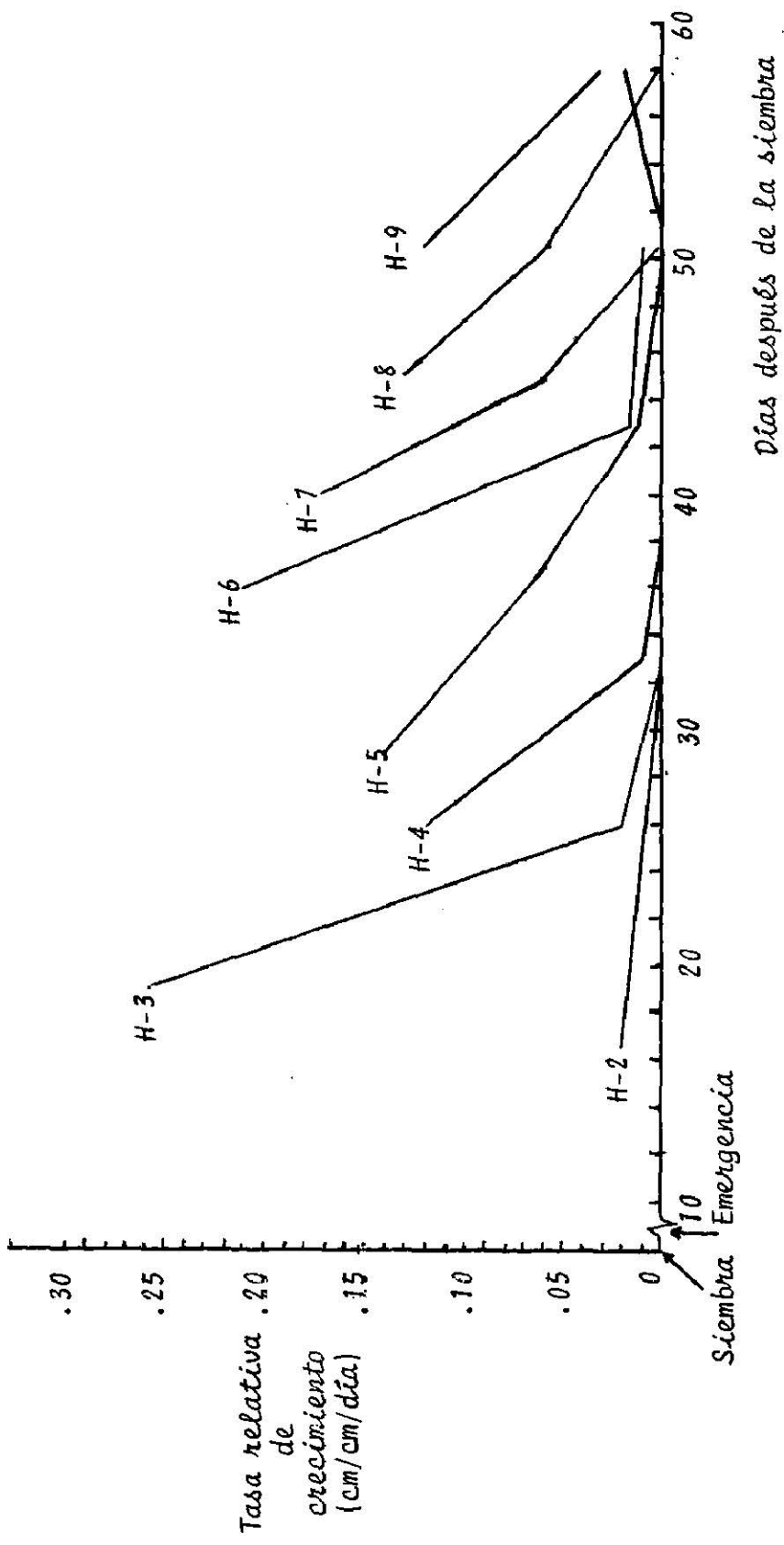


Fig. 4 Tasa relativa de crecimiento de la longitud, de cada una de las hojas del tallo principal del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides No. 4".

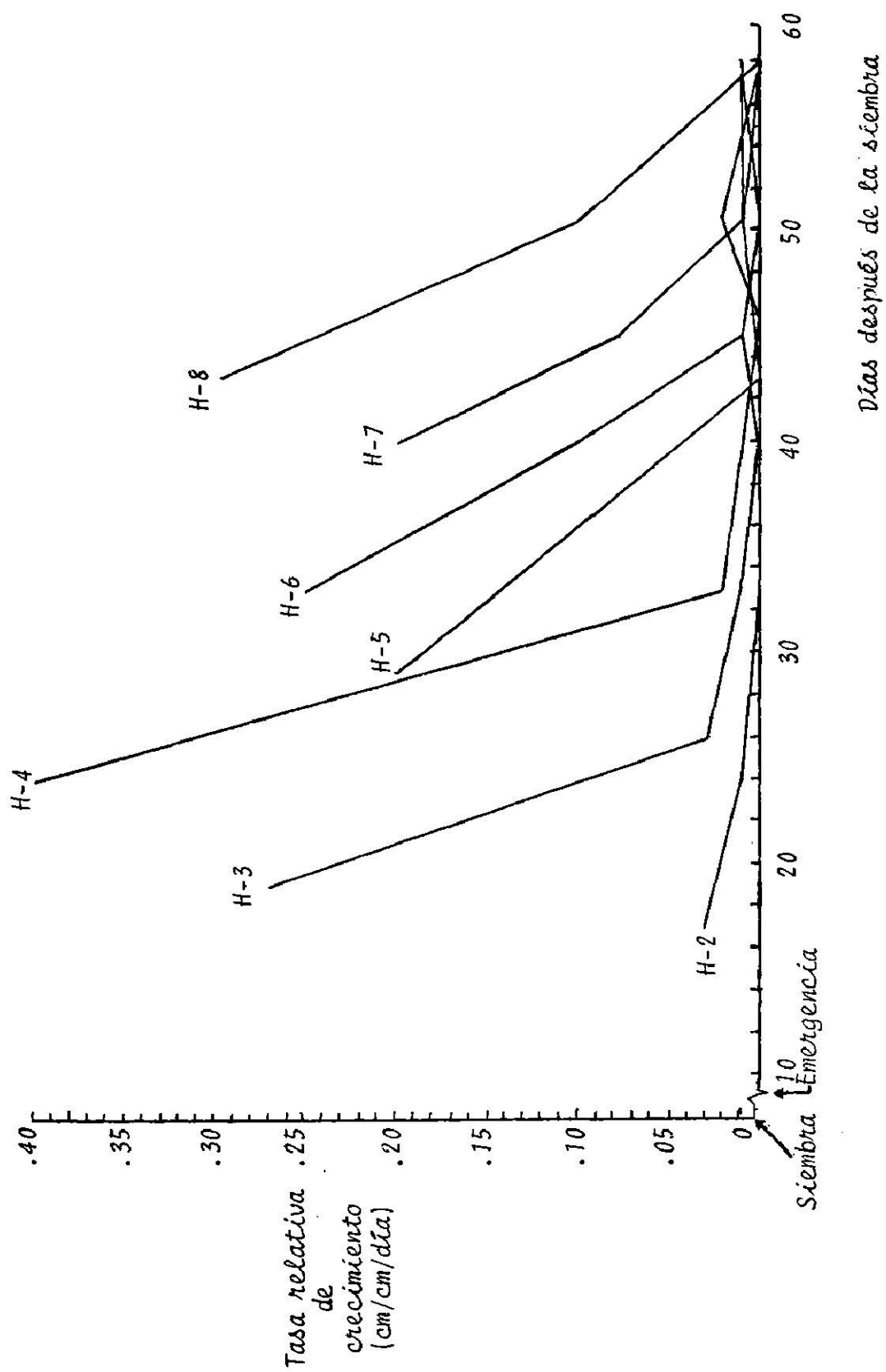


Fig. 5 Tasa relativa de crecimiento de la longitud, de cada una de las hojas del tallo principal del genotipo "Jamapa".

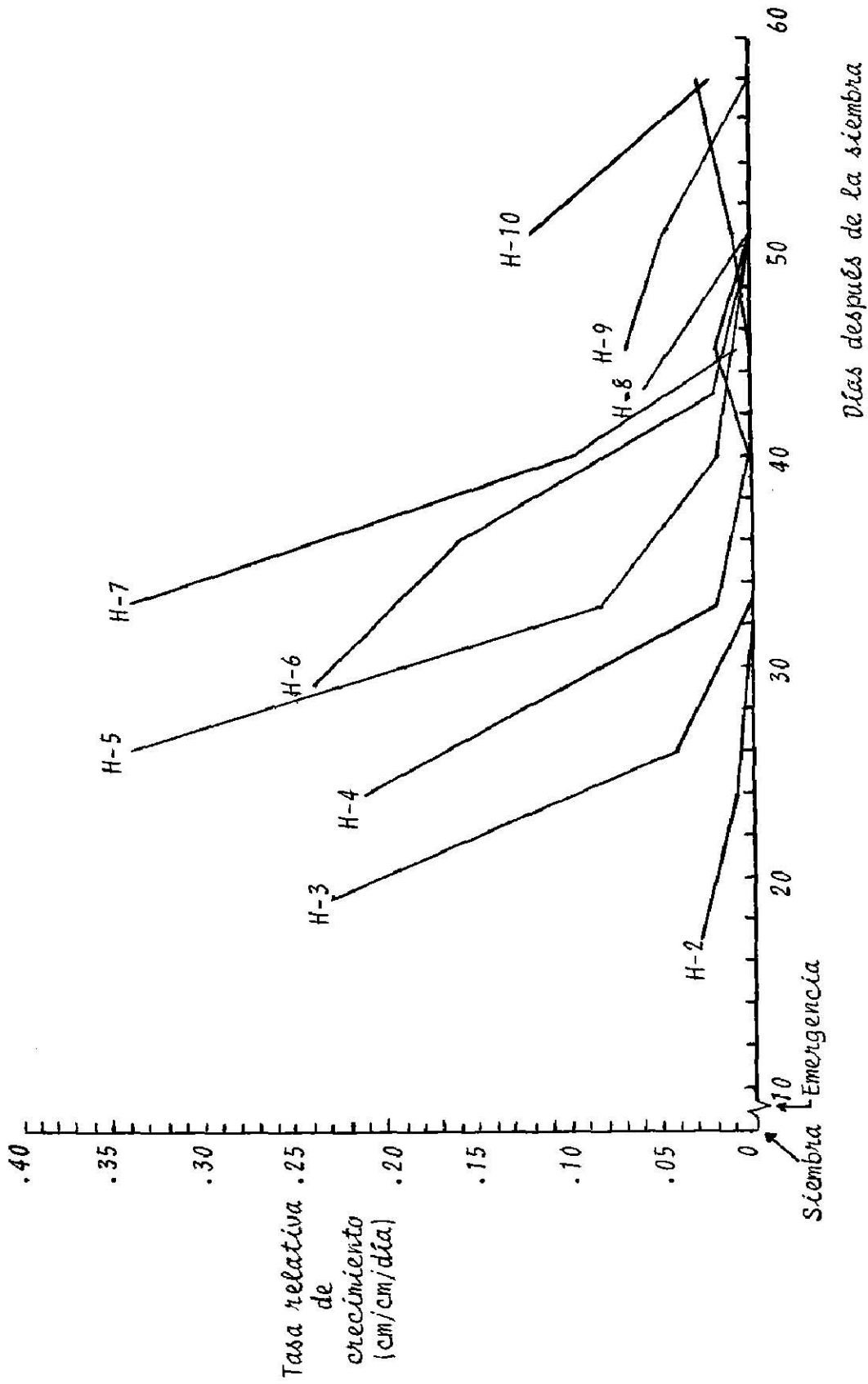


Fig. 6 Tasa relativa de crecimiento de la longitud, de cada una de las hojas del tallo principal del genotipo "Pinto Americano".

*Longitud total de hojas de ramas de primer orden (cm.)*

Los resultados sobre el crecimiento en longitud total del conjunto de las hojas de ramas de primer orden, que se presentan en las figuras 7, 8 y 9, indican que las de los nudos basales del tallo principal, son las que llegan a producir mayor cantidad de follaje. Esto concuerda con lo que la literatura reporta (Fungul, 1978 y Ramírez, 1981), además es en esta zona, en donde se presenta una mayor producción de órganos reproductivos (Díaz, Gómez y Escalera, 1982).

Por otra parte, las mismas figuras indican que en los tres casos, el inicio de la brotación de las ramas es antes que la floración; esto como lo discuten Díaz, Gómez y Escalera. (1982) puede deberse a que el inicio de la floración, inhibe la síntesis de auxinas, liberando las yemas laterales y/o a que el alejamiento de la yema apical del tallo principal de los nudos basales del mismo, hace que se pierda la dominancia de dicho ápice sobre los más alejados, que son los nudos basales del tallo principal. Proporciona una idea de esto último, el hecho de que la aparición de las ramas va resultando en orden acrópeto.

*Estado del desarrollo del follaje en relación con el inicio de la etapa reproductiva*

En relación con este aspecto, los resultados se presentan en las figuras 1, 2 y 3, para los genotipos "Delicias 71 Selección

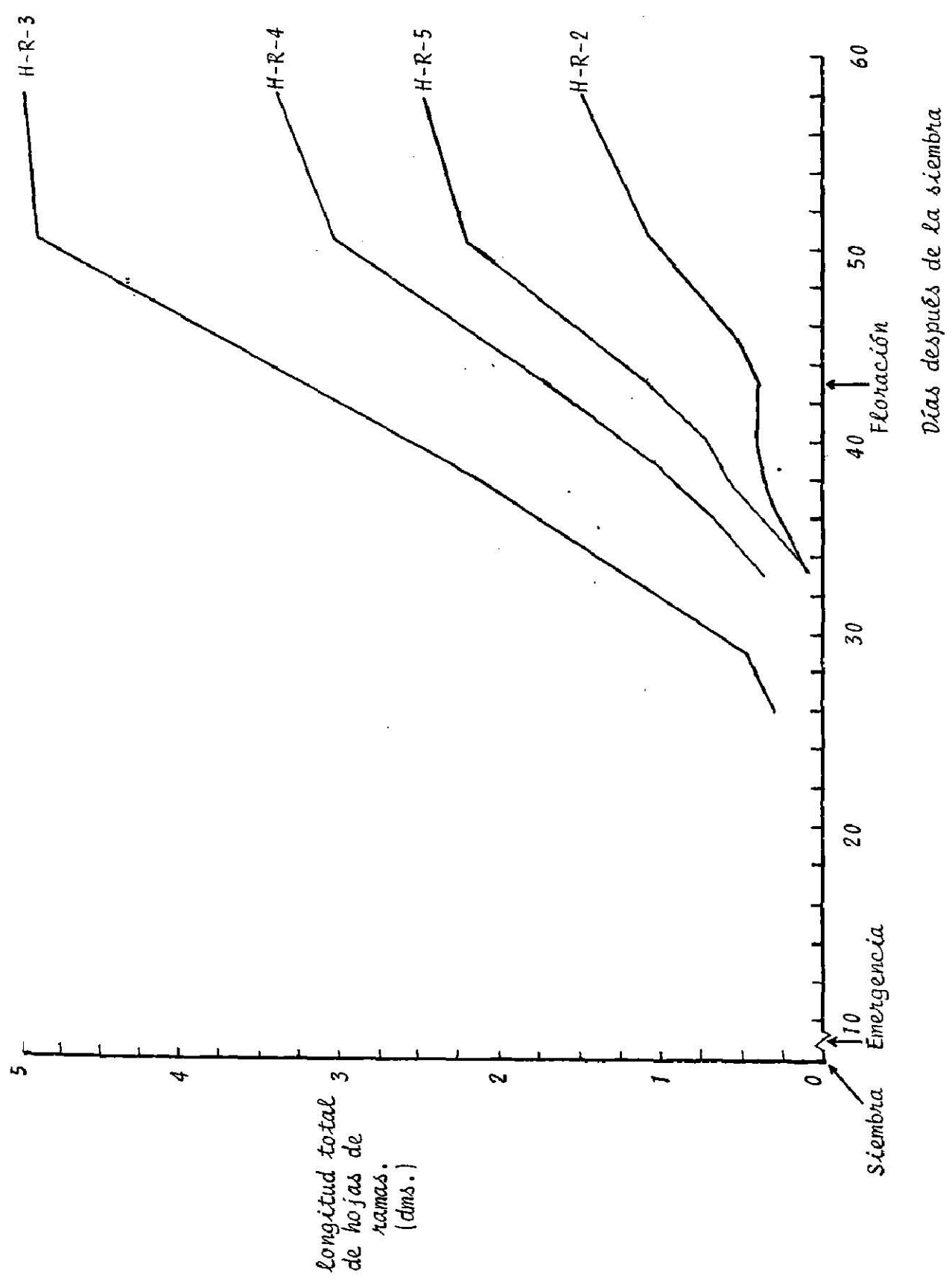


Fig. 7 Suma de las longitudes, de las hojas producidas por cada una de las ramas de primer orden, durante el desarrollo del genotipo "Delicias 71 Sele-----cción Benavides No. 4".

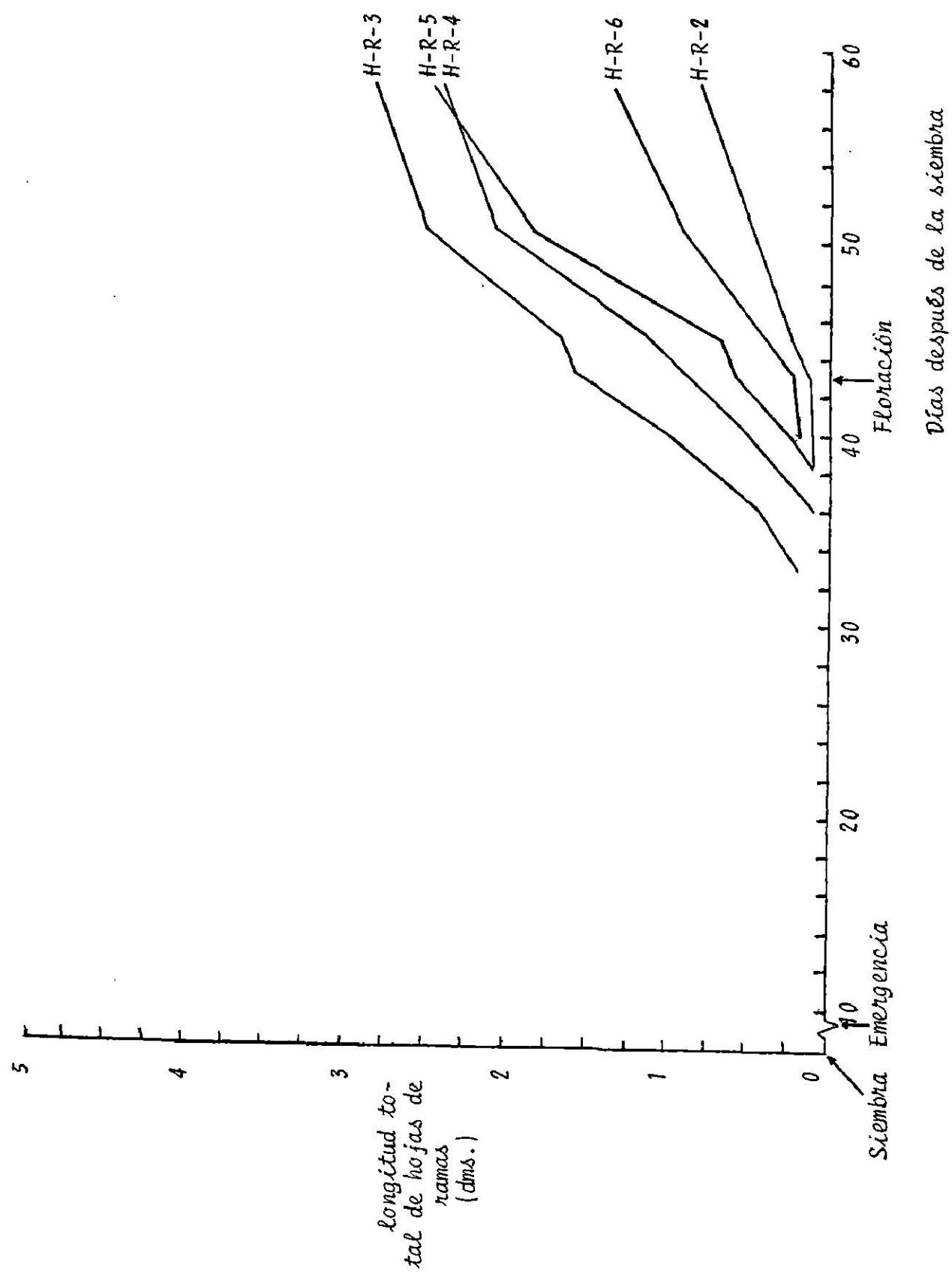


Fig. 8 Suma de las longitudes, de las hojas producidas por cada una de las ramas de primer orden, durante el desarrollo del genotipo "Jamapa".

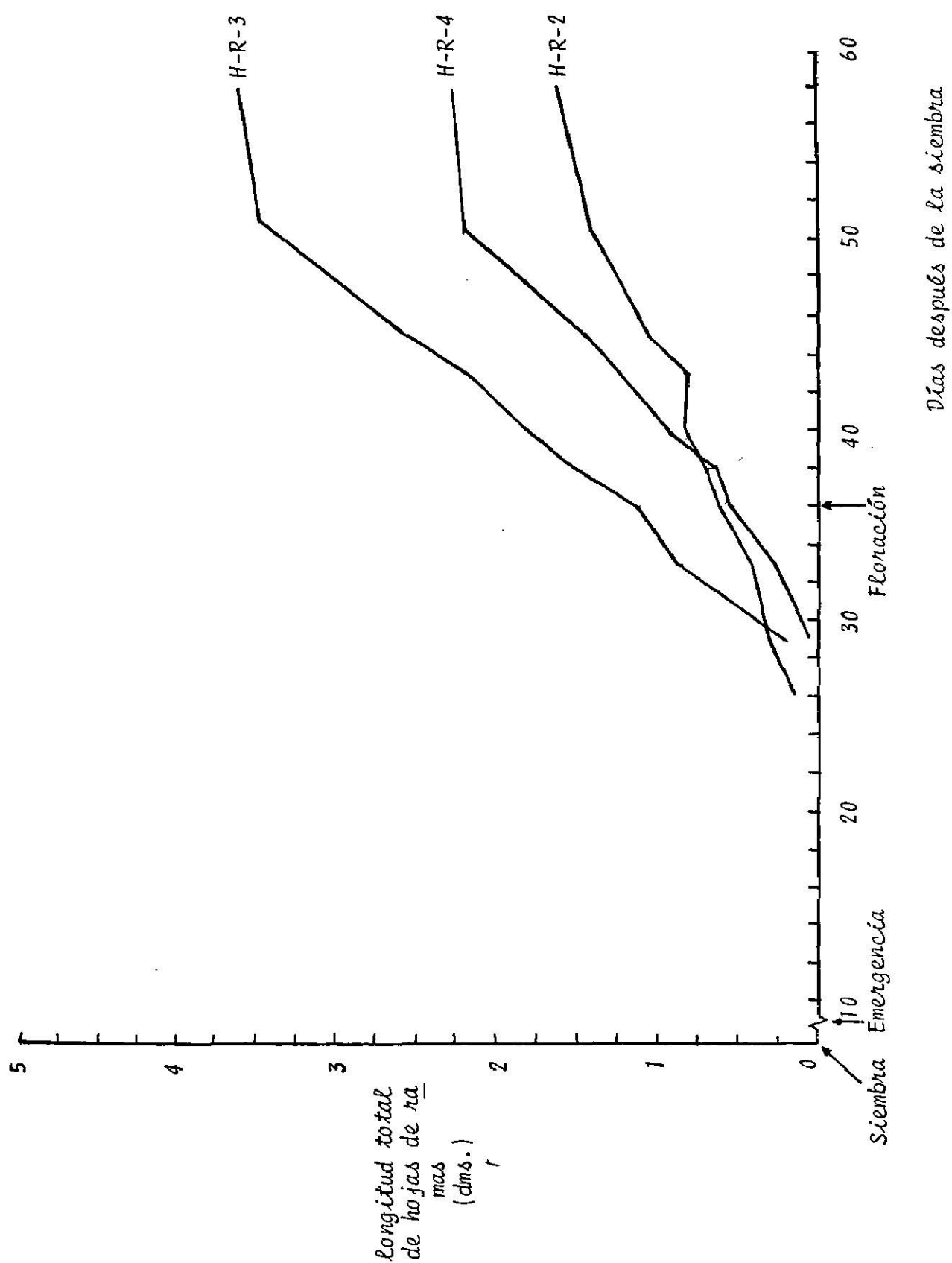


Fig. 9 Suma de las longitudes, de las hojas producidas por cada una de las ramas de primer orden, durante el desarrollo del genotipo "Pinto Americano".

Benavides # 4", "Jamapa" y "Pinto Americano" respectivamente. En dichas figuras, se puede ver claramente que el desarrollo del follaje en el momento en que se produce la floración, es similar para los tres genotipos, no obstante que el "Pinto Americano" tuvo su floración antes que el "Jamapa" y que el "Delicias 71 Selección Benavides # 4". En el caso del primer genotipo, se tuvo un índice plastocrónico de vástago de 6.808 hojas, en el segundo de 6.924 y en el tercero de 6.921, como se presenta en dichas figuras, el primer genotipo presentó la floración, cuando los otros aún tenían un I.P.V. de 5.362 hojas en el caso del "Jamapa" y de 5.731 en el del "Delicias 71 Selección Benavides # 4".

Los resultados anteriores, sugieren que bajo las condiciones del estudio, las plantas tenían que haber llegado a un I.P.V. específico, en este caso cerca de las 7 hojas para que se presentara la floración. Lo anterior se basa en el hecho de que el "Pinto Americano" al momento de la floración, tenía un I.P.V. casi del mismo valor que el que presentarían los otros dos genotipos, 7 días después, al momento de presentarse su floración.

#### Variables fisiológicas

Peso foliar específico por genotipo (gr./dm<sup>2</sup>)

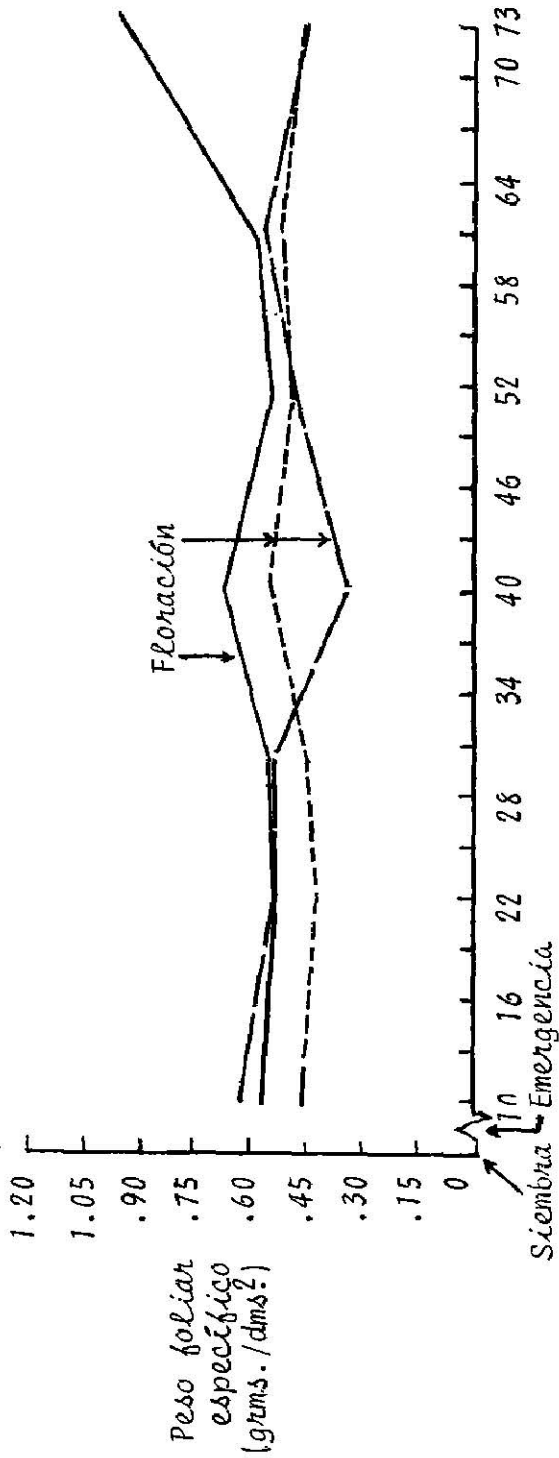
Con relación a esta variable, los resultados se presentan en la figura 10, para los genotipos "Delicias 71 Selección Benavides # 4", "Jamapa" y "Pinto Americano". Dicha figura muestra que



esta variable, no es constante a nivel de planta, sino que a través del ciclo se hace evidente la fluctuación de su valor. En el caso del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides # 4", los valores más altos se presentan al principio del ciclo, disminuyendo hasta los 40 días después de la siembra, momento en el cual ascienden ligeramente. En el caso del genotipo "Jamapa" y del "Pinto Americano" -- las tendencias son similares, siendo los valores ligeramente descendentes al inicio del ciclo, hasta los 22 días después de la siembra, en el cual tienden a incrementarse hasta los 40 días después de la misma, para posteriormente descender, en el caso del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides # 4" y "Jamapa" volver a descender a -- partir de los 61 días después de la siembra. En el caso del "Pinto Americano" se tiene un incremento notable al final del ciclo, obteniéndose un valor de .96 gr./dm.<sup>2</sup>

Los resultados anteriores indican que los contenidos foliares presentan una dinámica constante, es decir, sugieren que efectivamente existe un flujo constante de dichos contenidos, entre las hojas y los otros órganos de la planta, también sugieren que esas fluctuaciones son más drásticas durante la floración.

Por último, el hecho de que el peso foliar específico, en el caso del "Pinto Americano" sea ascendente hasta alcanzar los más altos valores a los 73 días después de la siembra, se pueden explicar debido al hecho de que la tasa de asimilación neta era ascendente en estas épocas, tal como lo reportan (Díaz, Gómez y Escalera, -



Días después de la siembra

Fig. 10 Peso foliar específico por planta durante el desarrollo de los tres genotipos bajo estudio: "Delicias 71 Selección Benavides No. 4" (—), "mapa" (- - -) y "Pinto Americano" (- · - ·).

1982), haciendo por lo tanto, que el contenido de fotosíntatos se incrementara en las hojas.

Por otra parte, el peso foliar específico por nudo, se presenta en las figuras 11 y 12 para el genotipo "Delicias 71 Selección Benavides # 4", 13 y 14 para el "Jamapa" y 15 y 16 para el "Pinto Americano", como se puede observar en dichas figuras, no se presenta un patrón definido para los diferentes nudos del tallo principal, a excepción de las hojas del nudo 2, o sea de las hojas simples, las cuales en los tres casos, éstas representan los valores más altos de dicha variable, aunque en diferentes épocas, siendo los valores de  $2.45 \text{ gr./dm}^2$  en el genotipo "Delicias 71 Selección Benavides # 4", y de  $1.29 \text{ gr./dm}^2$  en el "Jamapa" a los 51 días después de la siembra para ambos y de  $.92 \text{ gr./dm}^2$  a los 40 días después de la misma, para el "Pinto Americano".

En los tres casos, dichos valores máximos se alcanzan poco después de la floración. Lo que también queda claro, es que el peso foliar específico de cada una de las hojas de los nudos, no es constante, sino que fluctúa en la mayoría de las hojas de los nudos, durante el transcurso del ciclo.

En el caso del peso foliar específico por hoja individual, las mismas gráficas muestran que las fluctuaciones mencionadas, también se presentan a nivel individual, así se tiene el caso de las hojas simples, las cuales son las únicas que contribuyen al valor de esta variable para el nudo 2, hasta los 40 días después de

la siembra, en el caso de los genotipos "Delicias 71 Selección Benavides # 4" y "Jamapa" y hasta los 51 días el "Pinto Americano", a partir de las fechas mencionadas, empiezan a aparecer las hojas de las ramas. Durante esa época mencionada, es claro que en los tres genotipos los valores son fluctuantes. Por otra parte, los nudos terminales, en el caso del "Delicias 71 Selección Benavides # 4" el 8, del "Jamapa" el 8, 9 y 10 y del "Pinto Americano" el 7, 8, 9, 10, 11 y 12 durante los últimos muestreos no presentan ramas, por lo que el valor del peso foliar específico por nudo, es el mismo que el de la hoja individual, notándose también que dichos valores son fluctuantes durante el desarrollo de las plantas. En este caso dichas fluctuaciones se pueden deber, como en el caso del peso foliar específico por nudo, a un posible flujo de contenidos foliares y además a los cambios anatómicos sufridos por las hojas durante su desarrollo, ya que inclusive cuando llegan a su máxima elongación pueden existir aún dichos cambios tal como encontró Mackymowych y Mackymowych (1982) en su estudio con Xanthium sp. Los coeficientes de variación del peso foliar específico, para las hojas en forma individual que se mencionan anteriormente de cada uno de los genotipos, se presentan en el Apéndice.

Relación de peso foliar (gr./gr.)

La figura 17 muestra los valores de esta variable durante el ciclo, para los genotipos "Delicias 71 Selección Benavides # 4", "Jamapa" y "Pinto Americano", siendo las tendencias similares en -

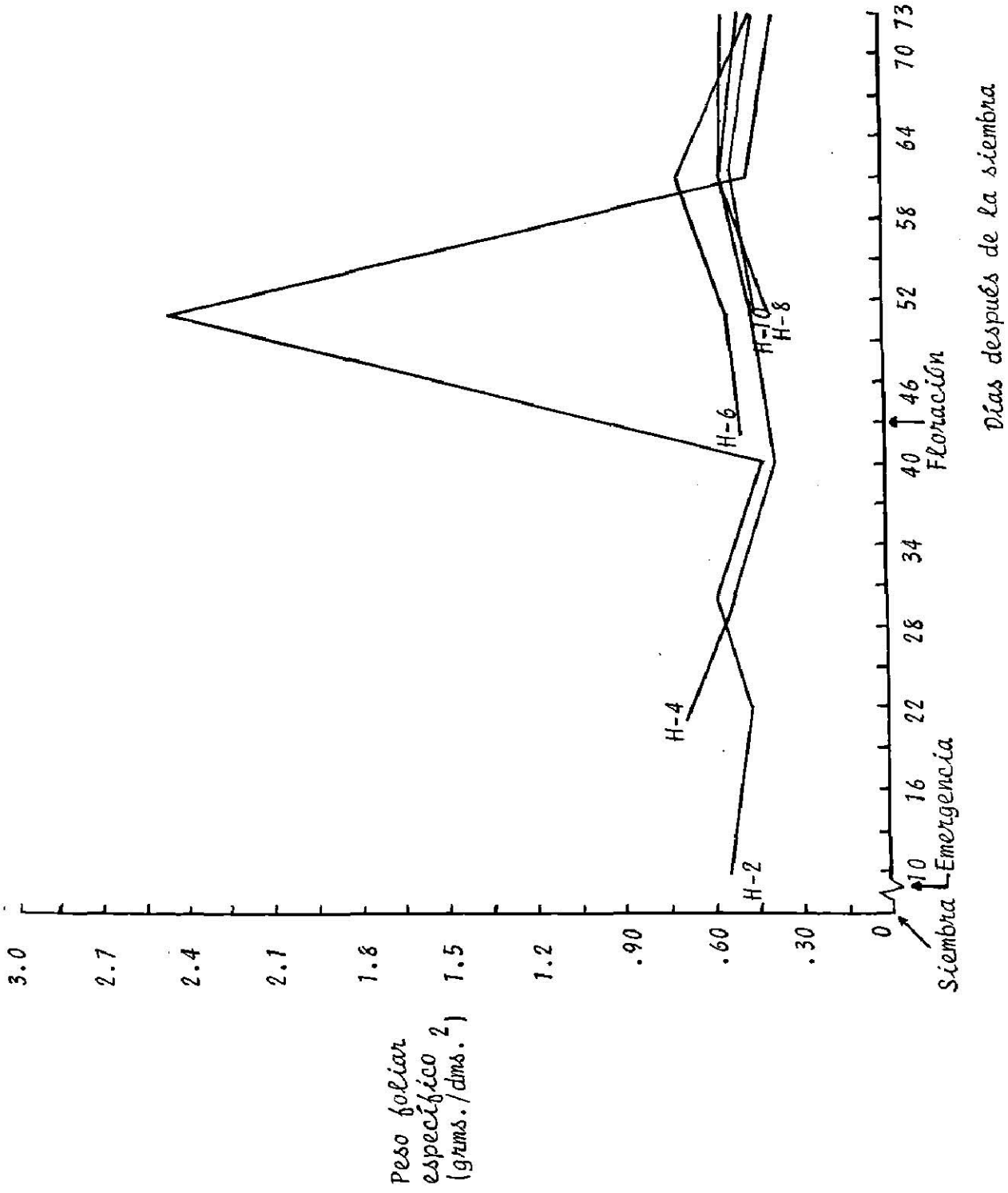


Fig. 11 Peso foliar específico, durante el desarrollo del genotipo "Delicias 71 - Selección Benavides No. 4", de las hojas producidas por los nudos pares - del tallo principal.

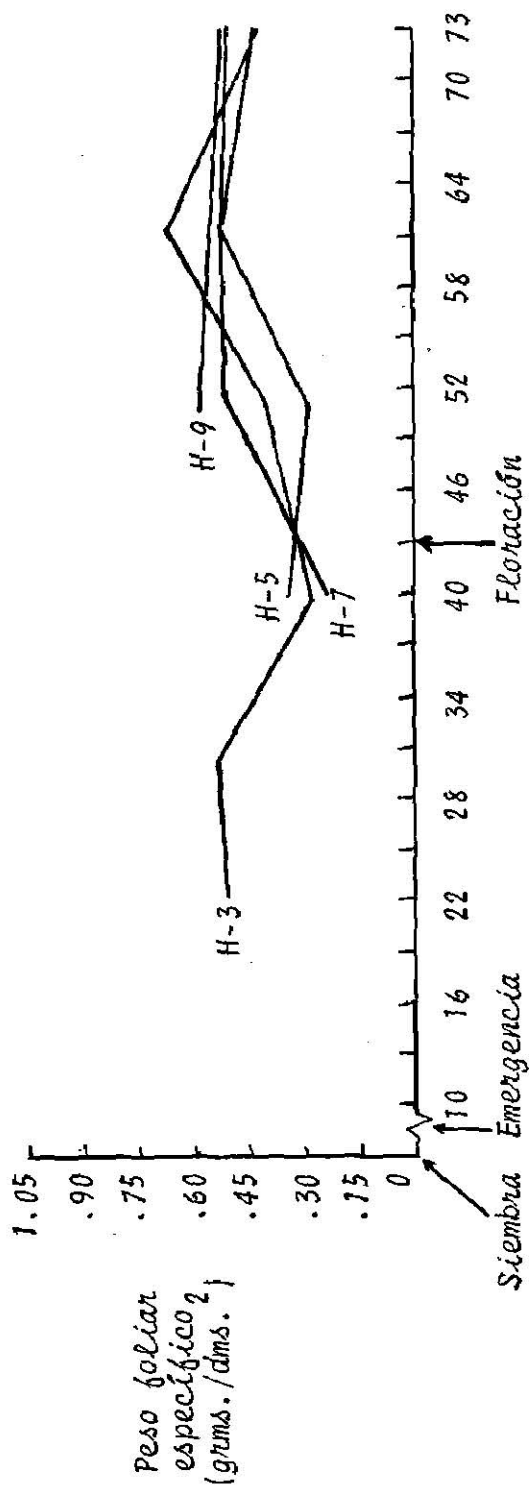


Fig. 12. Peso foliar específico, durante el desarrollo del genotipo "Delicias 71 - Selección Benavides No. 4" de las hojas producidas por los nudos nones - del tallo principal.

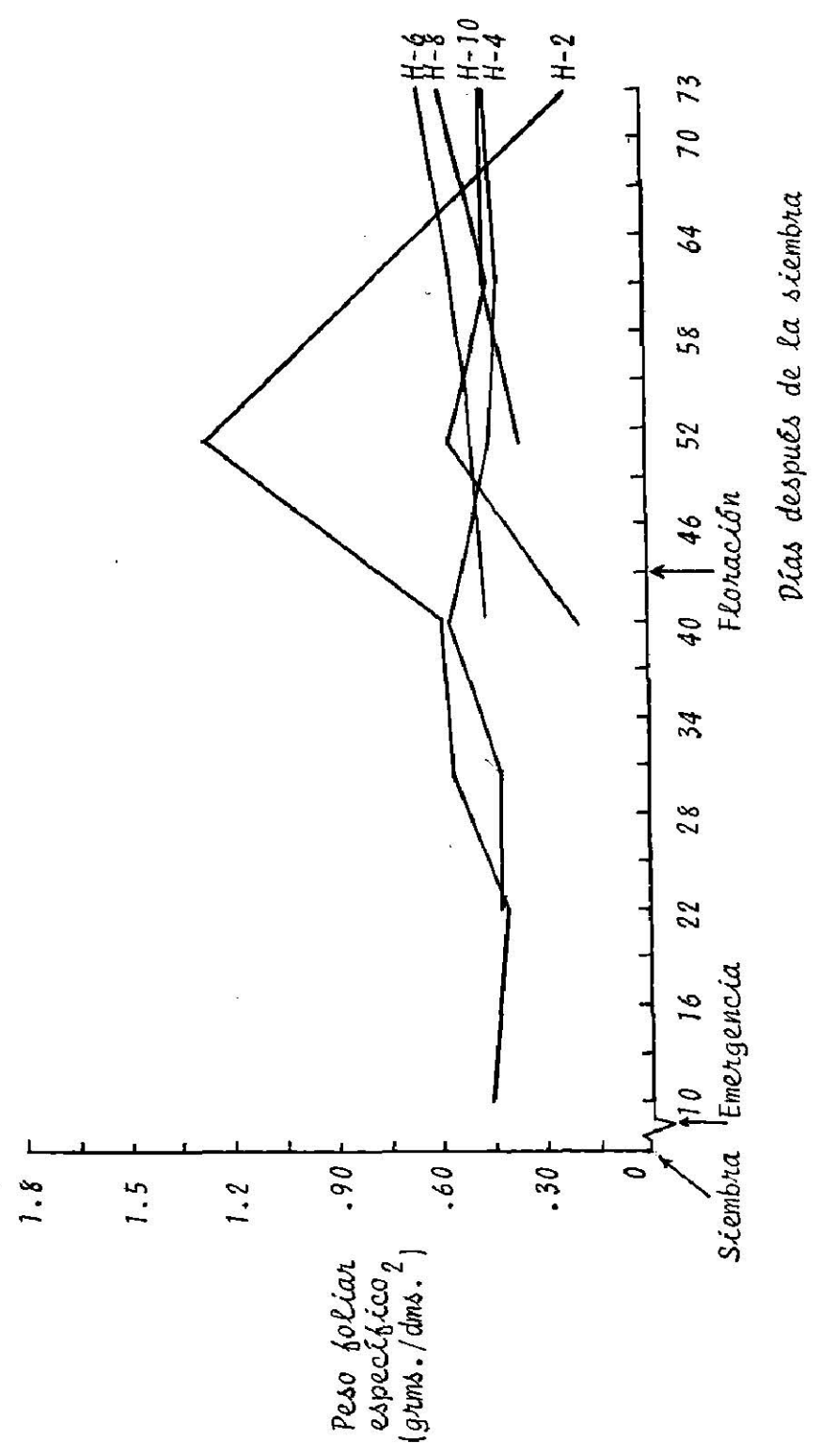


Fig. 13. Peso foliar específico, durante el desarrollo del genotipo "Jamapa" de -- las hojas producidas por los nudos pares del tallo principal.

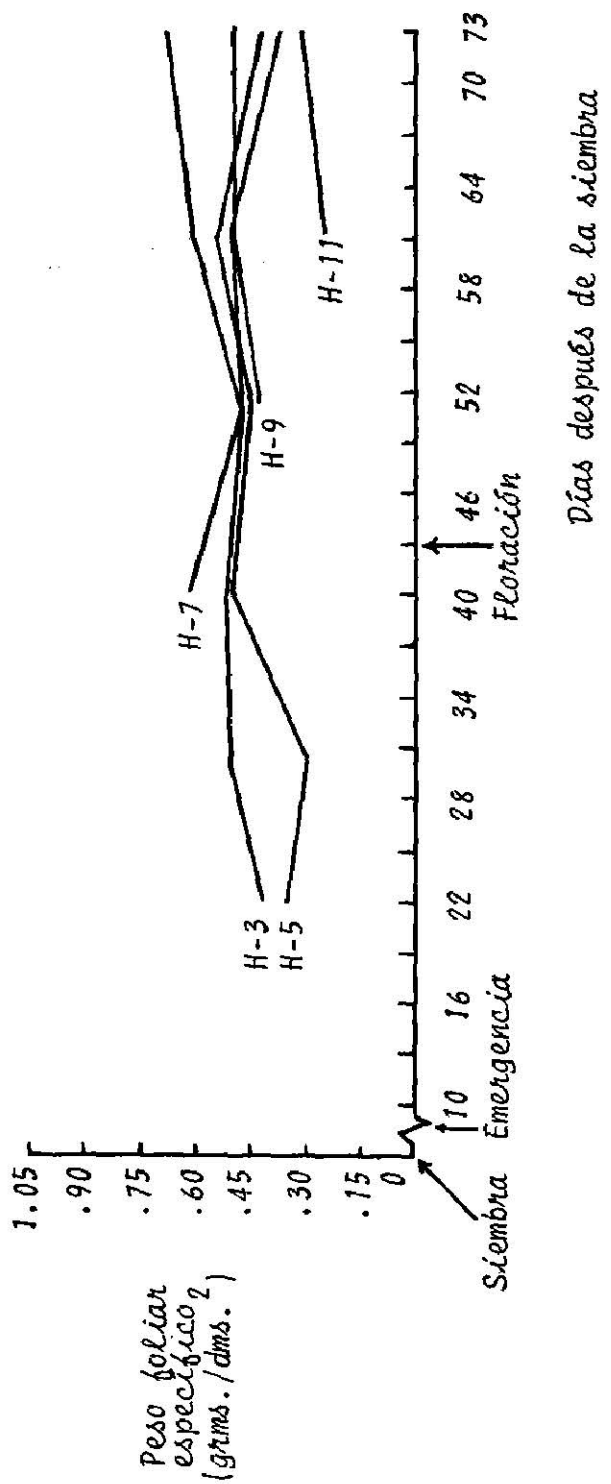


Fig. 14. Peso foliar específico, durante el desarrollo del genotipo "Jamapa" de -- las hojas producidas por los nudos nones del tallo principal.



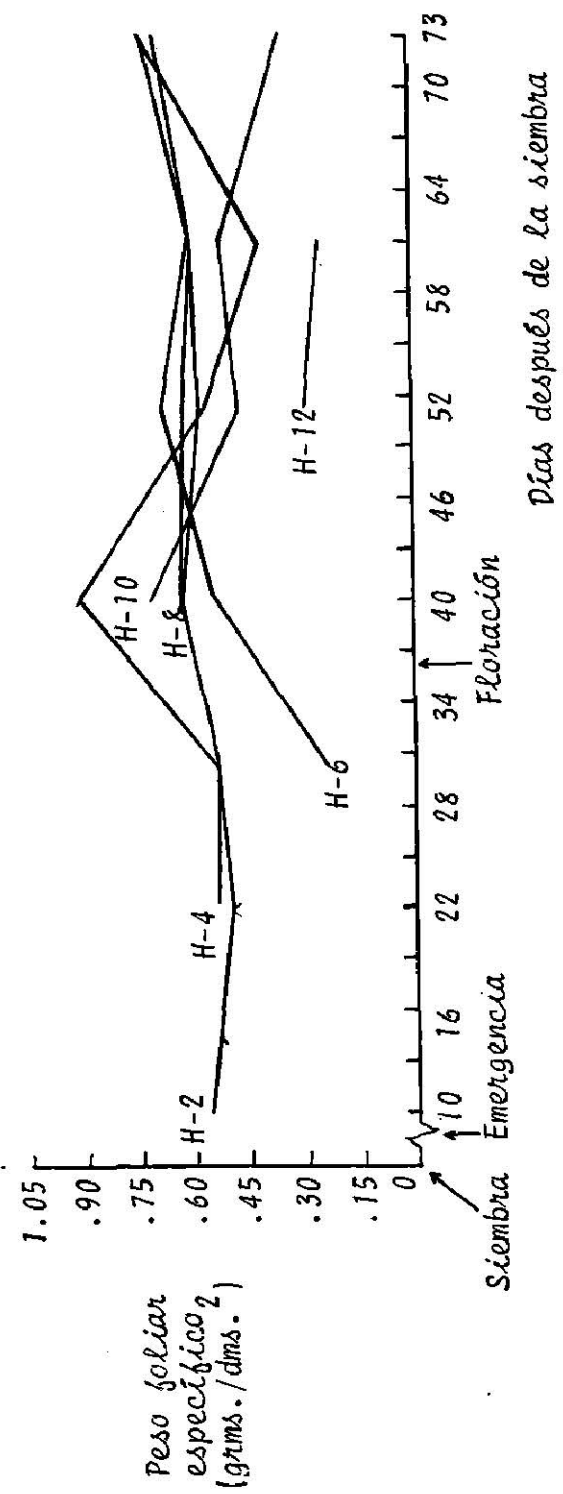
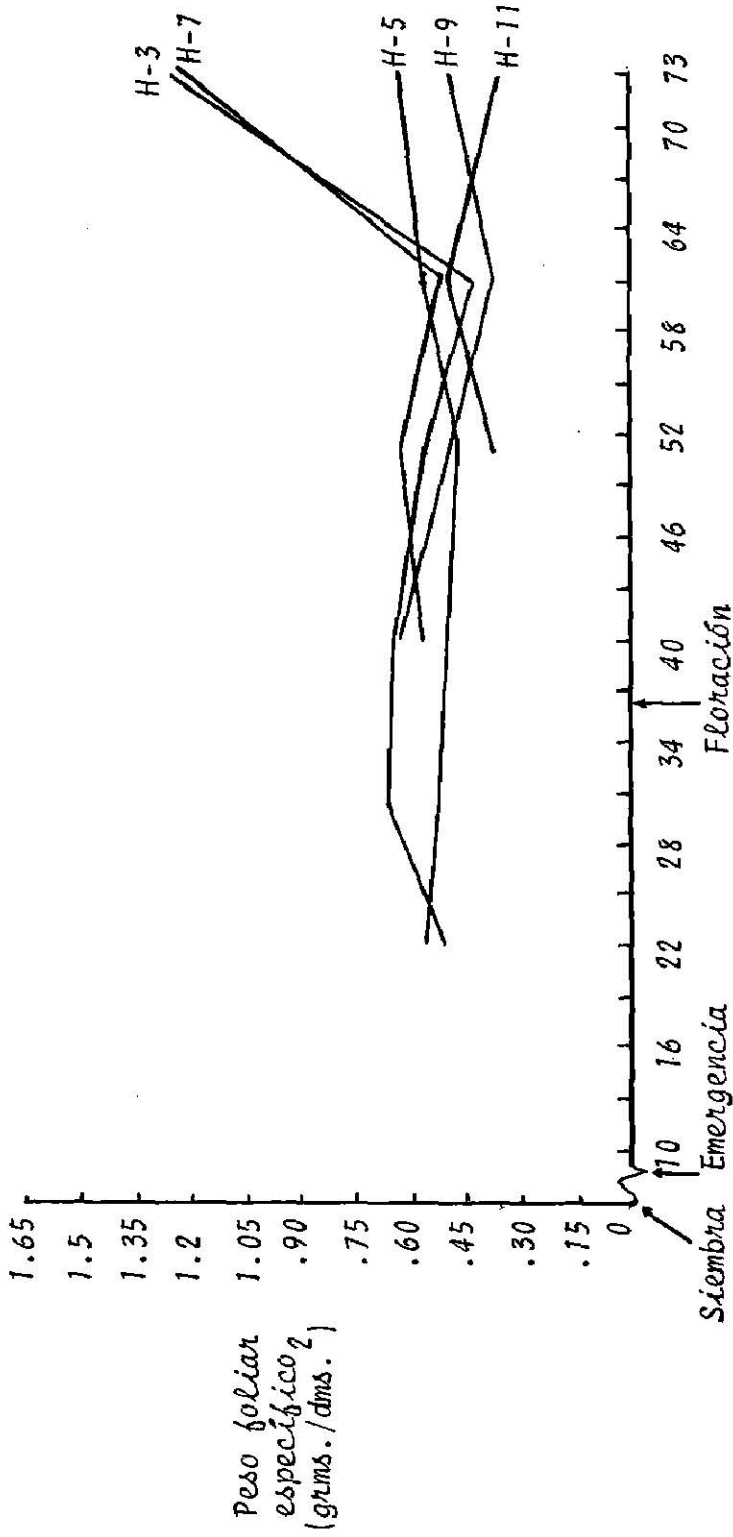


Fig. 15. Peso foliar específico, durante el desarrollo del genotipo "Pinto America no" de las hojas producidas por los nudos pares del tallo principal.



Días después de la siembra

Fig. 16 Peso foliar específico, durante el desarrollo del genotipo "Pinto America no" de las hojas producidas por los nudos nones del tallo principal.

términos generales para los tres genotipos, alcanzando un valor -- máximo a los 30 días después de la siembra, para posteriormente -- disminuir en forma gradual hasta el final del ciclo.

En el caso del genotipo "Jamapa", se presenta un descenso al inicio del ciclo hasta los 22 días después de la siembra, para posteriormente incrementarse hasta los 30 días después de la misma, no ocurriendo lo mismo para los otros dos genotipos, los cuales -- desde el inicio del ciclo, presentan una tendencia ascendente hasta los 30 días después de la siembra.

Como se puede observar, los valores de esta variable durante el ciclo, siguen la misma tendencia en los tres genotipos. La disminución de la relación del peso foliar en la segunda mitad del ciclo, se deben probablemente al paso de fotosintatos de las hojas hacia otras estructuras de la planta (Fanjul, 1978), principalmente órganos reproductivos, y posteriormente a que se iniciaba la senectud y caída de las hojas, las cuales no se consideraban en el peso final. Lo anterior se encuentra en los resultados obtenidos por Díaz, Gómez y Escalera (1982) en los cuales se muestra que la caída de hojas, se inicia en épocas posteriores al descenso de la variable en discusión.

#### Porcentaje de humedad de las hojas por nudo

En términos generales, el porcentaje de humedad de cada una de las hojas, en los diferentes estados del crecimiento de los --

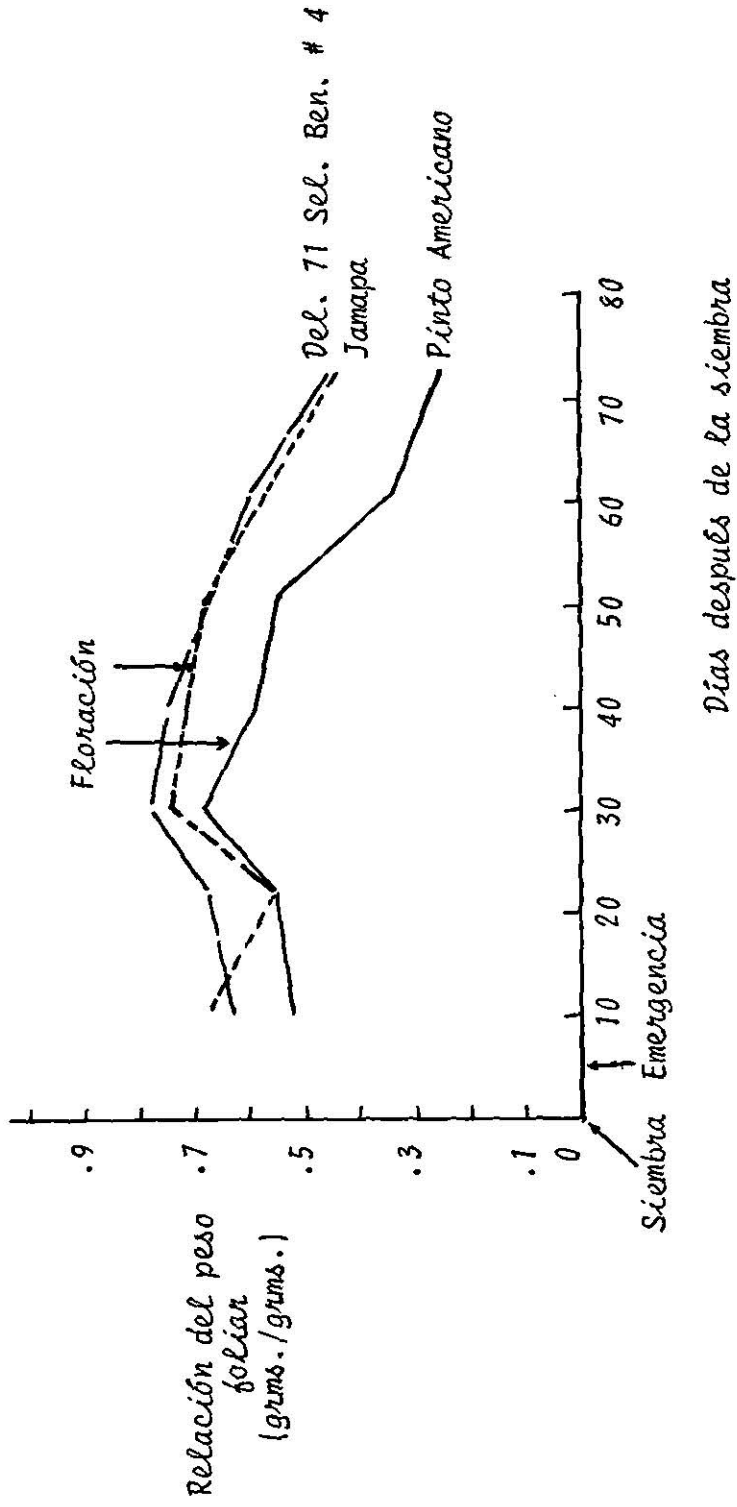


Fig. 17 Relación del peso foliar de cada uno de los genotipos estudiados.

tres genotipos, siguen la misma tendencia, dependiendo del momento del muestreo, siendo dicho porcentaje alto en las hojas existentes a los 22 días después de la siembra y en seguida decrecer hasta -- los 40 días después de la misma, para seguir una tendencia a incrementarse hasta los 61 días después de ésta, sucediendo lo mismo para la mayoría de las hojas que se iban formando, siendo los valores descendentes en un menor número de las mismas. En las figuras 18, 19 y 20 se pueden observar los anteriores resultados para los genotipos "Delicias 71 Selección Benavides # 4", "Jamapa" y "Pinto Americano" respectivamente.

Por otra parte, en las mismas figuras se observa que los - valores mínimos de esta variable, los presentan las hojas de los - nudos 11 y 12 del genotipo "Pinto Americano", con valores aproximados del 72%.

Los resultados anteriores llevan a las dos siguientes conclusiones: la primera, menos factible, es de que efectivamente se haya presentado dicha tendencia durante el ciclo del cultivo y la segunda, que es más factible, es el hecho de que a la mitad del ciclo, se obtengan los mínimos valores para esta variable, lo cual - solamente se puede explicar en función de las condiciones atmosféricas imperantes en cada uno de los muestreos efectuados. A los - 20 días después de la siembra, 2 días antes de que se presentaron los máximos valores de esta variable de las hojas existentes, se - presentó una precipitación considerable, (46 mm.) pudiendo provo--

carse con ello, que la humedad relativa fuera alta en esos días, - evitándose con ello una excesiva pérdida de agua por transpiración, al momento de transportar las plantas del lugar del experimento al laboratorio donde se iba a cuantificar el peso fresco. Caso contrario, al momento en que se efectuó el muestreo, se detectaron en conjunto los valores más bajos del peso fresco, en el cual se presentó alta temperatura (máxima de  $36.5^{\circ}\text{C}$ ) y nula precipitación, -- provocando efectos contrarios a los explicados anteriormente. El hecho de que en el último muestreo se haya detectado un mayor peso fresco, se pudo deber por una parte a que las temperaturas no eran tan extremas como en el caso anterior.

Por último, los bajos valores del peso fresco que en general se obtuvieron, como en el caso extremo de las hojas de los nudos 11 y 12 del genotipo "Pinto Americano" que se mencionó anteriormente, se puede haber debido a errores cometidos durante la manipulación de las plantas y/o a la cuantificación de esta variable.

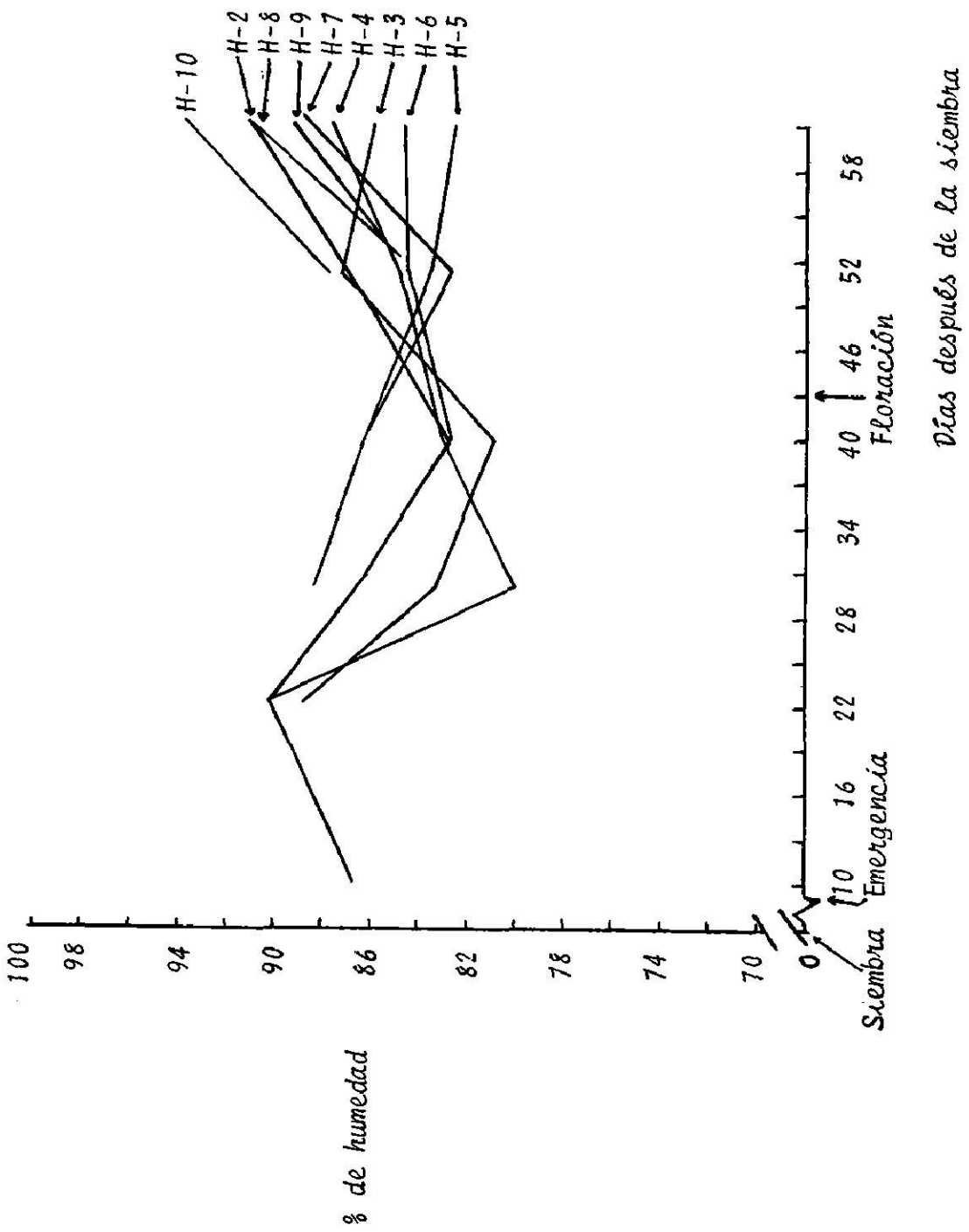


Fig. 18 Contenido hídrico, durante el desarrollo del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides No. 4", de las hojas producidas por cada nudo del tallo principal.

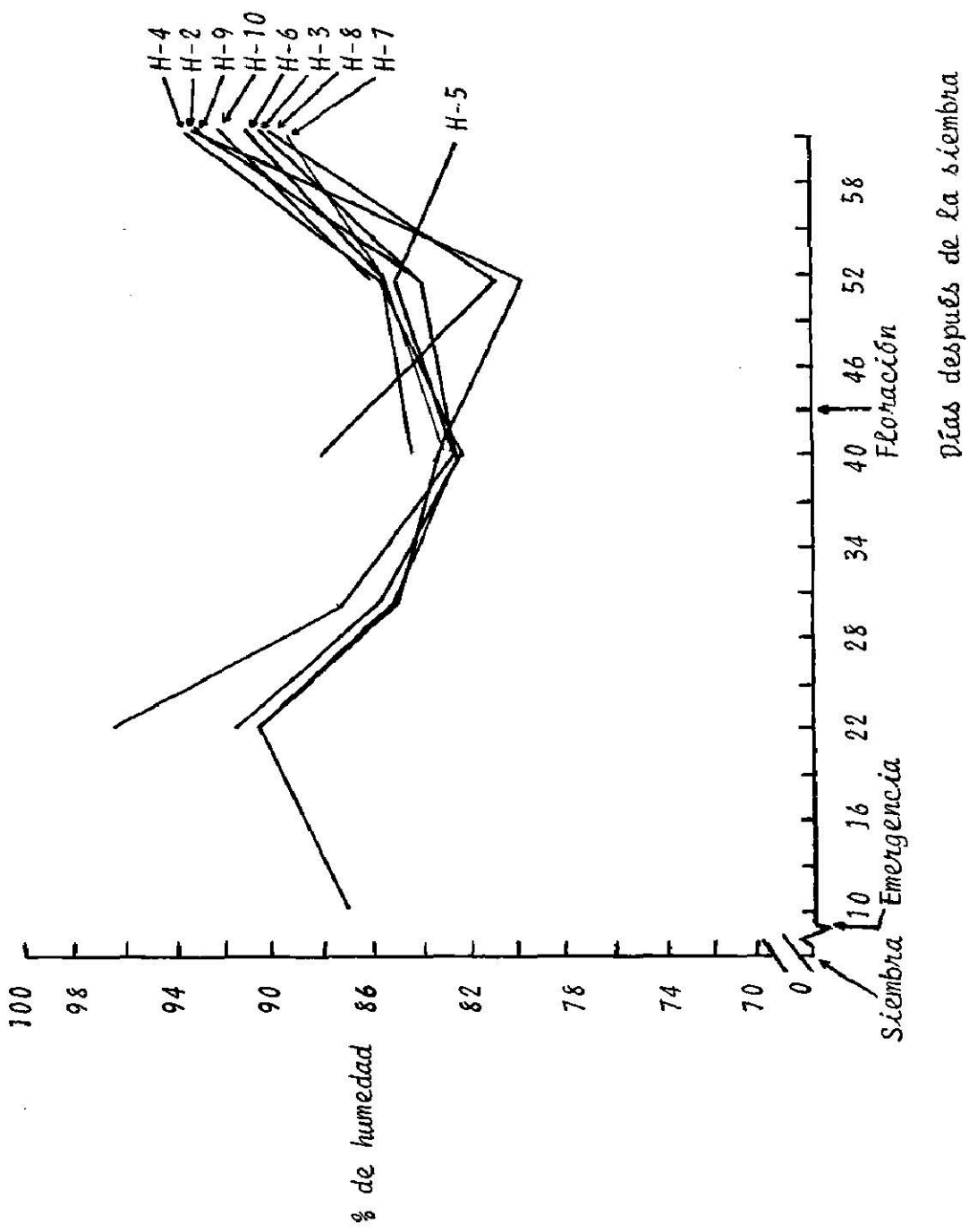


Fig. 19 Contenido hídrico, durante el desarrollo del genotipo "Jamapa", de las hojas producidas por cada nudo del tallo principal.



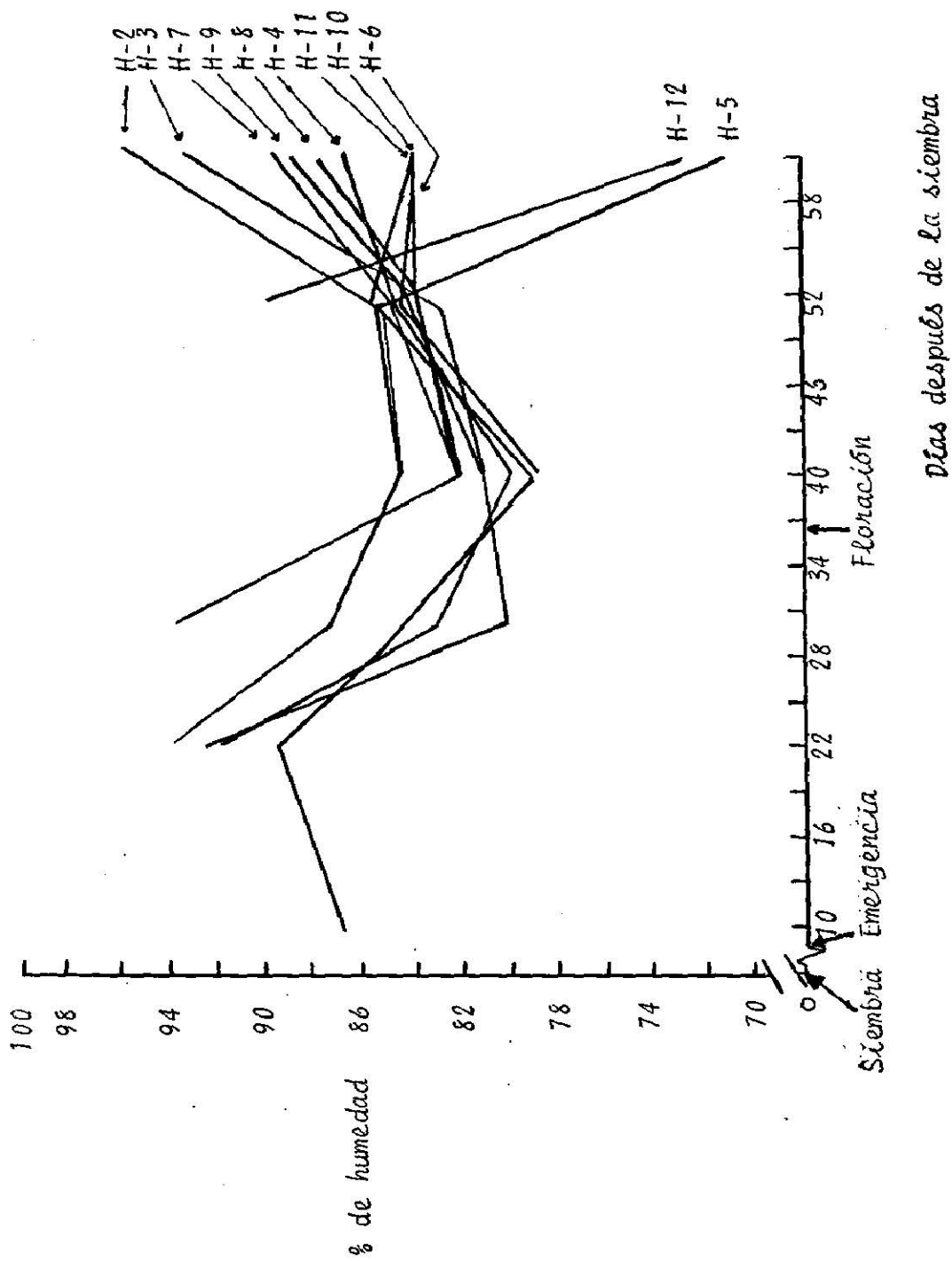


Fig. 20 Contenido hídrico, durante el desarrollo del genotipo "Pinto Americano", de las hojas producidas por cada nudo del tallo principal.

### *Variables ambientales*

*Las condiciones ambientales como la precipitación pluvial y la temperatura máxima, media y mínima que prevalecieron durante el estudio se presentan en la figura 21.*

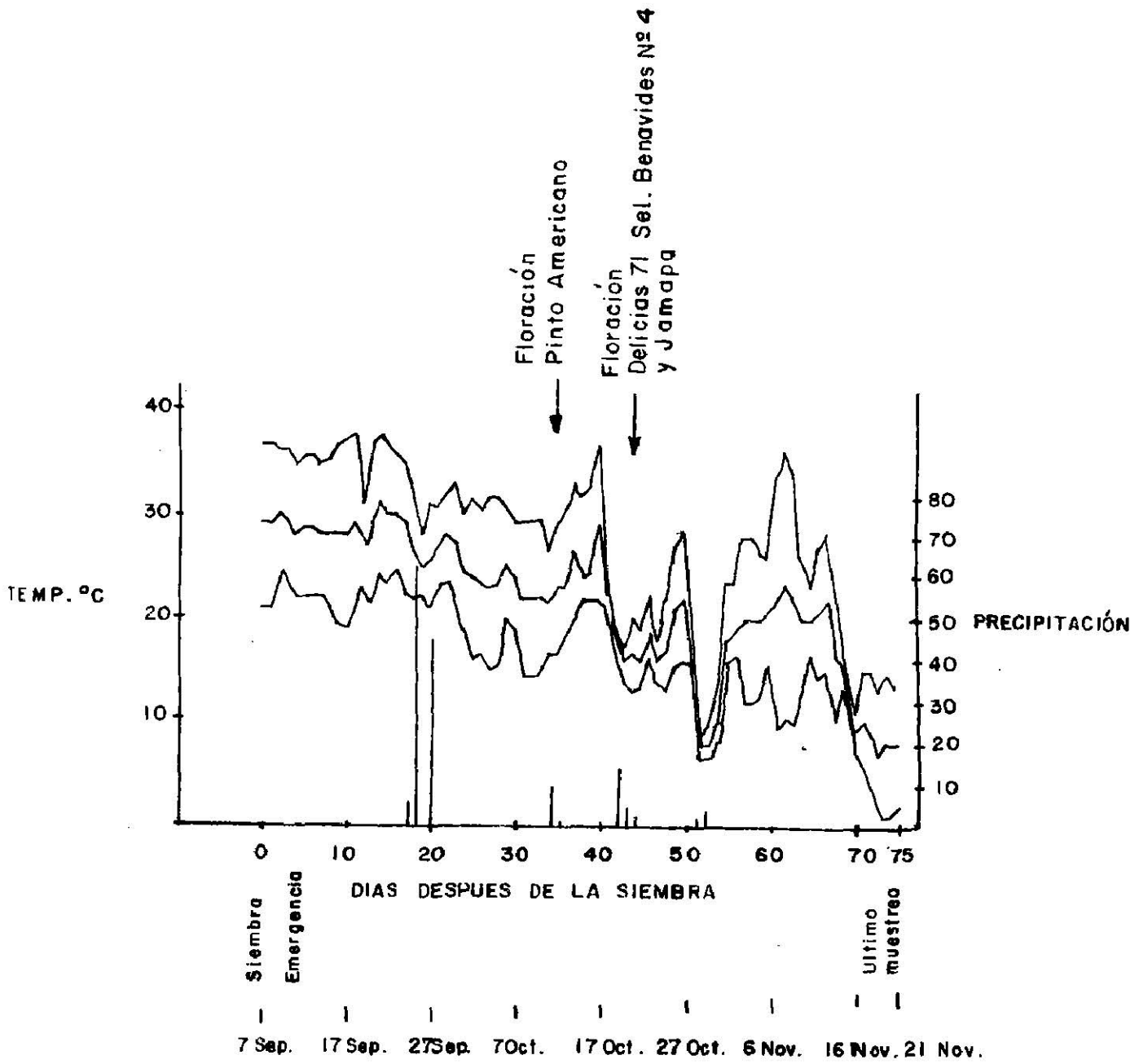


Fig. 21. Precipitación, temperatura máxima, media y mínima prevaletientes durante el estudio.

## CONCLUSIONES

1. Siendo los tres genotipos de hábito de crecimiento del tipo II (según la clasificación del CIAT) presentaron el mismo comportamiento tanto en la dinámica foliar como de los contenidos de Este.
2. Presentaron un índice plastócronico de vástago similar al momento de la floración, aunque ésta haya sido en diferentes fechas.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda estudiar el Índice plastocronico de vástago para las diferentes etapas del crecimiento, en un mayor número de genotipos - preferentemente además del hábito de crecimiento tipo II, los tipos I y III, ya que tienen mejores características para su cultivo en la zona - para determinar la persistencia de dichas características en los diferentes hábitos de crecimiento.

## BIBLIOGRAFIA

- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1978a. Resúmenes - analíticos sobre frijol (Phaseolus vulgaris L.). Volumen 111. p. 8. Abeles, F. B. y Leather, G. R. 1971. Abscission: control of cellulase secretion by ethylene. (Abscisión: secreción de la celulosa controlada por etileno).
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1978b. Resúmenes - analíticos sobre frijol (Phaseolus vulgaris L.). Volumen 111. p. 30. Jackson, M. B., Hartley, C. B. y Osborne, -- D. J. 1973. Timing abscission in Phaseolus vulgaris L. - by controlling ethylene production and sensitivity to - - ethylene. (Regulación de la abscisión en Phaseolus - - -- vulgaris L. mediante el control de la producción de etileno y de la sensibilidad al etileno).
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. s.f. Guía de estudio. Morfología de planta de frijol común (Phaseolus - - vulgaris L.). Cali, Colombia. 49 p.
- CRONQUIST, A. 1977. Introducción a la botánica. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. Compañía Editorial Continental. pp. 475 - 492.
- DIAZ, A. P., F. GOMEZ, R. y J. P. ESCALERA, A. 1982. Análisis de

- crecimiento en tres genotipos de hábito de crecimiento semideterminado de frijol (Phaseolus vulgaris L.) creciendo en macetas en la zona de Marín, N. L., ciclo otoño-invierno 1980. Tesis Ing. Agr. Fitotecnista, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, N. L.
- ELLIOT, W. T., G. R. STOKING y M. C. BARBOUR. 1979. Botánica. Trad. por Agustín Contin. Universidad de California. Davis, California. Editorial Limusa. pp. 179-198.
- ERICKSON, R. O. y F. J. MICHELINI. 1957. The plastochron index. University of Pennsylvania. Department of Botany. Vol. 44, # 4, pp. 297-305.
- ESAU, K. 1972. Anatomía vegetal. Trad. por Dr. José Pons Rosell. Ediciones Omega, S. A. Barcelona. pp. 453-502.
- EVANS, G. C. 1972. The quantitative analysis of plant growth. University of California press. Berkeley and Los Angeles. pp. 15-16.
- FAHN, A. 1978. Anatomía vegetal. Trad. por Fernando García Arrenal. Universidad Hebrea de Jerusalén. H. Blume Ediciones, pp. 258-305.
- FANJUL, P. L. 1978. Análisis de crecimiento de una variedad de Phaseolus vulgaris L. de hábito indeterminado y ensayo preliminar para el estudio de las relaciones entre la fuente

- y la demanda de los fotosintatos. Tesis de Maestro en -- Ciencias. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.*
- FOGG, E. G. 1973. *El crecimiento de las plantas. Trad. Jorge -- Wright. Buenos Aires, EUDEBA, pp. 1-180.*
- FONT, Q. P. 1974. *Botánica pintoresca. Ed. Ramón Sopena, S.A. Barcelona. pp. 40-49.*
- FULLER, H. J., Z. B. CAROTHERS, W. W. PAYNE y M. K. BALBACH. 1974. *Botánica. Trad. por Carlos Gerhard Ottenwaelder. Ed. Interamericana. pp. 155-184.*
- GARCIA, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la -- República Mexicana). Universidad Nacional Autónoma de México. México, 246 p.*
- GREULACH, V. A. y J. E. ADAMS. 1970. *Las plantas. Versión española: Dr. Ramón Riva y Nava Esparza. Ed. Limusa. pp. 192-202.*
- HAYWARD, H. E. 1953. *Estructura de las plantas útiles. Versión española por Ovidio Nuñez. Editorial Acme, S. A. Buenos Aires, Argentina. pp. 64-94.*
- HORTON, R. F. y D. J. OSBORNE. 1967. *Senescence, abscission and*



- cellulase activity in Phaseolus vulgaris L. *Nature* Vol. 214. pp. 1086-1088.
- LEOPOLD, A. C. y P. E. KRIEDEMANN. 1975. *Plant growth and development*. Mc Graw-Hill Company. pp. 77-104.
- MAKSYMOWYCH, R. y A. B. MAKSYMOWYCH. 1982. *Petiole development and xilem differentiation in Xanthium represented by the plastochron index*. Villanova Pennsylvania. *American Journal of Botany*. Vol. 69, # 1, pp. 23-30.
- MIRANDA, C. S. 1966. *Identificación de las especies mexicanas y cultivadas del género Phaseolus*. Serie de Investigación # 8. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapíngo, México. 15 p.
- RAMIREZ, C. L. 1981. *Efecto del sulfato ferroso ( $FeSO_4$ ) sobre los componentes del rendimiento de una variedad de hábito semideterminado de frijol (Phaseolus vulgaris L.), creciendo en suelo alcalino*. Tesis Biólogo, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León.
- RAY, P. M. 1975. *La planta viviente*. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. Stanford University. Compañía Editorial Continental. pp. 71-99.
- SALISBURY, F. B. y C. W. ROSS. 1978. *Plant physiology*. Wadsworth

Publishing Company, Inc. Belmont, California. pp. 223-239.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS, SUBSECRETARIA DE AGRICULTURA Y OPERACION, DIRECCION GENERAL DE ECONOMIA - - AGRICOLA. 1980. *Información agropecuaria y forestal*, Departamento de Comunicación y Publicaciones. 84 p.

SIVORI, E. M., E. R. MONTALDI y O. H. CASO. 1980. *Fisiología vegetal*. Buenos Aires, Ed. Hemisferio Sur. pp. 391-406.

WEABER, R. J. 1976. *Regulares del crecimiento de las plantas en la agricultura*. Universidad de California. Davis. Trad. por Agustín Contin. Ed. Trillas. pp. 359-367.

VALLA, J. J. 1979. *Morfología de las plantas superiores*. Universidad de Buenos Aires. Editorial Hemisferio Sur. pp. - - 179-196.

A P E N D I C E

Cuadro 1. Desviación standard y coeficiente de variación (%), del peso foliar específico de los nudos 2 y 8 del tallo principal, del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides # 4".

	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7					
	$\sigma_{n-1}$	$\sigma_{n-1}$	$\sigma_{n-1}$	$\sigma_{n-1}$	$\sigma_{n-1}$	$\sigma_{n-1}$	$\sigma_{n-1}$					
	c.v.	c.v.	c.v.	c.v.	c.v.	c.v.	c.v.					
N-2	.398	67.6	.527	90.2	1.106	117.3	.142	25.1	1.207	112.8	.143	31.6
N-8					.080	18.8	0.089	15.7	.176	32.1		

M = Muestreo

$\sigma_{n-1}$  = Desviación standard

c.v. = Coeficiente de variación

Cuadro 2. Desviación standard y coeficiente de variación (%), del peso foliar específico de los nudos 2, 8, 9 y 10 del tallo principal, del genotipo "Jamapa".

	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7							
	c.v.	c.v.	c.v.	c.v.	c.v.	c.v.	c.v.							
	$\sigma_{n-1}$	$\sigma_{n-1}$	$\sigma_{n-1}$	$\sigma_{n-1}$	$\sigma_{n-1}$	$\sigma_{n-1}$	$\sigma_{n-1}$							
N-2	.047	10.1	.205	49.8	.095	18.2	.233	40.4	1.34	71.4	.004	.99	.135	42.9
N-8					.226	45.0	.253	49.1	.021	3.9	.052	8.9		
N-9					.164	32.0	.096	18	.066	11.2				
N-10					.078	16.7	.072	14	.087	16.3				

M = Muestreo

$\sigma_{n-1}$  = Desviación standard

c.v. = Coeficiente de variación

Cuadro 3. Desviación standard y coeficiente de variación (%), del peso foliar específico de los nudos 2, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 del tallo principal del genotipo "Pinto Americano".

	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7							
$\sigma_{n-1}$	c.v.	$\sigma_{n-1}$	c.v.	$\sigma_{n-1}$	c.v.	$\sigma_{n-1}$	c.v.							
N-2	.024	4.18	.101	19.73	.069	12.77	.079	11.01	.196	32.03	1.86	149.0	.325	46.60
N-7			.604	19.48	.141	23.79	.207	31.77	.062	9.90	.846	63.01		
N-8				.056	9.25	.061	9.69	.208	30.85	.223	28.0			
N-9				.046	7.61	.086	7.11	.191	42.85	.277	42.41			
N-10				2.19	115.6	.060	12.51	.063	12.21					
N-11					.149	39.49	.030	6.24	.163	21.47				
N-12					.083	18.16	.037	7.41	.046	6.18				

M = Muestreo

$\sigma_{n-1}$  = Desviación standard

c.v. = Coeficiente de variación

Cuadro 4. Peso fresco, peso seco y porcentaje de humedad de las hojas de los nudos del tallo principal, durante el desarrollo del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides # 4".

	M-1		M-2		M-3		M-4		M-5		M-6						
	P.F.	P.H.	P.F.	P.S.	P.H.	P.F.	P.S.	P.H.	P.F.	P.S.	P.H.	P.F.	P.S.	P.H.			
N-2	.94	86.7	1.50	.148	90.1	1.54	.209	86.4	1.21	.209	82.7	1.43	.188	86.9	8.99	.808	91.0
N-3			1.17	.131	88.8	0.94	.157	83.3	1.56	.298	80.9	5.57	.714	87.2	10.4	1.47	85.9
N-4			0.56	.053	90.5	0.49	.098	80.1	1.42	.241	83.0	3.75	.569	84.8	5.44	0.67	87.7
N-5						0.58	.068	88.3	1.79	.245	86.3	4.14	.683	83.5	6.57	1.15	82.5
N-6									1.09	.190	82.6	3.21	.497	84.5	4.13	0.64	84.6
N-7									0.56	.076	86.5	2.68	.464	82.7	4.73	.542	88.5
N-8												1.82	.278	84.7	3.86	.416	89.2
N-9												1.02	.160	84.3	3.31	.302	90.9
N-10												0.40	.049	87.8	2.82	.179	93.6
N-11															1.42	.072	94.9

M = Muestreo

P.F. = Peso fresco

P.S. = Peso seco

P.H. = Porcentaje de humedad

Cuadro 5. Peso fresco, peso seco y porcentaje de humedad, de las hojas de los nudos del tallo principal, durante el desarrollo del genotipo "Jamapa".

	M-1		M-2		M-3		M-4		M-5		M-6							
	P.F.	P.H.	P.F.	P.S.	P.H.	P.F.	P.S.	P.H.	P.F.	P.S.	P.H.	P.F.	P.S.	P.H.				
N-2	1.03	.134	86.9	1.92	.183	90.4	1.35	.205	84.8	0.97	.163	83.2	1.41	.285	79.7	0.61	.044	92.8
N-3				1.53	.146	90.4	0.98	.148	84.9	1.56	.274	82.4	5.04	.815	83.8	6.05	.585	90.3
N-4				0.98	.085	91.3	0.88	.128	85.5	1.59	.285	82.1	2.84	.414	85.4	6.15	.413	93.3
N-5				0.69	.025	96.3	0.59	.078	86.8	2.54	.449	82.3	4.28	.615	84.8	4.00	.713	82.2
N-6										1.76	.276	84.2	4.29	.636	85.2	6.22	.574	90.8
N-7										1.63	.281	82.7	3.49	.520	85.1	5.05	.548	89.1
N-8										0.78	.095	87.8	2.74	.495	81.9	3.32	.346	89.6
N-9													1.74	.280	83.9	4.34	.317	92.7
N-10													0.81	.114	85.9	1.48	.119	91.9
N-11																0.85	.046	94.5

M = Muestreo

P.F. = Peso fresco

P.S. = Peso seco

P.H. = Porcentaje de humedad



Cuadro 6. *Peso fresco, peso seco y porcentaje de humedad, de las hojas de los nudos del tallo principal, durante el desarrollo del genotipo "Pinto Americano".*

	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6												
	P.F.	P.S.	P.H.	P.F.	P.S.	P.H.												
	P.F.	P.S.	P.H.	P.F.	P.S.	P.H.												
N-2	1.05	.138	86.9	1.60	.169	89.5	1.59	.250	84.2	1.17	.245	79.1	1.49	.216	85.5	1.92	.090	95.3
N-3		1.47	.111	92.5	1.07	.213	80.1	2.17	.411	81.1	2.16	.372	82.8	4.61	.316	93.1		
N-4		0.90	.073	91.8	0.82	.141	82.8	1.23	.247	79.9	2.74	.419	84.7	3.00	.398	86.7		
N-5		0.60	.038	93.7	0.96	.123	87.2	1.51	.236	84.4	1.87	.281	85.0	1.16	.335	71.1		
N-6			0.90	.059	93.4	1.48	.268	81.9	1.90	.309	83.7	1.15	1.86	83.8				
N-7				1.22	.217	82.2	1.75	.266	84.8	1.88	.193	89.7						
N-8				0.81	.146	82.0	1.52	.249	83.6	1.48	.179	87.9						
N-9				0.49	.092	81.2	1.76	.282	83.9	1.28	.142	88.9						
N-10				0.26	.055	78.9	1.48	.229	84.5	0.98	.158	83.8						
N-11							0.74	.106	85.6	0.30	.082	72.7						
N-12							0.46	.046	90.1									

M = Muestreo

P.F. = Peso fresco

P.S. = Peso seco

P.H. = Porcentaje de humedad

Cuadro 7. Cálculo del índice plastocrónico de vástago al momento de la floración, para los genotipos "Delicias 71 Selección Benavides # 4", "Jamapa" y "Pinto Americano"

Se consideró como longitud de referencia para cada genotipo, la mi tad de la longitud de su hoja de mayores dimensiones.

$$I.P.V. = n + \frac{\text{Loge (Long. n)} - \text{Loge (Long. de ref.)}}{\text{Loge (Long. n)} - \text{Loge (Long. n+1)}}$$

"Delicias 71 Selección Benavides # 4"

$$n = 6$$

$$\text{Long. n} = 10.75 \text{ cm.}$$

$$\text{Long. de referencia} = 7.5 \text{ cm.}$$

$$\text{Long. n+1} = 7.27 \text{ cm.}$$

$$I.P.V. = 6 + \frac{\text{Loge (10.75 cm.)} - \text{Loge (7.5 cm.)}}{\text{Loge (10.75 cm.)} - \text{Loge (7.27 cm.)}}$$

$$I.P.V. = 6.921 \text{ hojas.}$$

"Jamapa"

$$n = 6$$

$$\text{Long. n} = 13 \text{ cm.}$$

$$\text{Long. de referencia} = 8 \text{ cm.}$$

$$\text{Long. n + 1} = 7.68 \text{ cm.}$$

$$I.P.V. = 6 + \frac{\text{Loge (13 cm.)} - \text{Loge (8 cm.)}}{\text{Loge (13 cm.)} - \text{Loge (7.68 cm.)}}$$

$$I.P.V. = 6.924 \text{ hojas.}$$

"Pinto Americano"

$$n = 6$$

$$\text{Long. n} = 6.78 \text{ cm.}$$

$$\text{Long. de referencia} = 6 \text{ cm.}$$

$$\text{Long. n + 1} = 5.83 \text{ cm.}$$

$$I.P.V. = 6 + \frac{\text{Loge (6.78 cm.)} - \text{Loge (6 cm.)}}{\text{Loge (6.78 cm.)} - \text{Loge (5.83 cm.)}}$$

$$I.P.V. = 6.808 \text{ hojas.}$$

