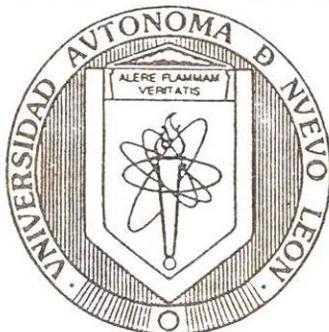


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



ESTUDIOS SOBRE EL CRECIMIENTO Y VALOR
NUTRITIVO DEL GIGANTON *Tithonia tubiformis*
(Jacq.) Cass.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

JORGE GEINER MORALES ALBORES

MARIN, M. L.

ENERO DE 1997

FA1
1997
C.5

205
5

FA1
1997
C.5

T
SB
• T
M6
C.



1080072023

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA**



**ESTUDIOS SOBRE EL CRECIMIENTO Y VALOR
NUTRITIVO DEL GIGANTON *Tithonia tubiformis*
(Jacq.) Cass.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

P R E S E N T A

JORGE GEINER MORALES ALBORES

MARIN, N. L.

ENERO DE 1997

5357

12668

X
SB205
ITS
M6

040.633
FAJ
1997
C.5



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA

T E S I S

ESTUDIOS SOBRE EL CRECIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO DEL
GIGANTON *Tithonia tubiformis* (Jacq.) Cass.

Elaborada por:

Jorge Geiner Morales Albores

Aceptada y aprobada como requisito
parcial para obtener el titulo de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

COMITE SUPERVISOR DE TESIS



ING. Cesáreo Guzmán Flores

Asesor principal



Ph.D. Sergio Puente Tristán

Coasesor



Ph.D. Erasmo Gutiérrez Ornelas

Coasesor



BIOL. Sergio Rodríguez Tijerina

Coasesor

**El que tiene en poco la disciplina menosprecia su alma; Mas el que
escucha la corrección tiene entendimiento, proverbios 15:32**

**Soy un hombre, un ser que piensa, capaz de encarar y de estudiar todos
los problemas; diciendo el bien y el mal, lo real y lo falso, comprendo la belleza;
mi inteligencia es tan amplia, tan lúcida como la de los hombres que me rodean;
mi razón vale tanto como la suya, tengo la suficiente iniciativa y persistencia para
dirigir mis asuntos con éxito, por lo tanto no tengo necesidad de amos, y puedo
luchar con ventaja contra aquellos que querrían subordinar mis esfuerzos y
servirse de ellos en beneficio propio**

Mensaje de reflexión

DEDICATORIA

A MI PADRE

Dios, por darme la oportunidad de culminar una etapa más de mi vida.

A MIS PADRES

Sr. Leonardo Morales Moreno

Sra. Petrona Albores de Morales

Por todo su amor y comprensión que me han dado, a quienes yo admiro y respeto mucho.

A MIS HERMANOS

Oneida

Herman

Rosmery

Emir

Ma. del Rosario

Villerman

Carlos Mario

Rigoberto

Por el apoyo incondicional que me han brindado y por depositar su confianza en mi.

A MIS SOBRINOS

Deisy Mireli

Aura Patricia

Manuel de Jesús

Verónica

Brenda

Sergio

Araceli

Eric

Lupita

Gabriela

Oneida

Ana luci

Carlos

Por el gran cariño que me brindan a cada uno de ellos.

A MIS FAMILIARES

Por el apoyo moral que siempre me han brindado.

AGRADECIMIENTO

A MIS ASESORES

ING. Cesáreo Guzmán Flores

por el gran interés y apoyo que siempre mostró en la dirección y realización de este trabajo y por todos los consejos que para mí siempre me serán útiles, gracias.

Ph.D. Sergio Puente Tristán

Por su gran motivación que siempre me ha brindado y dirección en la realización de este trabajo y por todos los consejos que siempre fueron y me serán útiles, gracias.

Ph.D. Erasmo Gutiérrez Ornelas

Biol. Gerardo Sergio Rodríguez Tigerina

Por su valiosa cooperación y dirección en la realización de este trabajo.

Lic. Maria de la luz González López

Por todo su apoyo que brindo y sus buenos consejos.

A MI ESCUELA

A la Facultad de Agronomía de U.A.N.L que me permitió realizar mis estudios a nivel licenciatura

A MIS MAESTROS

A ellos, que brindaron su enseñanza para superarme día con día.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Con quienes comparti los momentos difíciles y de alegría durante toda la carrera.

A TODO EL PERSONAL DE LA BIBLIOTECA

Que me dió todas las facilidades en cuanto a prestamo de libros se refiere

A DON ARTURO, DOÑA TERE Y MALENA

Gracias su apoyo durante mi estancia en la FAUANL

Y A TODAS LAS PERSONAS QUE DE ALGUNA MANERA
INTERVINIERON EN EL DESARROLLO Y CULMINACIÓN DE MI
CARRERA PROFESIONAL.

BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L

CONTENIDO

Capítulo	Página
PORTADA	I
APROBACION DE TESIS	ii
MENSAJE.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS	vi
CONTENIDO	viii
INDICE DE CUADROS.....	xi
INDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xv
1. INTRODUCCION	1
2. LITERATURA REVISADA	2
2.1. Taxonomía y nombre común:	2
2.2. Características morfológicas, según Rzedowski (1985).	2
2.2.1. Tallo.	2
2.2.2. Hoja.....	3
2.2.3. Inflorescencia.....	3
2.2.4. Fruto.....	3
2.3. Antecedentes del gigantón.....	4

3. MATERIALES Y METODOS.....	8
3.1. Ubicación del experimento.....	8
3.2. Condiciones ambientales.....	8
3.3. Descripción del suelo del sitio experimental.....	10
3.4. Especie bajo estudio.....	10
3.5. Variables estudiadas.....	11
3.5.1. Variables Morfológicas.....	11
3.5.1.1. Altura de planta.....	11
3.5.1.2. Nudos por planta.....	11
3.5.1.3. Morfología de la hoja.....	12
3.5.2. Variables Fisiológicas.....	13
3.5.2.1. Materia seca.....	13
3.5.3. Fenología.....	14
3.6. Análisis proximal y componentes fibrosos.....	14
3.7. Digestibilidad.....	15
4. RESULTADOS.....	17
4.1. Variables Morfológicas.....	17
4.1.1. Tallo.....	17
4.1.1.1. Altura la planta.....	17
4.1.1.2. Nudos por planta.....	19
4.1.1.3. Otras observaciones sobre la morfología del tallo.....	19
4.1.2. Morfología de la hoja.....	21
4.2. Variables Fisiológicas.....	22
4.2.1. Materia Seca.....	22
4.3. Fenología.....	23

4.4. Análisis proximal y componentes fibrosos	24
4.5. Digestibilidad.	25
4.6. Otras observaciones.	26
5. DISCUSION.....	27
6. CONCLUSION.....	30
7. LITERATURA CITADA.....	31
8. APENDICE	34

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro 1. Producción de materia verde y seca, y proteína por planta y por hectárea del girasol, bajo catorce tratamientos de fertilización en la región de Marín, N. L. Datos obtenidos de González (1982).	6
Cuadro 2. Resultados del análisis químico del tajonal bajo cinco formas (tratamiento) de ensilaje. Datos tomados de Chel y Guerrero (1982).	7
Cuadro 3. Resultados del análisis proximal y componentes fibrosos que se presentan en el primero y en el segundo muestreo (campo y macetas) durante el estudio del gigantón.	24
Cuadro 4. Resultados de digestibilidad del primero y el segundo muestreo (campo y macetas) durante el estudio del gigantón.	25
Cuadro 5. Resultados de producción de forraje a nivel de campo en base a Materia Verde y Materia Seca.	26

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Precipitación por día y Temperaturas máximas y mínimas diarias. Se indican las fechas de siembra y cosecha del experimento con <i>Tithonia tubiformis</i> , Marín, N. L.....	9
Figura 2. Altura de la planta, durante el ciclo de cultivo del "gigantón" Se indican las fechas de siembra, emergencia y el momento sugerido en que se debe cosechar el forraje, de acuerdo con los análisis proximal y componentes fibrosos y de digestibilidad	18
Figura 3. Cantidad de nudos por planta durante los primeros 79 días de cultivo del "gigantón", se indican las fechas de siembra, emergencia y el momento sugerido en que se debe cosechar el forraje, de acuerdo con los análisis proximal y componentes fibroso	20
Figura 4. Formas de las hojas observadas en plantas creciendo durante los primeros 30 días después de la siembra.	21
Figura 5. Se presentan los eventos fenológicos del cultivo.	23

RESUMEN

México posee una gran fitodiversidad, sin embargo es insignificante el número de especies nativas domesticadas como plantas forrajeras. Esto apunta a la necesidad de realizar estudios tendientes a identificar y evaluar aquellas plantas que puedan ser una alternativa para resolver en nuestro país el problema que representa el suministro de forraje de alta calidad, sobre todo para los animales estabulados. Este caso se hace crítico en las zonas bajas de la planicie costera de México, en donde no se cultivan especies forrajeras de calidad como la alfalfa y el trébol.

Con el marco precedente el presente trabajo planteó como objetivo evaluar si el "gigantón" (*Tithonia tubiformis*) tiene características para su domesticación y explotación intensiva como planta forrajera. Para lo anterior se realizó una siembra en condiciones de riego durante el ciclo de verano-otoño de 1995. El germoplasma utilizado provino de una colecta de semilla silvestre realizada en Linares, N.L. La densidad de siembra fue de 20 cm entre planta y de 80 cm entre surcos.

Entre los resultados sobresalientes tenemos que la duración del ciclo biológico fue de 79 días, aunque el intervalo siembra-corte para forraje fue de 64 días. La altura de la planta fue de 132 cm. El peso seco por planta al momento del corte fue de 33 g, lo cual representaría 2.1 toneladas por hectárea. El análisis proximal y componentes fibrosos indicó: Materia Seca (M.S.) = 13.5 %, Cenizas =

4.07 %, Proteína = 19.5 %, Acido Fibra Detergente (FDA) = 24.07%, Ácido Neutro Detergente (FDN) = 32.56 %, y Digestibilidad *in vitro* = 58.37 %.

Los resultados indican que el "gigantón" es una planta con características morfogénicas y bromatológicas que harían posible su cultivo bajo un sistema de explotación intensivo. Asimismo, debido a que es una planta con un alto porcentaje de entrecruzamiento, se observó una alta variabilidad fenotípica, lo cual permite la oportunidad de seleccionar aquellas plantas cuyas características nos permitan altas producciones forrajeras.

ABSTRACT

Mexico is a country that has a large phytodiversity, however the number of domesticated native species as a source of forage is insignificant. This take us to the necessity to develop studies focussed to identify and to evaluate those plants that could be an alternative in solving the problem of high quality forage supply in our country, specially for confined animals. This can be critic in low areas at the coastal plains of Mexico, where there is not quality forage species been cultivated, as alfalfa or clover.

Taking in account the former picture, the present study was stablished with the objective to evaluate if the "gigantón" shrub (Tithonia tubiformis) has characteristics that allows domestication and it's intensive use as a forage. In order to achieve this objective, an experiment was carried out in irrigated conditions, through the summer-fall season in 1995. The germoplasm used in the experiment, was from wild seed, colected in Linares, N.L. The density of seeding was 20 cm between platns and 80 cm between rows.

Among the overstanding results it was observed that the length of the biological cycle had 79 days, although the period of between time of seeding to crop harvest for forage was 64 days. The heigth of the plant was 132 cm. Dry weight per plant at harvest crop was 33g, representing 2.1 t ha^{-1} . The results of the proximate analysis and fiber compounds are: Dry matter (MS)= 13.5%, Ashes=

4.07%, crude protein= 19.5%, detergent acid fiber (DAF)= 24.07%, detergent neutral fiber (DNF)= 32.56% and digestibility *in vitro* = 58.37%.

This results indicate that "gigantón" is a plant that possess morfogenical and bromatological characteristics that make possible its cultivation under intensive operation systems. Likewise, due to its high percentage of intercrossing, it was observed a high phenotypical variability, what allows selection of those plants which characteristics will permit greater forage production.

1. INTRODUCCION

México tiene una gran diversidad de especies domesticadas nativas entre las cuales se tienen de importancia mundial al maíz, el frijol y el tomate; sin embargo, casi son inexistente las especies domesticadas con fines forrajeros, no obstante que muchas de las plantas silvestres son colectadas por los productores para alimentar al ganado.

En la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León se han estado efectuando estudios sobre plantas nativas con potencial forrajero, especialmente de la familia de las leguminosas (Fabaceae), entre las que sobresale Desmanthus virgatus (Martínez, 1991 y Zamora, 1996). Sin embargo, es necesario estudiar otros grupos de plantas nativas que pudieran ser explotadas con fines forrajeros.

En el marco anterior se inició el estudio del "gigantón", Tithonia tubiformis (Jacq.) Cass., debido a que observaciones de campo, indicaron que los productores la cosechan de poblaciones silvestres para alimentar al ganado en la región centro-oriente del Estado de Nuevo León.

Por lo anterior, el presente trabajo es una contribución a la búsqueda de plantas nativas que pueden ser una alternativa para la producción de forraje en el noreste de México; por consiguiente el objetivo fue:

- 1 Evaluar si el gigantón presenta características favorables para su domesticación con fines forrajeros.

2. LITERATURA REVISADA

2.1. Taxonomía y nombre común:

Familia:	Compositae
Subfamilia:	Tubuliflorae
Tribu:	Helianthae
Género:	Tithonia
Especie:	tubiformis
Nombre Científico:	<u>Tithonia tubiformis</u>

En el norte de la república (Chihuahua y Nuevo León) esta planta se conoce como "gigantón", en el Valle de México se le nombra "acahuale" y en Centro América, principalmente Salvador y Honduras, a esta compuesta le nombran "girasol".

2.2. Características morfológicas, según Rzedowski (1985).

Es una planta anual, erecta, por lo general muy robusta que llega alcanzar hasta 4m de altura.

2.2.1. Tallo.

El tallo es más o menos ramificado, densamente hispido-piloso, con los pelos patentes a glabrescentes.

2.2.2. Hoja.

Sus hojas son alternas, con pecíolos de 1.5cm de largo, láminas ovadas a triangular-ovadas (las superiores a menudo lanceoladas), hasta 25cm de largo y 17cm de ancho, ápice acuminado, margen crenado-aserrado, base a menudo truncada o subcornada, pero decurrente sobre el pecíolo, hispido pilosas y verde oscuras en el haz, mucho más densamente pubescentes y más pálidas en el envés, sobre todo en la juventud.

2.2.3. Inflorescencia.

La inflorescencia es un capítulo, las flores son liguladas de 11 a 20, sus corolas amarillas o anaranjadas de 5 a 7mm de largo, las láminas elípticas, hasta de 5cm de largo, flores del disco (30) 60 a 200, el tubo de 0.5mm, el involucre anchamente campanulado, sus brácteas de 15 a 25, de largo subigual o algo desigual, oblongas o lanceoladas, de 1.5 a 3cm de largo, hispido y pilosas, receptáculo convexo a hemisférico, paleas ovadas, de 10 a 18mm de largo, cúspidas y arístidas y a menudo oscuras en el ápice; cabezuelas solitarias o agrupadas por varias en el extremo de las ramas, sobre todo pedúnculos fistulosos, ensanchados y cubiertos por pubescencia larga y densamente hacia su extremo, hasta 45cm de largo.

2.2.4. Fruto.

Es un aquenio oblongo-cuneado grueso, de 4 a 6mm de largo, pálido, vilano 2 aristas anchas, desiguales, hasta 3.5mm de largo, y 12 a 14 escamas

desiguales, lacerado-fimbriadas, 0.3 a 1.2mm de largo, y a veces las aristas faltan, no tiene pubescencia.

2.3. Antecedentes del gigantón.

Existen diversos estudios sobre las compuestas, algunos de ellos son en relación a las especies que se comportan como arvenses. Este tipo de estudio nos provee información sobre el comportamiento de dichas especies en terrenos cultivados; por ejemplo, podemos mencionar a Simsia amplexicaulis (Rodríguez, 1990), Helianthus annuus (Villarreal, 1971) y Tithonia tubiformis (Rzedowski, 1985).

Rzedowski (1985) menciona que en algunos cultivos, principalmente en el maíz (Zea mays), las plantas más características conocidas como arvenses son compuestas: Simsia amplexicaulis, Tithonia tubiformis y Bidens pilosa. De las dos primeras Rodríguez y Urzúa (1990) realizaron estudios para su combate como arvenses.

Además, otros estudios que encontramos versan sobre compuestas con potencial forrajero, entre éstas sobresalen los estudios con Helianthus annuus (González, 1982), y algunas especies del género Viguiera (Chel y Guerrero, 1982; Genin y Piojan, 1993).

En el caso del "gigantón" no encontramos en la literatura antecedentes que ubiquen esta especie como una planta forrajera. Sin embargo, observaciones de campo en la región centro-oriente del Estado de Nuevo León indican que es

cosechada de poblaciones silvestres para alimentar al ganado (Comunicación personal del Ph.D. Sergio Puente Tristán y estudiantes de la FAUANL avicinados de la región).

Los estudios realizados con compuestas como plantas forrajeras coinciden en que éstas presentan alta calidad forrajera, de acuerdo a los análisis proximal y componentes fibrosos y de digestibilidad, tal como se presenta en los siguientes párrafos.

En el caso del girasol, del cual se conoce su potencial forrajero en la misma región en donde se efectuó el presente estudio, los trabajos de González (1982) indican producciones de Materia Verde de 31.4 ton/ha y materia seca de 4.9 ton/ha; en el caso de los análisis proximal y componentes fibrosos se encontró hasta un 22% de proteína. Los resultados anteriores se presentan en el cuadro 1.

Los estudios sobre el "tajonal" (Viguiera dentata) indican que es una planta con potencial forrajero factible de ensilarse (Chel y Guerrero, 1982) y un contenido de 21% de proteína. En el cuadro 2 se presentan los resultados de análisis químico del "tajonal" ensilado, lo cual nos ilustra la calidad forrajera de esta compuesta.

En otros trabajos sobre las compuestas, los estudios con Viguiera anua y V. multiflora, indican que estas compuestas pueden acumular sustancias tóxicas al ganado solo en suelos fuertemente contaminados por excretas de animales que acuden alrededor de tanques de aguas pantanosas o saladas (Williams, 1989).

En conjunto los estudios realizados sobre las compuestas como plantas forrajeras, citados en párrafos anteriores coinciden en que éstas presentan alta calidad forrajera ya que el contenido de proteína se puede encontrar alrededor de 18.2%.

Cuadro 1. Producción de materia verde y seca, y proteína por planta y por hectárea del girasol, bajo catorce tratamientos de fertilización en la región de Marín, N. L. Datos obtenidos de González (1982).

Tratamiento	(ton/ha) Materia verde	(ton/ha) Materia seca	% de Proteína en base seca	(kg/ha) Proteína
1	26.766	4.295	10.32	443.26
2	35.500	5.502	14.47	796.21
3	37.813	5.753	20.35	1170.74
4	36.953	5.601	21.96	1230.12
5	28.594	4.546	12.78	581.04
6	31.844	5.095	14.90	759.16
7	34.625	5.393	15.79	851.62
8	26.102	4.228	13.67	578.04
9	29.641	4.890	17.18	840.23
10	34.750	5.486	14.58	799.89
11	32.969	5.275	13.43	708.44
12	26.172	4.247	16.50	700.87
13	30.453	4.872	14.40	701.64
14	27.938	4.409	16.77	715.27

Cuadro 2. Resultados del análisis químico del tajonal bajo cinco formas (tratamiento) de ensilaje. Datos tomados de Chel y Guerrero (1982).

Parámetro	Sin aditivos	+ 5 % de melaza	+ 2 % de ácido formaldehído	+ 2 % de ácido fórmico
pH	5.8 ± 0.2 ^a	3.5 ± 0.19 ^c	5.6 ± 0.17 ^a	5.1 ± 1.00 ^a
Humedad (%)	77.8 ± 4.46 ^a	70.0 ± 2.12 ^c	77.9 ± 2.75 ^a	72.0 ± 2.50 ^{b,c}
* N ₂ amoniacal	1.5 ± 0.92 ^a	0.1 ± 0.0 ^c	0.7 ± 0.43 ^b	0.4 ± 0.30 ^{b,c}
** Acidez total	0 ± 0.00 ^a	6.5 ± 0.73 ^c	0.7 ± 45 ^b	1.9 ± 1.40 ^b
* Acido láctico	1.9 ± 0.32 ^a	4.8 ± 0.18 ^c		
* FDN	60.7 ± 0.85 ^a	51.13 ± 0.85 ^c	60.7 ± 1.34 ^a	61.1 ± 2.90 ^a

* Expresado en % base seca

** Expresado en % base húmeda

Cifras con diferente literal indican diferencia estadística a-b (P < 0.05)

a-c (P < 0.01)

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación del experimento.

El presente estudio se realizó en el ciclo de verano-otoño en el municipio de Marín, Nuevo León, en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Las coordenadas geográficas del municipio son 25° 53' de latitud norte y 100° 3' de longitud oeste; su elevación es de 375 msnm.

3.2. Condiciones ambientales.

El clima que más predomina en la región, según la clasificación de Köppen modificado por García (1973), es de tipo semiárido Bs (h') hX' (e'). Con temperatura media anual de 24° C, las temperaturas más bajas son en Diciembre-Enero las cuales son menores de 10° C y las temperaturas más calientes, hasta de 40° C, se reportan en los meses de Julio-Agosto.

La precipitación y las temperaturas máximas y mínimas durante el experimento se presentan en la figura 1.

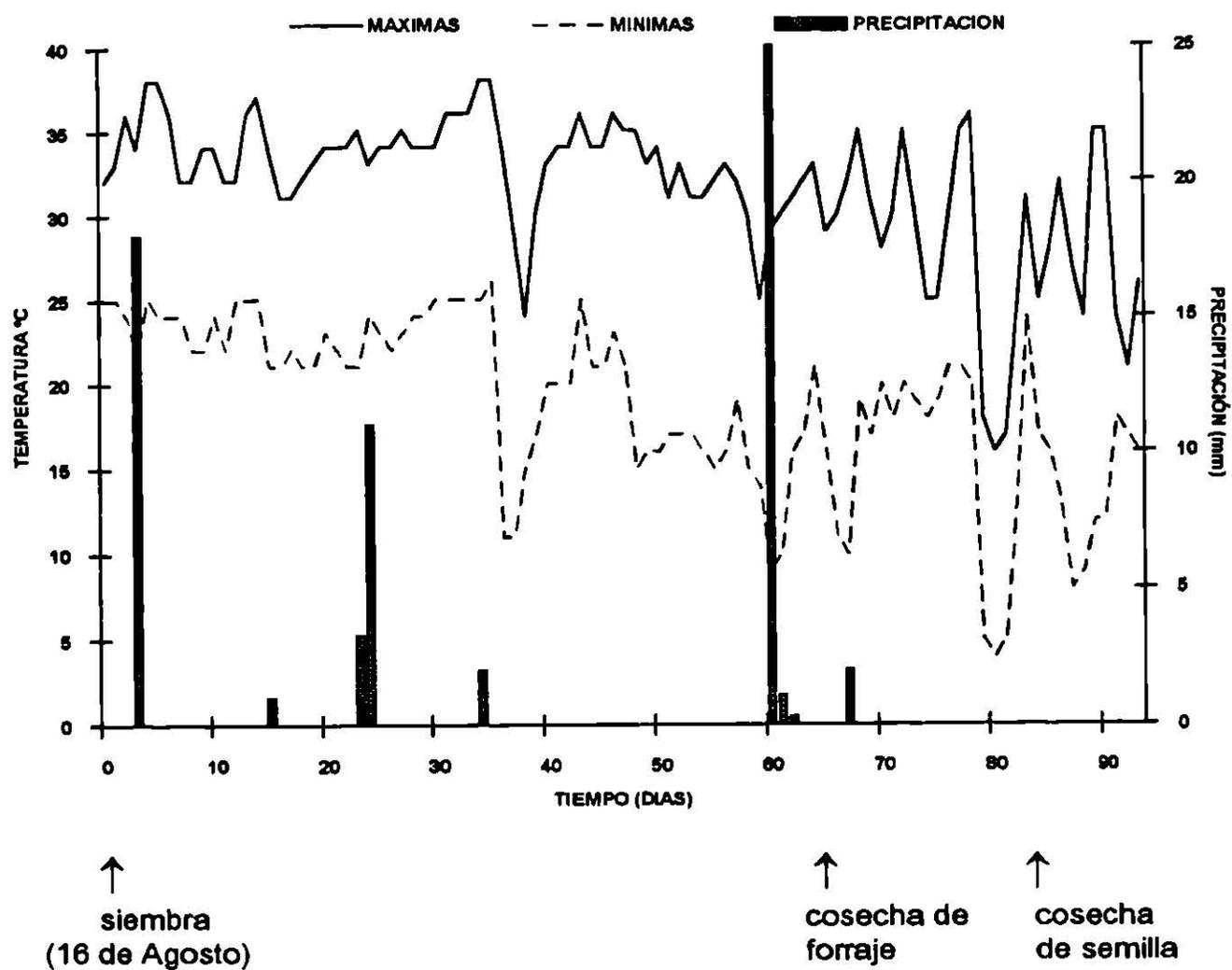


Figura1. Precipitación por día y Temperaturas máximas y mínimas diarias. Se indican las fechas de siembra y cosecha del experimento con *Tithonia tubiformis*, Marín, N. L.

3.3. Descripción del suelo del sitio experimental.

El suelo que se registra en los terrenos del campo experimental de la FAUANL es de tipo arcilloso arenoso y migajón arcilloso, mientras que el pH es muy variable, con un rango de 7.6 hasta 8.3, según los muestreos que se han registrado en el Laboratorio de Aguas y Suelos de la FAUANL.

3.4. Especie bajo estudio.

Se estudió Tithonia tubiformis (Jacq) Cass. cuya semilla fue colectada de una población silvestre en el municipio de Linares, Nuevo León. En el momento de realizarse dicha colecta, las plantas eran cosechadas por un productor con el fin de alimentar ganado bovino. La semilla se almacenó 223 días previamente a la siembra.

Antes de la siembra se exploró si la semilla presentaba latencia; para esto se realizaron pruebas de germinación en cajas de petri, con diferentes tratamientos de agobio hídrico. Esto se hizo variando el riego en cada tratamiento (con 5 repeticiones). En estas pruebas se concluyó que el número de semillas que no germinaron (20%) era irrelevante, por lo que se decidió proseguir el presente estudio

La siembra se dividió en dos etapas. En la primera se realizó una siembra de 40 macetas (una planta por maceta) en las cuales se realizaron estudios de orden fenológico y morfológico. Esta siembra se realizó bajo una cubierta de malla antigranizo.

Las macetas contenían 15kg de suelo y a las cuales se les estuvo regando periódicamente.

En la segunda etapa la siembra se realizó en surcos, distantes entre ellos 80cm. Las semillas se colocaron en el lomo del surco a una distancia de 20cm.

El riego fue por inundación; la frecuencia del riego fue de tal manera que la planta estuviera permanentemente en condiciones favorables de humedad.

3.5. Variables estudiadas.

Para la estimación de las variables se realizaron muestreos destructivos y también observaciones directas sin destruir las plantas.

3.5.1. Variables Morfológicas.

3.5.1.1. Altura de planta.

Se consideró altura a la distancia entre el nivel del suelo hasta la parte de la planta más distante de éste. Se estimó sumando las alturas de 13 plantas seleccionadas al azar y dividiendo el valor entre dicho número de plantas.

3.5.1.2. Nudos por planta.

Es la suma de nudos que presentó el tallo principal, las ramas secundarias, terciarias, etc.

3.5.1.3. Morfología de la hoja.

En catorce plantas (79 días después de la siembra) se midió el área de las hojas que alcanzaron menor y mayor tamaño. Para esto se utilizó el método gravimétrico, el cual se describe en seguida:

1) A una hoja de papel de máquina midieron sus dimensiones de largo y ancho, se pesó para obtener su peso X.

2) Se dibujaron sobre el papel las hojas de las plantas que se determinó el área foliar, recortamos los dibujos en su contorno y pesamos para obtener su peso Y.

3) Con la siguiente ecuación se obtuvo el área foliar (A.F.) de las hojas dibujadas

$$1\text{dm}^2 - X \text{ g}$$

$$A.F - Y \text{ g}$$

$$\frac{[Y\text{g}] [1\text{dm}^2]}{X \text{ g}} = A.F. \text{ de las hojas}$$

3.5.2. Variables Fisiológicas.

3.5.2.1. Materia seca.

Se refiere al peso que presentó cada planta después de haber estado 48 horas en deshidratación en una estufa de secado de aire forzado a 70° C de temperatura. Para lo anterior las plantas fueron seleccionadas al azar durante cada muestreo, los cuales fueron a los 64 días para el primer muestreo y 79 días para el segundo muestreo, después de la siembra Cabe aclarar que el segundo muestreo, tanto en macetas como en surcos, se realizó con un 10% de floración (flores abiertas) Cuando las plantas eran muestreadas, cada una se cortaba en trozos y se introducía en una bolsa de papel previamente identificada para ser trasladada a la estufa.

Además, se calculó la Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) con la siguiente fórmula:

$$TCR = \frac{\log_e W_2 - \log_e W_1}{t_2 - t_1}$$

En donde:

W_1 = Peso seco de la planta al inicio de un período de crecimiento, el cual se definió arbitrariamente.

W_2 = Peso seco de la planta al final del período de crecimiento anterior

t_1 = Día en que se inició el período de crecimiento.

t_2 = Día en que finalizó el período de crecimiento.

La TCR también se calculó para la variable altura de planta. En este caso, en la ecuación anterior, la variable w_n correspondió a la altura de la planta y la t_n a los diferentes períodos en que se midió dicha variable.

3.5.3. Fenología.

Se registró la fecha de cada evento fenológico a nivel de campo como día de germinación, emergencia, crecimiento en altura, floración y maduración de semilla.

3.6. Análisis proximal y componentes fibrosos.

Para el análisis proximal y componentes fibrosos se utilizaron tallos y hojas de plantas de 64 días para el primer muestro y 79 días para el segundo muestreo. Para la determinación de materia seca se utilizaron crisoles de porcelana, pinzas, desecador, espátula, balanza analítica y estufa a una temperatura de 100-105° C, posteriormente se pasó a una mufla con una temperatura de 500-600° C, para la obtención de cenizas (minerales).

La determinación de proteína se realizó por el método de digestión y destilación macro-kjeldahl, utilizando matraz de balón de kjeldahl de 800ml, matraces erlenmeyer de 500ml, y bureta automática (AOAC, 1980).

Para la determinación de paredes celulares se utilizó el método de Fibra Neutro-Detergente (FND) (Van Soest, 1982), utilizando el aparato Labconco para la determinación de fibra cruda, vasos de Berzelius de 600ml, crisoles con filtro de vidrio, de tipo alto, con porosidad gruesa, matraz quitasato para filtrar y equipo para succión al vacío, y balanza analítica. Con los mismos materiales y métodos, pero usando diferentes reactivos, se determinó la Fibra Acido Detergente (FAD).

3.7. Digestibilidad.

Para la determinación de digestibilidad se utilizaron tallos y hojas a los 64 días de la siembra, para el primer muestreo y 79 días de la siembra para el segundo muestreo y se llevó a cabo por dos etapas: Biológica y Enzimática, utilizando la técnica de "Tiller y Terry" (1963). La primera etapa se realizó con un período de incubación de 48 horas con microorganismos del rumen en un medio buffer; para la segunda etapa se realizó la digestión con una mezcla de ácido clorhídrico-pepsina. Las cantidades, tanto de materia seca como de materia orgánica, desaparecieron después de haberse realizado las dos antes mencionadas, ya que se consideran como digeridas. Para esto se utilizaron los siguientes materiales:

- a) Tubos de centrifuga de 100ml, plásticos (nalgene) o vidrio sin boquilla.
- b) Tapones de hule para los tubos de incubación, para los cuales se usaron como válvula de escape agujas hipodérmicas delgadas.
- c) Soporte para los tubos de ensayo.

d) Bomba de vacío.

e) Baño María que da cabida a los tubos de centrifuga con sus respectivos tapones.

f) Medidor de pH.

g) Equipo adicional: balanza analítica, estufa para secado, horno incinerador, tanque con CO₂.

h) Beakers, termómetros, desecadores, cilindros graduados, lana de vidrio, pinzas, crisoles de porcelana, guantes de asbestos, pipetas, etc.

4. RESULTADOS

4.1 Variables Morfológicas

4.1.1. Tallo.

4.1.1.1. Altura la planta.

Al gráficar la variable altura de la planta en función del tiempo el resultado fue la típica curva sigmoide del crecimiento (Figura 2) Esta indica que a los 13 días después de la siembra la altura de las plantas fue de 4.4cm, en dicha gráfica se puede observar que a los 79 días las plantas alcanzaron una altura promedio de 130cm, aunque la misma gráfica nos indica que la altura aún no era la máxima puesto que la curva aún no presentaba la tercera etapa de detención del crecimiento; además, la Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) registrada fue de 1.8 % diario. Los resultados de altura de planta obtenidos en todos los muestreos se presentan en el cuadro 1A (Apéndice)

La velocidad de crecimiento estimada por la TCR presentó sus máximos valores durante los primeros 37 días, siendo el 20.8% el máximo valor, el cual se presentó entre los 23 y 27 días después de la siembra. En contraste, los valores de la TCR fueron menores al 10% después de los 37 días de la siembra, presentándose los mínimos de 1.5% entre los 41 y 44 días y 1.8% entre los 76 y 79 días después de la siembra. Los resultados de la altura de planta de todos los intervalos medidos se presentan en el apéndice.

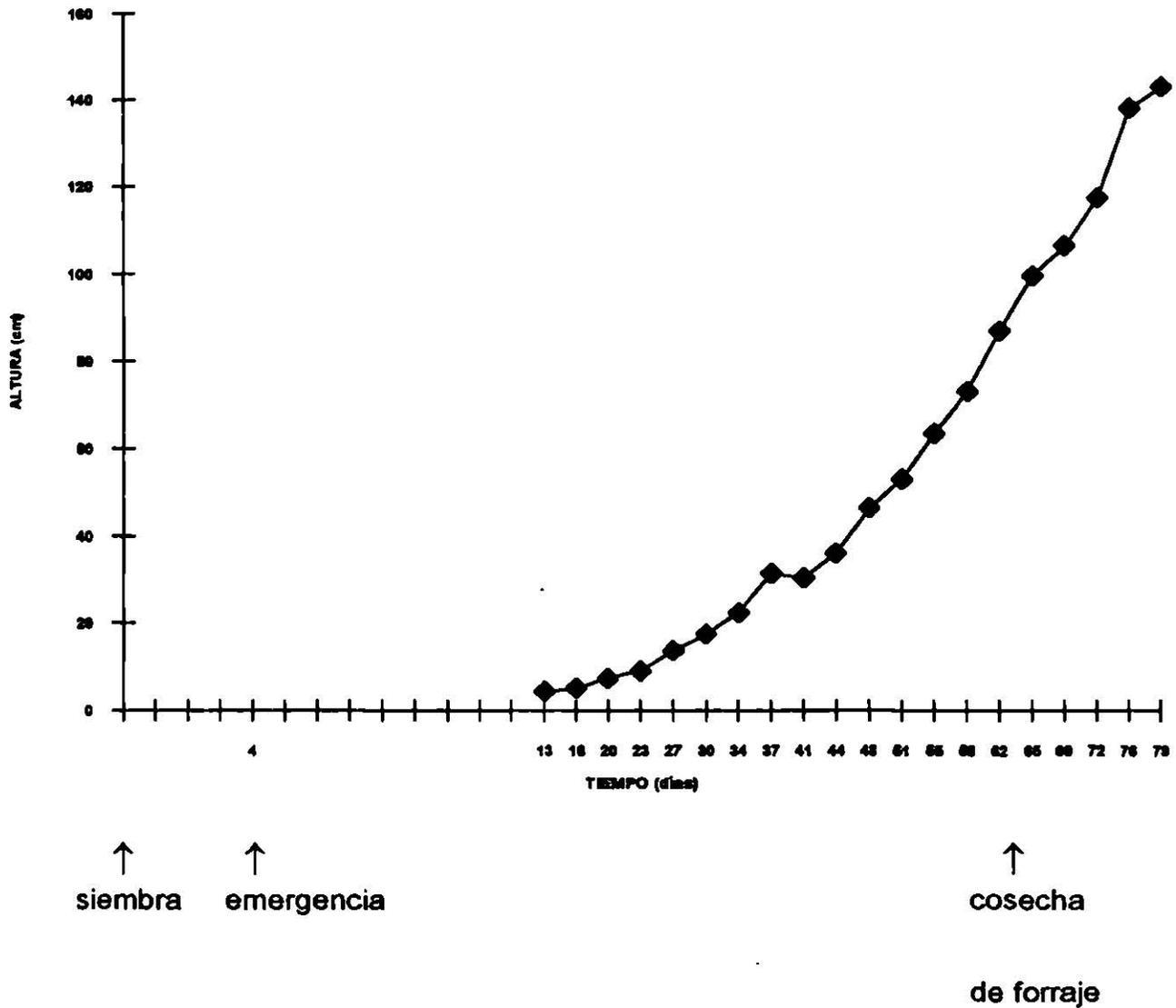


Figura 2. Altura de la planta, durante el ciclo de cultivo del "gigantón". Se indican las fechas de siembra, emergencia y el momento sugerido en que se debe cosechar el forraje, de acuerdo con los análisis proximal y componentes fibrosos y de digestibilidad.

4.1.1.2. Nudos por planta.

Al graficar el número de nudos por planta en función del tiempo la gráfica resultante tendió a representar la 1ª y 2ª etapa de la curva sigmoide del crecimiento (Figura 3), lo cual nos indica que la producción de nudos iba a continuar aún después del último muestreo realizado (79 días después de la siembra). En dicha gráfica se puede observar que, a los 13 días después de la siembra, las plantas presentaron 6 nudos, mientras que al momento del último muestreo, 79 días después de la siembra, el total de nudos por planta fue de 236

Los resultados del número de nudos por planta obtenidos en todos los muestreos se presentan en el cuadro 1A (Apéndice)

4.1.1.3. Otras observaciones sobre la morfología del tallo.

Aunque no se hicieron estudios cuantitativos de lo morfología del tallo, se observó en las plantas cultivadas en el campo una variación en la ramificación caulinar; algunas plantas presentaron el tallo principal dominante en el crecimiento, con escasa ramificación, es decir se presentó una dominancia apical acentuada. En otras plantas se presentaron ramificaciones abundantes, con dimensiones parecidas al del tallo principal.

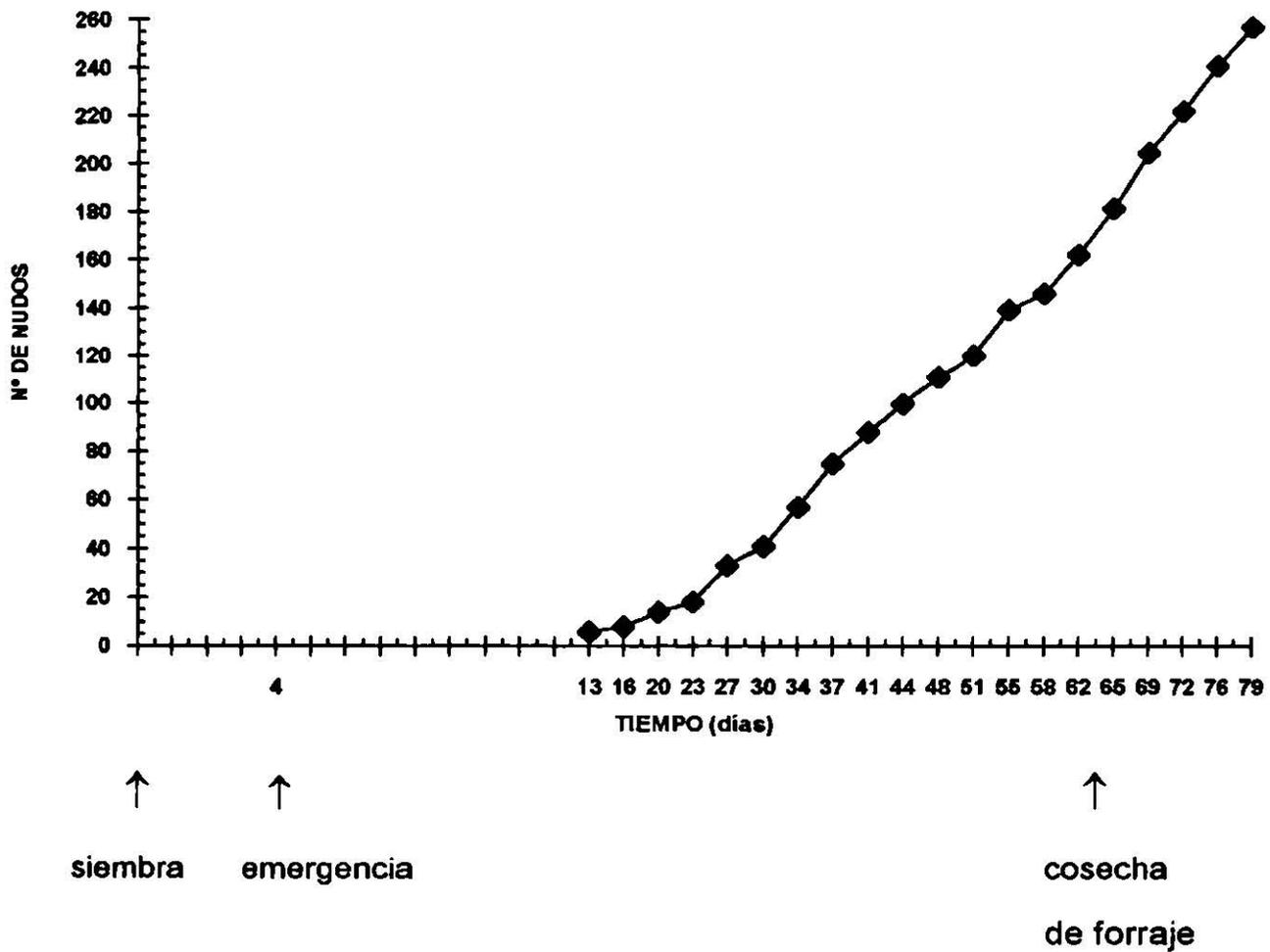


Figura 3. Cantidad de nudos por planta durante los primeros 79 días de cultivo del "gigantón", se indican las fechas de siembra, emergencia y el momento sugerido en que se debe cosechar el forraje, de acuerdo con los análisis proximal y componentes fibrosos y de digestibilidad.

4.1.2. Morfología de la hoja.

Básicamente se observaron dos formas cuando las hojas están en su máxima expansión; las primeras hojas formadas fueron ovado lanceoladas, mientras que a partir del cuarto nudo del tallo principal se presentó una forma abovada. Ambos tipos de hojas se presentan tanto en las plantas creciendo en las macetas como en el campo. Dichas hojas se ilustran en la figura 4.

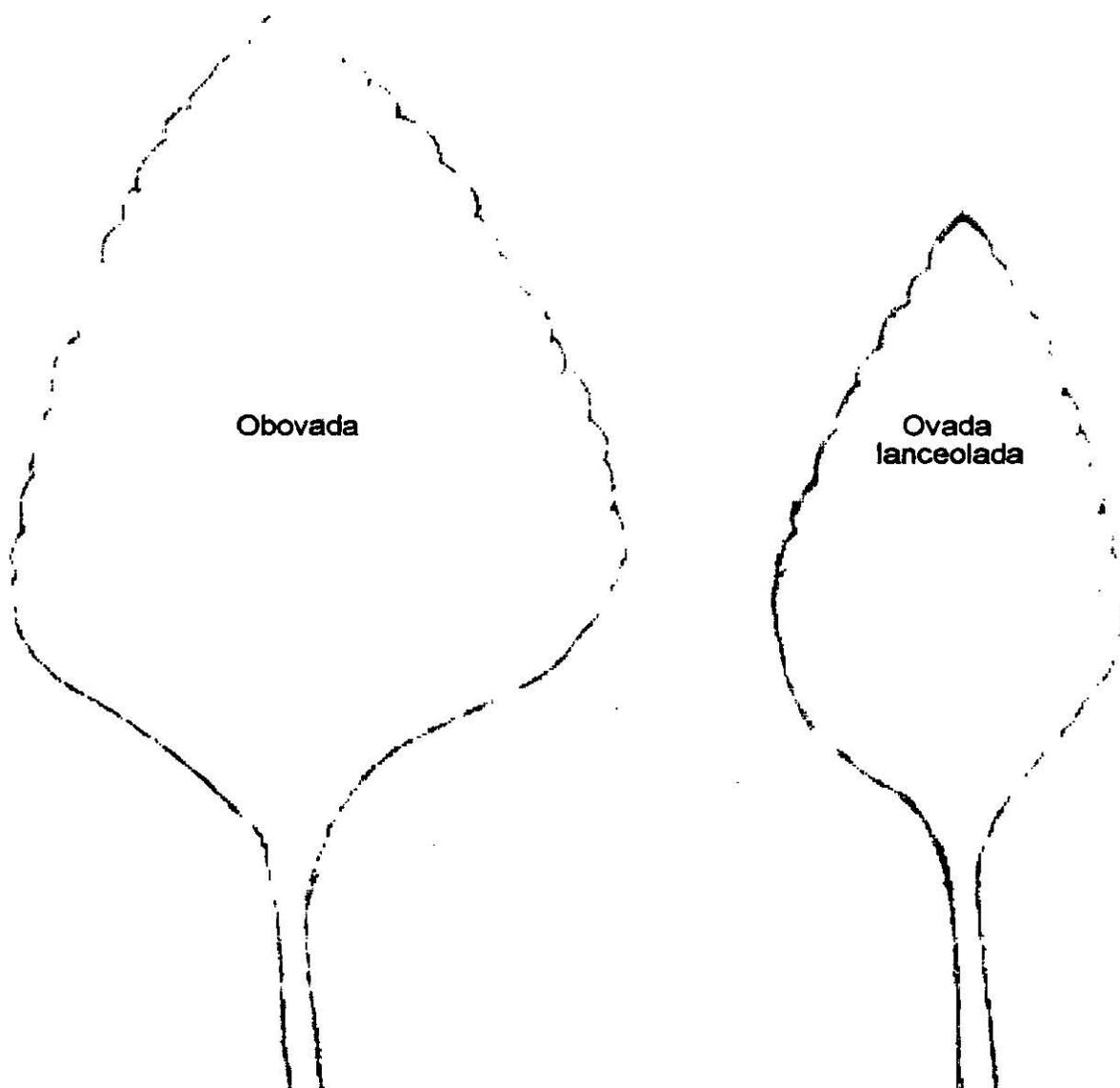


Figura 4. Formas de las hojas observadas en plantas creciendo durante los primeros 30 días después de la siembra.

Además, el tamaño de la hoja a los 79 días después de la siembra estuvo entre los 0.46dm^2 promedio para las hojas más pequeñas y 4.61dm^2 promedio para las hojas más grandes.

4.2. Variables Fisiológicas.

4.2.1. Materia Seca.

El porcentaje de materia seca fluctuó entre 7.5 y 10% en las plantas cultivadas en macetas, a los 64 días después de la siembra y 79 días después de la misma respectivamente.

En el caso de las plantas cultivadas en el campo el peso seco fluctuó entre 13.5 y 15%, a los 64 y 79 días después de la siembra respectivamente.

Por otra parte, a los 59 días después de la siembra el peso seco por planta fue de 16g en plantas cultivadas en macetas, dicho peso se incrementó a 43g a los 125 días después de la siembra.

En el caso de las plantas cultivadas en el campo, a los 64 días después de la siembra, el peso seco fue de 33g (primer muestreo); este valor fue superior a lo obtenido con las plantas creciendo en las macetas (16g); esto se debió a que estas últimas presentaron ahilamiento. Además, la TCR de las primeras que se presentó entre los 64 y 97 días después de la siembra fue de 1.9% diario, mientras en las macetas fue de 1.4% después de los 59 días de la siembra.

4.3. Fenología

Los principales eventos fenológicos durante el ciclo vegetativo del gigantón, se describen en la Figura 5.

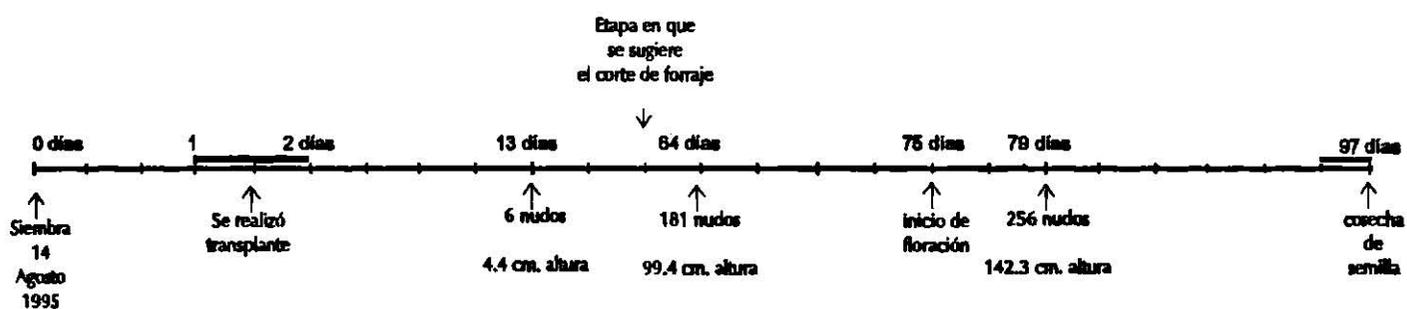


Figura 5. Se presentan los eventos fenológicos del cultivo

4.4. Análisis proximal y componentes fibrosos.

Dentro de los resultados más sobresalientes tenemos que el contenido de proteína fue de 19.5%, en el primer muestreo (a los 64 días después de la siembra), que es donde nosotros consideramos que se debe realizar la cosecha de forraje para el consumo del ganado bovino. Los resultados anteriores se presenta en el cuadro 3

Cuadro 3. Resultados del análisis próximo y componentes fibrosos que se presentan en el primero y en el segundo muestreo (campo y macetas) durante el estudio del gigantón.

M.	M.S.	C.	M.O.	P.C.	F.D.A.	F.N.D.
1º Campo	13.5%	4.07%	95.93%	19.51%	24.07%	32.56%
2º Campo	15.1%	3.43%	96.57%	11.32%	40.08%	46.73%
1º Maceta	07.5%	5.35%	94.65%	15.96%	29.24%	35.31%
2º Maceta	09.9%	6.56%	93.44%	05.90%	43.33%	48.14%

M. = Muestreo M.S. = Materia Seca C = Cenizas M.O. = Materia
Orgánica P.C. = Proteína Cruda F.D.A. = Fibra Detergente Acido
F.N.D. = Fibra Neutro Detergente

4.5. Digestibilidad.

Los resultados indican que el promedio de Digestibilidad de Materia Seca y de Materia Orgánica en las plantas que crecieron en campo fue de 58.37% y 71.31% respectivamente. En el caso de las plantas que crecieron en macetas la Digestibilidad de Materia Seca fue de 56.24% mientras que la Digestibilidad de Materia Orgánica fue de 64.35%, estos datos son similares comparándolos con los valores promedio para la alfalfa (según los registros encontrados en los archivos del Laboratorio de Bromatología de la FAUANL.). Los resultados se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Resultados de digestibilidad del primero y el segundo muestreo (campo y macetas) durante el estudio del gigantón.

M.	D.D.S	D. M. S.	D. M. O.
1º Campo	64 días	58.37%	71.31%
2º Campo	79 días	49.68%	60.56%
1º Macetas	54 días	56.24%	64.35%
2º Macetas	125 días	72.39%	82.43%

M.= Muestras D.D.S.= Días después de la Siembra D.M.S.= Digestibilidad de Materia Seca D.M.O.= Digestibilidad de Materia Orgánica.

Cuadro 5. Resultados de producción de forraje a nivel de campo en base a Materia Verde y Materia Seca.

Estado del forraje	Rendimiento
Materia Verde por Hectárea	15.3 ton
Materia Seca por Planta	33g
Materia seca por Hectárea	2.06 ton

4.6. Otras observaciones.

En la siembra que se realizó a nivel de maceta, cuando la planta tenía entre los 30 y 40 cm de altura, se presentó la enfermedad conocida como ahogamiento de tallo (*Phytophthora sp*) en el 50% de las plantas.

Por otra parte, se observó que las plantas en el campo no toleran las corrientes de aire ya que tienden a doblarse o acostarse, fenómeno que en la región comúnmente se le conoce como "acame".

5. DISCUSION

Los resultados sobre el crecimiento indican que el gigantón presenta altas tasas de crecimiento en comparación a lo que pudiera esperarse en una planta silvestre. Esto podría explicarse debido a que el gigantón se consigna como arvense (Rodríguez, 1990) y estas plantas en forma indirecta han sido seleccionadas por la presión de selección del hombre en su intento de eliminarlas en los cultivos, provocando que los individuos con una mayor tasa de crecimiento sean los que sobrevivan.

Lo anterior sugiere que el gigantón no requiere de un largo período de tiempo para domesticarlo y obtener plantas con una alta velocidad de crecimiento, necesaria para una explotación intensiva. Además, debido a que dicha especie es una planta entomófila con un alto porcentaje de entrecruzamiento (Comunicación personal del Ing. Cesáreo Guzmán Flores), se observó una alta variabilidad fenotípica, lo cual permite la oportunidad de seleccionar aquellas plantas cuyas características nos permitan altas producciones forrajeras.

Relacionado con lo anterior, la producción de Materia Seca del gigantón, 2.1 ton/ha en 64 días, es comparable con otras especies forrajeras de la zona como el "Buffel" (Cenchrus ciliaris L.) con un rendimiento de 8 ton/ha/corte bajo riego considerando de 5 a 7 cortes por año (Robles, 1978) y superior al "huizachillo" (Desmanthus virgatus), de 1.4 ton/ha/corte bajo riego de 3 a 4 cortes por año (Zamora, 1996). Cabe aclarar que en el caso del gigantón y el huizachillo

aún no se han realizado estudios sobre la densidad óptima de siembra, lo cual podría incrementar los rendimientos antes mencionados.

Por otra parte los resultados de nuestro trabajo coinciden con lo consignado por Rzedowski (1985), quien menciona que esta planta requiere de una buena provisión de humedad, nosotros añadiríamos que, además, el gigantón tiene hojas con una gran área foliar, lo que provoca un fácil desequilibrio entre la transpiración y la absorción de agua, por consecuencia se presenta con frecuencia la marchitez temporal.

El hecho de que las plantas en el campo tengan mayor porcentaje de Materia Seca en comparación con las plantas sembradas en macetas se debe a que presentan menor grado de ahilamiento (ausencia de luz solar), por consecuencia las plantas en las macetas, las cuales crecieron con menos irradiación, deben de tener cutículas más delgada, menor producción de fibra, es decir menor formación de tejido mecánico. A demás, el ahilamiento por consiguiente fue mayor la cantidad de forraje producido por las plantas creciendo en el campo.

Según Rzedowski (1985) el tamaño de las hojas es de 25cm de largo y 17cm de ancho. Estos resultados son similares en comparación con nuestro estudio que fue de 26cm de largo y 20.5cm de ancho; además la forma de las hojas observadas en este último confirman lo consignado por Rzedowski (1985).

Otros aspectos que apuntan al gigantón como una planta con características forrajeras sobresalientes fueron los resultados obtenidos del

análisis proximal y componentes fibrosos, y de digestibilidad. Dichos resultados indican que el contenido de proteína del gigantón (19.5%) es alto en comparación con las gramíneas comúnmente utilizadas en la región, como el buffel cuyo contenido de proteína es de 7.5% , incluso es similar al contenido de proteína de la alfalfa 15.9% creciendo en el mismo lugar donde se efectuó el presente estudio.

En el caso de la digestibilidad del gigantón (58.3%) fué similar a lo consignado para las principales forrajeras de la región como son el buffel, 55% digestibilidad, sorgo forrajero con 60% y también para el maíz forrajero con 60 % (Comunicación personal del Ing. Jose Francisco Uresti Salazar, responsable del Laboratorio de Bromatología, FAUANL).

6. CONCLUSION

1. El gigantón presenta características morfológicas y bromatológicas favorables que la apuntan como una planta forrajera susceptible de domesticarse.

2. El gigantón es una planta cuya morfología la hace susceptible a presentar con frecuencia la marchitez temporal.

7. LITERATURA CITADA

- AOAC. 1990. Association of official analytical chemists. 15th Edition. United States of America. pp. 69-73.
- Alvarado G., O. G. 1983. Efectos de la fertilización, control de plagas y malezas e interacciones en el cultivo del girasol (Helianthus annus L.). Marín, N.L. Tesis profesional. FAUANL.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). UNAM. México. pp. 51-152.
- Chel G., L. y M.T. Guerrero G. 1982. Variación en la composición química del Tajonal (Viguera dentata) y su calidad al ensilarlo solo y con aditivos. Técnica Pecuaria.42: 17-24
- Genin, D. y A. P. Piojan. 1993. Seasonality of goat diet and plant acceptabilities in the coastal scrub of Baja California, México. Small Ruminant Research. 10: 1-8.
- González L., F. 1982. Influencia de la densidad de siembra sobre la fertilización a base de nitrógeno y fósforo en el cultivo del girasol forrajero (Helianthus annus L.) en la variedad de TECMON-51 en la región de Marín, N. L. Tesis profesional. FAUANL.

- Martínez G., J. A. 1991. Análisis del crecimiento del huizachillo (Desmanthus virgatus (L.) Var. depressus Willd.) y efecto del agobio hídrico sobre su germinación. Tesis profesional. FAUANL., Marín, N.L.
- Tiller, J. M. A. and R.A Terry. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. British Grassl. Soc. 18: 104-111.
- Robles, S. R. 1978. Producción de granos y forrajes. 2ª edición. Limusa. México. D.F. p. 406.
- Rodríguez M., J. de J. y F. Urzúa S. 1990. Susceptibilidad de las principales malas hierbas del Valle de México a cinco herbicidas (Alachlor, Dacthal, Difenamida, Metolachlor y Trifluralina) de uso común en México. Universidad Autónoma de Chapingo, México.67: 159-163.
- Rzedowski, J. 1985. Flora fanerogámica del Valle de México. 1ª Edición. CECSA. México, D. F. pp. 41-54.
- Van Soest., P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. Books. Inc. United States of America. pp. 75-83.
- Villarreal E., H. 1971. Influencia de 6 fechas de siembra en el desarrollo y productividad del cultivo del girasol. (Helianthus annus L.) en la región de General Escobedo N.L. Tesis profesional. FAUANL.

Williams., C. M. 1989. Accumulation of nitrate by annual goldeneye Journal of range management. 42: 196-199

Zamora N.,J. F 1996. Producción y composición química del forraje del huizachillo (Desmanthus virgatus L.) Var depresus Willd.) bajo cultivo Tesis de Maestría en Ciencias, Subdirección de Estudios de Postgrado FAUANL Marin. N.L.

8. APENDICE

Cuadro 1A. Longitud y número de nudos de todas las plantas medidas en cada muestreo del experimento.

Surco #1	Longitud	No. nudos
	6.7 cm	8
	2.7	6
	5.2	6
	6.4	8
	4.2	8
	5.3	6
	2.5	4
	3.7	6
	4.4	6
	4.7	4
	3.2	6
	5.3	6
	4.8	8
	4.7	6
	3.8	6

$$\bar{X} = 4.5 \quad \bar{X} = 6.2$$

Surco #2	Longitud	No. nudos
	4.2 cm	6
	4.4	3
	4.8	6
	3.6	3
	5.4	8
	3.2	6
	5.3	6
	7.2	8
	2.8	6
	3.9	6
	5.3	6

$$\bar{X} = 4.5 \quad \bar{X} = 5.0$$

Surco #3	Longitud	No. Nudos
	2.2 cm	4
	2.5	4
	2.3	6
	5.7	6
	6.2	8
	6.2	8
	4.8	6
	5.1	6
	5.2	8
	4.9	6
	4.3	4
	4.6	6

$$\bar{X} = 4.5 \quad \bar{X} = 6.5$$

Longitud

$$\bar{X} = 4.4$$

Surco #4	Longitud	No. Nudos
	6.5 cm	14
	2.6	6
	5.4	6
	5.5	6
	4.2	6
	5.4	6
	5.3	6
	4.2	4
	3.1	6
	3.7	6
	3.3	6
	3.3	6
	4.2	6
	3.2	6

$$\bar{X} = 4.2 \quad \bar{X} = 6.4$$

Nudos

$$\bar{X} = 6.02$$

Continúa en la siguiente página.

Surco #1	Longitud	No. Nudos
	8.2 cm	21
	3.6	6
	5.4	6
	8.3	15
	5.3	10
	5.6	8
	3.5	4
	4.3	6
	4.5	8
	3.2	6
	5.5	7
	5.8	9
	5.6	7
	3.7	4

$$\bar{X} = 5.1$$

$$\bar{X} = 8.3$$

Surco #2	Longitud	No. Nudos
	4.3 cm	6
	4.1	4
	5.2	8
	4.8	9
	6.2	12
	3.4	6
	6.2	10
	8.6	15
	3.2	8
	3.7	8
	6.2	10

$$\bar{X} = 5.0$$

$$\bar{X} = 8.7$$

Surco #3	Longitud	No. Nudos
	2.7 cm	6
	2.8	6
	2.8	6
	6.3	8
	7.6	10
	7.8	13
	5.2	7
	7.4	15
	6.7	7
	5.6	6
	5.1	6
	5.5	8

$$\bar{X} = 5.4$$

$$\bar{X} = 8.1$$

Longitud

$$\bar{X} = 5.1$$

Surco #4	Longitud	No. Nudos
	7.7 cm	20
	2.5	4
	5.3	7
	6.6	8
	5.8	6
	6.4	6
	6.6	6
	4.6	6
	3.2	4
	4.2	4
	3.7	6
	3.2	6
	4.5	8
	4.3	6

$$\bar{X} = 4.9$$

$$\bar{X} = 6.9$$

Nudos

$$\bar{X} = 8$$

Continúa en la siguiente página.

Surco #1	Longitud	No. Nudos
	10.4 cm	30
	6.2	10
	7.3	8
	14.6	34
	9.2	20
	9.4	21
	3.5	6
	5.8	10
	7.7	10
	7.1	14
	8.3	14
	9.3	23
	8.2	11
	7.4	6

$$\bar{X} = 8.1 \quad \bar{X} = 15.5$$

Surco #2	Longitud	No. Nudos
	5.8 cm	6
	4.5	6
	7.7	16
	6.3	14
	8.7	19
	4.4	6
	10.6	24
	14.2	28
	6.4	14
	5.8	10
	9.6	21

$$\bar{X} = 7.6 \quad \bar{X} = 14.9$$

Surco #3	Longitud	No. Nudos
	3.4 cm	4
	4.2	6
	4.3	8
	8.8	14
	11.7	23
	13.2	30
	8.1	14
	11.6	29
	9.2	13
	8.7	17
	8.2	13
	8.4	15

$$\bar{X} = 8.3 \quad \bar{X} = 15.5$$

Longitud

$$\bar{X} = 7.6$$

Surco #4	Longitud	No. Nudos
	12.4 cm	38
	3.2	4
	7.3	9
	9.3	15
	6.8	7
	8.2	13
	8.2	20
	6.8	8
	4.2	6
	5.4	6
	4.6	6
	4.7	6
	6.4	13
	6.3	7

$$\bar{X} = 6.7 \quad \bar{X} = 11.2$$

Nudos

$$\bar{X} = 14.2$$

Continúa en la siguiente página.

Surco #1	Longitud	No. Nudos
	11.3 cm	44
	7.2	8
	8.3	13
	19.8	42
	11.6	23
	11.7	29
	4.6	6
	7.3	11
	8.8	9
	8.8	21
	10.7	18
	12.1	28
	9.3	18
	4.6	6

$$\bar{X} = 9.7 \quad \bar{X} = 19.7$$

Surco #2	Longitud	No. Nudos
	6.7 cm	8
	5.6	6
	8.7	22
	7.4	18
	11.8	24
	4.7	6
	12.1	25
	17.6	35
	6.7	14
	6.2	12
	12.3	25

$$\bar{X} = 9.0 \quad \bar{X} = 17.5$$

Surco #3	Longitud	No. Nudos
	3.2 cm	8
	5.4	10
	10.8	15
	13.6	24
	16.3	40
	9.7	18
	13.6	40
	11.4	18
	9.7	19
	9.7	18
	10.4	19

$$\bar{X} = 10.3 \quad \bar{X} = 20.8$$

Longitud

$$\bar{X} = 9.1$$

Surco #4	Longitud	No. Nudos
	13.5 cm	47
	7.6	12
	10.8	20
	8.3	13
	9.7	18
	9.7	23
	8.3	9
	4.8	12
	4.7	8
	3.5	6
	4.8	6
	6.6	13
	5.7	17

$$\bar{X} = 7.5 \quad \bar{X} = 15.5$$

Nudos

$$\bar{X} = 18.3$$

Continúa en la siguiente página.

Surco #1	Longitud	No. Nudos
	16 cm	99
	11.8	22
	11.7	20
	29.2	72
	21.2	46
	16.8	44
	6.2	13
	12.3	23
	11.6	21
	14.7	37
	16.4	37
	21.7	61
	16.6	38
	7.4	9

$$\bar{X} = 15.2 \quad \bar{X} = 38.7$$

Surco #2	Longitud	No. Nudos
	10.7	16
	6.4	6
	13.3	41
	11.8	32
	16.5	51
	5.5	18
	19.6	46
	27.6	69
	10.8	21
	9.4	26
	20.1	57

$$\bar{X} = 13.7 \quad \bar{X} = 34.8$$

Surco #3	Longitud	No. Nudos
	5.4 cm	6
	6.6	14
	16.3	33
	18.8	46
	23.7	70
	15.2	29
	21.8	58
	17.3	32
	13.6	30
	17.5	35
	16.6	35

$$\bar{X} = 15.7 \quad \bar{X} = 35.2$$

Longitud

$$\bar{X} = 13.8$$

Surco #4	Longitud	No. Nudos
	17.4	58
	10.3	29
	15.7	32
	12.9	23
	14.5	31
	16.7	42
	12.4	20
	6.8	22
	8.2	18
	5.3	10
	5.7	8
	8.6	22
	7.2	8

$$\bar{X} = 10.9 \quad \bar{X} = 24.8$$

Nudos

$$\bar{X} = 33.3$$

Continúa en la siguiente página

Surco #1	Longitud	No. Nudos
	20.4 cm	112
	14.5	26
	14.6	27
	21.6	33
	31.7	68
	20.6	65
	9.6	19
	17.5	30
	14.4	24
	19.6	45
	21.7	52
	26.2	94
	23.8	59
	9.6	14

$$\bar{X} = 18.9 \quad \bar{X} = 47.7$$

Surco #2	Longitud	No. Nudos
	12.7	21
	7.4	7
	15.8	56
	14.3	46
	20.8	78
	7.5	22
	22.8	59
	34.2	82
	14.6	35
	12.3	34
	26.7	77

$$\bar{X} = 17.1 \quad \bar{X} = 47.0$$

Surco #3	Longitud	No. Nudos
	7.3 cm	15
	7.8	19
	18.6	35
	22.7	52
	26.4	73
	19.6	38
	27.4	61
	20.2	36
	18.7	37
	24.6	49
	21.1	44

$$\bar{X} = 19.4 \quad \bar{X} = 41.7$$

Longitud

$$\bar{X} = 17.5$$

Surco #4	Longitud	No. Nudos
	19.8 cm	64
	13.9	30
	16.7	38
	15.6	31
	17.8	38
	35.4	50
	14.2	29
	9.7	27
	10.7	25
	8.6	18
	7.8	16
	11.7	24
	9.9	13

$$\bar{X} = 14.7 \quad \bar{X} = 31.0$$

Nudos

$$\bar{X} = 41.8$$

Continúa en la siguiente página.

Surco #1	Longitud	No. Nudos
	26.5 cm	170
	17.7	46
	15.8	33
	48.2	171
	35.1	97
	27.4	80
	12.4	26
	24.3	39
	16.5	30
	23.6	68
	32.4	80
	39.6	135
	30.8	78
	12.6	19

$$\bar{X} = 25.9 \quad \bar{X} = 76.5$$

Surco #2	Longitud	No. Nudos
	15.6 cm	29
	7.8	8
	22.9	80
	18.6	60
	25.7	117
	9.1	26
	28.8	75
	43.5	129
	18.3	49
	14.7	44
	38.3	113

$$\bar{X} = 22.1 \quad \bar{X} = 66.3$$

Surco #3	Longitud	No. Nudos
	8.8 cm	21
	9.2	28
	22.7	38
	26.8	60
	30.6	76
	24.9	41
	30.2	73
	25.3	40
	21.6	40
	29.6	70
	28.4	51

$$\bar{X} = 23.4 \quad \bar{X} = 48.9$$

Longitud

$$\bar{X} = 22.4$$

Surco #4	Longitud	No. Nudos
	22.6 cm	79
	15.8	32
	18.7	42
	18.6	38
	20.7	42
	55.2	56
	16.8	36
	12.4	31
	13.6	32
	10.1	22
	9.6	22
	14.8	28
	10.6	19

$$\bar{X} = 18.4 \quad \bar{X} = 36.8$$

Nudos

$$\bar{X} = 57.12$$

Continúa en la siguiente página.

Surco #1	Longitud	No. Nudos
	30.8 cm	209
	24.6	67
	17.2	38
	64.7	199
	61.5	129
	32.5	102
	13.4	51
	47.8	62
	31.1	62
	48.7	97
	60.5	122
	65.6	167
	62.2	108
	23.8	37

$\bar{X} = 41.7$ $\bar{X} = 103.5$

Surco #2	Longitud	No. Nudos
	25.8 cm	51
	14.3	9
	39.7	116
	4.4	94
	38.9	138
	12.8	35
	35.3	91
	48.2	143
	25.2	58
	20.9	52
	46.3	126

$\bar{X} = 28.3$ $\bar{X} = 83.0$

Surco #3	Longitud	No. Nudos
	11.8 cm	26
	12.7	36
	28.2	47
	32.5	82
	37.8	91
	33.8	59
	39.4	89
	36.6	54
	32.2	61
	38.4	92
	39.3	66

$\bar{X} = 31.1$ $\bar{X} = 63.9$

Longitud

$\bar{X} = 31.4$

Surco #4	Longitud	No. Nudos
	29.8 cm	90
	23.2	48
	27.6	59
	28.1	52
	27.7	60
	61.3	71
	22.9	48
	18.2	46
	20.9	53
	15.6	37
	12.6	34
	19.7	39
	14.9	24

$\bar{X} = 24.8$ $\bar{X} = 50.8$

Nudos

$\bar{X} = 75.3$

Continua en la siguiente página.

Surco #1	Longitud	No. Nudos
	39.8 cm	228
	26.7	82
	14.3	42
	56.2	214
	44.7	117
	34.6	116
	17.6	66
	34.6	76
	25.7	74
	31.2	112
	42.7	138
	57.3	179
	44.2	121
	24.4	45

$$\bar{X} = 35.2 \quad \bar{X} = 115$$

Surco #4	Longitud	No. Nudos
	19.2	63
	10.3	11
	31.4	132
	30.3	108
	31.2	149
	15.1	49
	43.7	101
	54.6	153
	24.2	72
	33.6	69
	53.3	139

$$\bar{X} = 31.5 \quad \bar{X} = 95.0$$

Surco #3	Longitud	No. Nudos
	12.4 cm	32
	12.2	44
	28.3	58
	33.6	99
	40.4	113
	35.7	72
	41.2	103
	37.3	71
	33.6	75
	44.3	115
	43.2	81

$$\bar{X} = 32.9 \quad \bar{X} = 78.4$$

Longitud

$$\bar{X} = 30.5$$

Surco #4	Longitud	No. Nudos
	30.3 cm	116
	21.2	61
	25.4	74
	25.6	69
	28.3	73
	36.1	86
	19.4	62
	18.3	60
	20.2	71
	16.4	49
	13.8	43
	21.3	51
	19.4	36

$$\bar{X} = 22.7 \quad \bar{X} = 65.4$$

Nudos

$$\bar{X} = 88.4$$

Continúa en la siguiente página.

Surco #1	Longitud	No. Nudos
	46.3 cm	251
	31.8	93
	17.4	66
	63.2	231
	38.3	128
	40.8	121
	19.7	93
	39.6	115
	35.4	110
	38.3	124
	53.5	152
	65.8	203
	52.8	146
	28.4	57

$$\bar{X} = 40.8 \quad \bar{X} = 137$$

Surco #2	Longitud	No. Nudos
	23.2 cm	75
	11.4	15
	40.3	140
	35.7	119
	37.6	153
	18.3	55
	52.2	109
	59.6	166
	30.8	81
	43.1	80
	61.3	150

$$\bar{X} = 37.5 \quad \bar{X} = 103.9$$

Surco #3	Longitud	No. Nudos
	14.7 cm	44
	15.8	52
	35.6	61
	40.2	108
	46.6	119
	44.2	79
	48.3	116
	44.4	83
	41.2	87
	56.8	121
	51.7	98

$$\bar{X} = 39.9 \quad \bar{X} = 88$$

Longitud

$$\bar{X} = 36.2$$

Surco #4	Longitud	No. Nudos
	34.6 cm	121
	23.8	72
	29.7	85
	28.6	77
	33.2	82
	39.4	91
	25.1	74
	22.3	69
	25.6	82
	19.7	59
	16.8	48
	27.2	62
	23.6	41

$$\bar{X} = 26.8 \quad \bar{X} = 74.0$$

Nudos

$$\bar{X} = 100.7$$

Continúa en la siguiente página.

[Handwritten signature]

Surco #1	Longitud	No. Nudos
	54.7 cm	262
	42.8	101
	24.4	72
	73.5	240
	61.2	136
	50.7	132
	28.7	99
	52.5	122
	51.3	118
	49.4	131
	71.2	164
	82.7	215
	70.9	154
	39.6	64

$$\bar{X} = 53.8 \quad \bar{X} = 143.5$$

Surco #2	Longitud	No. Nudos
	38.8 cm	87
	13.2	19
	49.8	151
	46.2	119
	45.7	161
	23.2	61
	71.4	114
	67.6	179
	43.8	93
	60.4	92
	79.6	158

$$\bar{X} = 49.0 \quad \bar{X} = 112.1$$

Surco #3	Longitud	No. Nudos
	19.6 cm	52
	21.4	64
	43.7	69
	52.4	114
	38.3	122
	61.4	84
	63.6	122
	58.1	95
	56.3	98
	77.2	232

$$\bar{X} = 49.2 \quad \bar{X} = 105.2$$

Longitud

$$\bar{X} = 46.3$$

Surco #4	Longitud	No. Nudos
	38.4 cm	132
	26.8	84
	34.2	96
	35.2	85
	37.6	94
	44.3	102
	31.1	86
	29.3	78
	33.6	94
	29.5	63
	23.6	54
	35.8	67
	34.2	52

$$\bar{X} = 33.3 \quad \bar{X} = 83.6$$

Nudos

$$\bar{X} = 111.1$$

Continúa en la siguiente página.

Surco #1	Longitud	No. Nudos
	62.3 cm	274
	49.7	116
	17.2	85
	80.4	248
	62.6	141
	55.2	140
	32.4	108
	58.8	134
	60.7	127
	56.6	145
	77.5	176
	91.2	221
	77.8	161
	43.4	75

$$\bar{X} = 58.9 \quad X = 153.6$$

Surco #2	Longitud	No. Nudos
	39.8 cm	99
	15.2	23
	54.7	166
	55.3	125
	50.2	172
	24.6	74
	78.2	119
	72.8	179
	52.3	99
	68.2	97
	87.4	165

$$\bar{X} = 54.4 \quad \bar{X} = 119.8$$

Surco #3	Longitud	No. Nudos
	26.3 cm	61
	39.2	72
	59.4	78
	42.7	120
	71.2	128
	72.8	98
	69.3	129
	66.2	106
	64.7	108
	74.2	241

$$\bar{X} = 58.6 \quad X = 114.1$$

Longitud

$$\bar{X} = 52.9$$

Surco #4	Longitud	No. Nudos
	44.2	141
	31.8	98
	40.7	109
	43.2	98
	44.8	107
	49.3	112
	39.8	97
	35.7	85
	40.2	105
	35.6	71
	30.3	62
	42.4	76
	38.6	61

$$X = 39.7 \quad \bar{X} = 94$$

Nudos

$$\bar{X} = 120.3$$

Continúa en la siguiente página.

Surco #1	Longitud	No. Nudos
	67.2 cm	282
	56.	129
	88.5	259
	65.5	152
	37.5	113
	101	234
	86	173
	51.5	87

$$\bar{X} = 69.15 \quad \bar{X} = 178.7$$

Surco #2	Longitud	No. Nudos
	45.5	111
	67.5	178
	59	132
	24.5	185
	88	132
	83.5	185
	70.3	107
	93.4	178

$$\bar{X} = 66.4 \quad \bar{X} = 151$$

Surco #3	Longitud	No. Nudos
	32.4 cm	72
	47.2	85
	72.4	89
	51.6	132
	83.4	112
	78.8	135
	81.5	117
	86.5	253

$$\bar{X} = 66.7 \quad \bar{X} = 124.3$$

Longitud

$$\bar{X} = 63.3$$

Surco #4	Longitud	No. Nudos
	53.7	152
	61.8	122
	52.5	108
	53.2	119
	45.6	104
	52.4	83
	47.3	75
	47.6	84
	45.7	75

$$\bar{X} = 51.0 \quad \bar{X} = 102.4$$

Nudos

$$\bar{X} = 139.1$$

Continúa en la siguiente página.

Surco #1	Longitud	No. Nudos
	82.2 cm	294
	65.7	137
	95.6	265
	69.8	163
	43.8	124
	109.6	145
	98.7	186
	58.6	95

$$\bar{X} = 78 \quad \bar{X} = 176.1$$

Surco #2	Longitud	No. Nudos
	52.6	124
	80.7	189
	67.5	144
	24.6	197
	100.1	143
	90.8	198
	72.7	120
	97.8	185

$$\bar{X} = 73.3 \quad \bar{X} = 162.5$$

Surco #3	Longitud	No. Nudos
	31.8 cm	83
	62.4	98
	82.3	102
	62.4	144
	99.2	125
	93.4	149
	90.8	129
	107.4	261

$$\bar{X} = 78.7 \quad \bar{X} = 136.3$$

Longitud

$$\bar{X} = 72.9$$

Surco #4	Longitud	No. Nudos
	62.8 cm	163
	82.6	132
	63.7	118
	65.6	126
	57.2	115
	63.8	95
	52.7	88
	52.4	96
	56.8	84

$$\bar{X} = 61.9 \quad \bar{X} = 113$$

Nudos

$$\bar{X} = 146.9$$

Continúa en la siguiente página.

Surco #1	Longitud	No. Nudos
	102.4 cm	312
	79.8	149
	110.3	285
	85.7	177
	55.8	135
	123.2	158
	103.7	199
	71.4	112

$$\bar{X} = 91.5 \quad \bar{X} = 190.8$$

Surco #2	Longitud	No. Nudos
	63.2 cm	137
	96.8	201
	86.6	157
	23.3	215
	108.4	158
	99.7	214
	84.3	133
	110.4	203

$$\bar{X} = 84.0 \quad \bar{X} = 177.2$$

Surco #3	Longitud	No. Nudos
	37.6 cm	102
	76.8	121
	109.2	124
	70.7	158
	113.6	139
	115.6	160
	111.2	141
	133.4	276

$$\bar{X} = 96.0 \quad \bar{X} = 152.6$$

Longitud

$$\bar{X} = 86.9$$

Surco #4	Longitud	No. Nudos
	74.8 cm	181
	82.7	149
	81.4	131
	83.6	142
	74.6	134
	83.8	113
	67.7	104
	66.8	116
	71.3	106

$$\bar{X} = 76.3 \quad \bar{X} = 130.6$$

Nudos

$$\bar{X} = 162.8$$

Continua en la siguiente página.

Surco #1	Longitud	No. Nudos
	121.2 cm	331
	93.3	162
	119.4	302
	97.8	189
	67.4	147
	137.2	173
	126.5	214
	81.8	126

$$\bar{X} = 105.5 \quad \bar{X} = 205.5$$

Surco #2	Longitud	No. Nudos
T2	77.2 cm	152
	102.4	222
	96.3	176
	46.1	238
	127.2	177
	109.3	229
	97.4	158
	122.8	221

$$\bar{X} = 97.3 \quad \bar{X} = 196.6$$

Surco #3	Longitud	No. Nudos
	44.7 cm	122
	83.2	144
	102.8	146
	81.4	178
	126.3	152
	132.6	178
	125.3	165
	152.4	298

$$\bar{X} = 106.0 \quad \bar{X} = 172.8$$

Longitud

$$\bar{X} = 99.4$$

Surco #4	Longitud	No. Nudos
	85.6 cm	207
	95.2	169
	92.7	158
	111.3	167
	87.8	161
	94.6	134
	76.4	126
	76.7	122
	81.3	120

$$\bar{X} = 89.0 \quad \bar{X} = 151.5$$

Nudos

$$\bar{X} = 181.6$$

Continúa en la siguiente página.

Surco #1	Longitud	No. Nudos
	134.2 cm	352
	97.7	183
	124.8	319
	99.4	204
	74.3	161
	145.6	202
	133.7	227
	97.3	152

$$\bar{X} = 113.3 \quad \bar{X} = 225$$

Surco #2	Longitud	No. Nudos
	85.8	182
	102.2	248
	104.7	198
	23.4	253
	131.6	199
	109.3	253
	104.3	174
	132.4	247

$$\bar{X} = 99.2 \quad \bar{X} = 219.2$$

Surco #3	Longitud	No. Nudos
	47.7 cm	152
	90.3	168
	122.4	172
	83.8	204
	137.2	182
	140.3	199
	133.7	185
	163.8	318

$$\bar{X} = 114.9 \quad \bar{X} = 197.5$$

Longitud

$$\bar{X} = 106.2$$

Surco #4	Longitud	No. Nudos
	97.4 cm	222
	107.3	194
	101.4	187
	108.2	191
	95.4	190
	104.8	152
	87.6	148
	85.3	146
	90.7	144

$$\bar{X} = 97.5 \quad \bar{X} = 174.8$$

Nudos

$$\bar{X} = 204.1$$

Continúa en la siguiente página.

Surco #1	Longitud	No. Nudos
	142.3 cm	368
	112.2	199
	133.4	332
	117.4	218
	82.8	185
	157.6	219
	145.4	242
	95.2	174

$$\bar{X} = 123.2 \quad \bar{X} = 242.1$$

Surco #2	Longitud	No. Nudos
	97.8 cm	202
	122.6	262
	118.4	207
	24.3	272
	135.7	218
	Ob. muerta	-
	112.4	196
	139.6	263

$$\bar{X} = 107.2 \quad \bar{X} = 226.1$$

Surco #3	Longitud	No. Nudos
	51.8 cm	178
	96.4	196
	138.2	222
	89.3	206
	149.3	218
	150.4	225
	149.2	207
	175.4	336

$$\bar{X} = 125 \quad \bar{X} = 223.5$$

Longitud

$$\bar{X} = 117.1$$

Surco #4	Longitud	No. Nudos
	110.4 cm	248
	122.2	209
	110.8	201
	114.7	206
	113.8	206
	116.4	171
	119.2	169
	107.3	167
	104.4	163

$$\bar{X} = 113.2 \quad \bar{X} = 193.3$$

Nudos

$$\bar{X} = 221.2$$

Continúa en la siguiente página.

Surco #1	Longitud	No. Nudos
	155.3 cm	382
	125.4	212
	144.3	354
	132.2	232
	99.3	198
	162.3	233
	158.4	262
	106.3	190

$$\bar{X} = 135.4 \quad \bar{X} = 257.8$$

Surcos #2	Longitud	No. Nudos
	106.3 cm	225
	141.6	282
	132.3	228
	25.4	289
	144.3	232
	124.4	213
	146.2	284

$$\bar{X} = 117.2 \quad \bar{X} = 250.4$$

Surco #3	Longitud	No. Nudos
	60.2 cm	194
	103.4	214
	147.2	247
	95.4	219
	457.4	234
	160.1	249
	159.3	223
	188.4	354

$$\bar{X} = 171.4 \quad \bar{X} = 241.7$$

Longitud

$$\bar{X} = 137.6$$

Surco #4	Longitud	No. Nudos
	122.3 cm	271
	133.4	224
	127.3	223
	128.4	227
	125.2	225
	132.3	190
	123.4	188
	121.2	184
	125.3	183

$$\bar{X} = 126.5 \quad \bar{X} = 212.7$$

Nudos

$$\bar{X} = 240.6$$

Continúa en la siguiente página.

Surco #1	Longitud	No. Nudos
	174.4 cm	396
	138.2	225
	156.3	362
	150.5	245
	112.4	214
	182.1	247
	169.3	278
	128.2	209

$$\bar{X} = 151.4 \quad \bar{X} = 272$$

Surco #2	Longitud	No. Nudos
	128.5 cm	241
	159.4	298
	141.2	244
	27.7	303
	153.8	251
	138.3	227
	159.2	254

$$\bar{X} = 129.7 \quad \bar{X} = 259.7$$

Surco #3	Longitud	No. Nudos
	69.4 cm	215
	124.2	229
	165.3	261
	103.4	238
	170.2	255
	167.7	263
	168.4	252
	205.3	366

$$\bar{X} = 146.7 \quad \bar{X} = 259.8$$

Longitud

$$\bar{X} = 142.3$$

Surco #4	Longitud	No. Nudos
	137.3	287
	149.2	253
	142.8	251
	149.7	259
	134.6	243
	148.7	205
	137.2	209
	135.6	203
	140.3	201

$$\bar{X} = 141.7 \quad \bar{X} = 234.5$$

Nudos

$$\bar{X} = 256.5$$

Continúa en la siguiente página.

Calculos de los valores * de TCR del peso seco.

$$\text{TCR} = \frac{\log_e W_2 - \log_e W_1}{t_2 - t_1}$$

$$\text{TCR} = \frac{5.1 - 4.4}{2} = 0.07 \text{ cm}^{-1} \text{ cm}^{-1} \text{ día} = 7\%$$

$$\text{TCR} = \frac{7.6 - 5.1}{2} = 0.19$$

$$\text{TCR} = \frac{9.1 - 7.6}{2} = 0.09$$

$$\text{TCR} = \frac{13.8 - 9.1}{2} = 0.20$$

$$\text{TCR} = \frac{17.5 - 13.8}{2} = 0.11$$

$$\text{TCR} = \frac{22.4 - 17.5}{2} = 0.12$$

$$\text{TCR} = \frac{31.4 - 22.4}{2} = 0.16$$

$$\text{TCR} = \frac{30.5 - 31.4}{2} = 0.01$$

$$\text{TCR} = \frac{36.2 - 30.5}{2} = 0.08$$

$$\text{TCR} = \frac{46.3-36.2}{2} = 0.12$$

$$\text{TCR} = \frac{52.9-46.3}{2} = 0.06$$

$$\text{TCR} = \frac{63.3-52.9}{2} = 0.08$$

$$\text{TCR} = \frac{72.9-63.3}{2} = 0.07$$

$$\text{TCR} = \frac{86.9-72.9}{2} = 0.08$$

$$\text{TCR} = \frac{99.4-86.9}{2} = 0.06$$

$$\text{TCR} = \frac{106.2-99.4}{2} = 0.03$$

$$\text{TCR} = \frac{117.1-106.2}{2} = 0.04$$

$$\text{TCR} = \frac{137.6-117.1}{2} = 0.08$$

$$\text{TCR} = \frac{142.6-137.6}{2} = 0.01$$

* Cada valor utilizado en los calculos se define en materiales y métodos (pagina 13).

