

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

VARIABILIDAD EN EL ESTABLECIMIENTO DE LAS PLANTAS Y EN LOS COMPONENTES
DEL RENDIMIENTO DEL TIQUISQUE MORADO (Xanthosoma violaceum)
SEGUN EL TIPO DE MATERIAL DE PROPAGACION USADO

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa Conjunto de
Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la
Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical
de Investigación y Enseñanza, para optar el grado de

Magister Scientiae

por

José Antonio Soto Acosta

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Departamento de Producción Vegetal
Turrialba, Costa Rica
1983

DEDICATORIA

A mis padres

Marco Tulio y Gladys

A mis hermanos

Blaudimiro
Gerardo
Walter
Willy
Ernesto
Lorena María
Marco Tulio

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi sincero agradecimiento

- Al M.S. José Arze Borda, Profesor Consejero, a quien pertenecen muchas de las ideas expuestas en este trabajo, por sus consejos, sugerencias, enseñanzas, dedicación y su apreciable amistad.
- A los doctores José Fargas, Donald Kass, Raúl Moreno y Pedro Oñoro, miembros del Comité Asesor, por sus consejos, sugerencias y revisiones.
- Al personal de la Estación Experimental La Montaña, cuyo trabajo eficiente hizo posible la realización de la etapa de campo de esta investigación.
- A la Dra. Irma Graciela Laguna y al Sr. Guillermo Salazar por su colaboración en los aspectos fitopatológicos durante la etapa de campo de la investigación.
- Al Dr. Julio Henao y Sr. Gustavo López de la Unidad de Computación, por su colaboración en el análisis estadístico de los datos.
- A las estudiantes de la promoción 1980-1982, Edmidlia Guzmán, Fanny Saavedra, Flória Bertsh, Liana Babbar y Mayra Alfaro, quienes me brindaron su amistad y apoyo durante la primera etapa de estudios en el CATIE.
- A la Ing. Anabelly Rodríguez, Ing. Zaida Rojas y la Familia Zamora Contreras en quienes encontré amistad y colaboración en todo momento.
- A la Sra. Lorena de Murillo, secretaria en el Programa de Posgrado UCR/CATIE, quien desde antes de mi ingreso al Centro me ofreció su eficiente orientación y colaboración.
- A la Srta. Maritza Bonilla, al Sr. Roberto Cartín y a la Sra. Marjorie Mora de Romero por su colaboración en los trabajos de mecanografía.
- Al Proyecto ROCAP/LEÑA, especialmente al MS. Nico Gewald (q.d.e.p.), por el apoyo económico que otorgó para la realización de mis estudios.
- Al Programa de Posgrado, a la Universidad de Costa Rica, al Departamento de Producción Vegetal y al Proyecto FIDA por las facilidades de personal, económicas y de equipo que me permitieron llevar a cabo estudios de posgrado.

BIOGRAFIA

El autor nació en la provincia de Heredia, Costa Rica, el 3 de marzo de 1957. Realizó estudios primarios en la Escuela Joaquín Lizano, y los secundarios en el Liceo de Heredia.

De 1975 a 1980 cursó estudios en la Escuela de Fitotecnia de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica, obteniendo el título de Licenciado en Ingeniería Agronómica con Especialidad en Fitotecnia.

En marzo de 1981 ingresó al Programa de Posgrado de la Universidad de Costa Rica - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR/CATIE), con sede en Turrialba, Costa Rica, donde obtuvo el título *Magister Scientiae* en enero de 1984.

Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, como requisito parcial para optar el grado de

Magister Scientiae

JURADO:



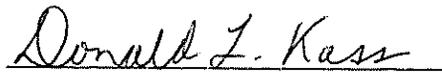
José A. Arze Borda, M.S.

Profesor Consejero



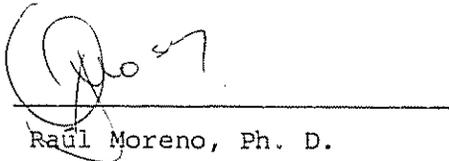
José Fargas, Ph. D.

Miembro del Comité



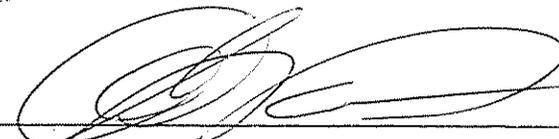
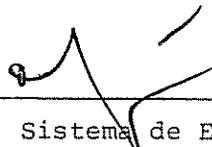
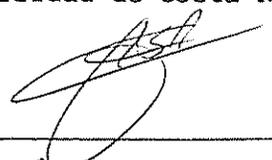
Donald Kass, Ph. D.

Miembro del Comité



Raúl Moreno, Ph. D.

Miembro del Comité


Director del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, UCR/CATIE
Decano, Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica
José A. Soto Acosta
Candidato

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN.....	viii
SUMMARY.....	x
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Propagación vegetativa.....	3
2.1.1 Tipos de propágulos.....	4
2.1.2 Peso óptimo del propágulo.....	4
2.1.3 Seccionamiento del cormo y cormelo de propagación..	5
2.2 Relación entre las variables de crecimiento y de rendimiento.....	7
3. INFLUENCIA DEL PESO DEL PROPAGULO Y LA PRESENCIA O AUSENCIA DE LA YEMA TERMINAL SOBRE LA UNIFORMIDAD MORFOLOGICA DE LA POBLACION Y COMPONENTES DE RENDIMIENTO.....	8
3.1 Materiales y métodos.....	8
3.1.1 Tratamientos.....	8
3.1.2 Labores agrícolas.....	9
3.1.3 Variables de respuesta.....	10
3.1.4 Análisis de la información.....	13
3.2 Resultados y discusión.....	15
3.2.1 Emergencia total de plantas.....	15
3.2.2 Energía de emergencia de plantas.....	17
3.2.3 Longitud del pecíolo más alto.....	20
3.2.4 Area foliar.....	24
3.2.5 Rendimiento de cormos y cormelos.....	29
3.2.6 Variabilidad en la producción de cormos y cormelos.	38
3.2.7 Relación del área foliar y longitud del pecíolo por período de crecimiento con el rendimiento de cormos y cormelos.....	39
3.2.8 Producción de materia seca de cormos y cormelos por unidad de materia seca de propagación.....	39
4. INFLUENCIA DEL PESO, PREBROTACION Y SECCIONAMIENTO DEL PROPAGULO SOBRE LA UNIFORMIDAD MORFOLOGICA DE LA POBLACION Y COMPONENTES DE RENDIMIENTO.....	46

	<u>Página</u>
4.1 Materiales y métodos.....	46
4.1.1 Tratamientos.....	46
4.1.2 Análisis de la información.....	47
4.2 Resultados y discusión.....	47
4.2.1 Emergencia de plantas.....	47
4.2.2 Energía de emergencia.....	50
4.2.3 Longitud del pecíolo más alto.....	53
4.2.4 Área foliar.....	60
4.2.5 Rendimiento de cormos y cormelos.....	66
4.2.6 Variabilidad en la producción de cormos y cormelos..	77
4.2.7 Relación del área foliar y longitud del pecíolo por período de crecimiento con el rendimiento de cormos y cormelos.....	79
4.2.8 Producción de materia seca de cormos y cormelos por unidad de materia seca de propagación.....	82
5. CONCLUSIONES.....	86
6. RECOMENDACIONES.....	87
7. BIBLIOGRAFIA.....	88
8. APENDICE A.....	90
9. APENDICE B.....	97

RESUMEN

En las poblaciones comerciales y experimentales de tiquisque morado, se presenta alta variabilidad morfológica entre las plantas, lo que causa un crecimiento y producción de cormos y cormelos desuniforme. El tipo de material de propagación comunmente utilizado, pedazos de corno principal seccionados transversal y longitudinalmente respecto al eje del corno en tero, es uno de los aspectos del cultivo que produce variabilidad.

Con base en este problema se planteó una investigación dividida en dos partes, con el objetivo de evaluar el efecto de la presencia de la yema terminal, la prebrotación, el seccionamiento y diferentes pesos de cormos y cormelos de propagación sobre la uniformidad en el establecimiento del cultivo y en los componentes de rendimiento.

En la primera parte se evaluó el peso del propágulo; principal de 2500 y 750g, lateral de 325, 150 y 50g; y la yema terminal, presente o ausente. Los tratamientos se ordenaron en un factorial 5x2 dentro de un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. En la segunda, los factores fueron el peso del propágulo, principal de 1500g y lateral de 300g; la prebrotación del material, con y sin; y el seccionamiento del corno y cormelo, 1-transversal contres secciones: apical, media y basal; 2-longitudinal con dos secciones mitad y cuartos; 3-pedazos; 4-el corno o cormelo entero. Los tratamientos se ordenaron en un factorial 2x2x7 dentro de un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones.

Se midió la emergencia total de plantas, la energía de emergencia, la longitud del pecíolo más alto y el área foliar durante el ciclo de crecimiento, el rendimiento categorizado de cormos y cormelos; y la variabilidad en cada tratamiento. También se comparó el rendimiento neto

en materia seca, tomando la relación de producción de cormos y cormelos y la cantidad de material de propagación requerido.

Se encontró que la emergencia y el crecimiento de las plantas y el rendimiento de cormos y cormelos se incrementó con el aumento en el peso del propágulo, el uso de secciones de corno principal como material de propagación, la prebrotación y la presencia de yema apical o subapicales en el propágulo. El efecto de la prebrotación fue más importante con los propágulos provenientes de "pedazos" de corno principal y de secciones de cormelo lateral sin yema apical.

La eliminación de la yema terminal en el propágulo incrementó el número de cormos para propagación producidos, pero redujo el peso y tamaño por unidad.

Con la agrupación del material de propagación por peso, tipo, seccionamiento y prebrotación, se redujo la variabilidad del crecimiento de las plantas y del rendimiento de cormos y cormelos respecto al tipo de propágulo que utiliza el agricultor.

El rendimiento porcentual de cormos y cormelos comerciales respecto al total, se incrementó en las plantas provenientes de los propágulos de mayor peso y de las secciones del corno principal.

Los "pedazos" de corno principal prebrotado, y los propágulos enteros de menor peso, "cormelos de 50g", presentaron la más alta relación entre el rendimiento comercial de cormos y cormelos y la cantidad de material de propagación requerida.

SUMMARY

A high degree of morphological variation among plants in commercial and experimental populations of purple taniers causes an uneven development and yield. One of the characteristics of the crop associated with its variability is the planting material commonly used. It consists of small pieces of the main corm cut transversally and longitudinally with respect to the axis of the whole corm.

Based on this problem, research was proposed in two parts with the objective of evaluating the effect of the presence of the apical bud, presprouting, sectioning and different weights of corm and cormels used for propagation on the evenness of establishment of the crop and the yield components.

In the first phase of the study, the weight of the propagule: main corm of 2500 and 750 g.; lateral cormels of 325, 150 or 50 g.; and the presence or absence of the apical bud were evaluated. Treatments were arranged in a 5x2 factorial in a randomized complete block design with three replications. In the second phase, the factors studied were the weight of the propagule; main corm of 1500 g. and lateral cormels of 300 g.; presprouting vs no presprouting; and the sectioning of the corm or cormels: transversally in three sections, apical, central and basal; longitudinally in two sections, halves and quarters; small piece; and whole corm or cormels. Treatments were arranged in a 2x2x7 factorial in a split plot design with three replications.

The total sprouting, the sprouting energy, the length of the tallest petiole, and the foliar area during the growth cycle, the yield of corm and cormels, and the variability associated with each treatment

were measured. A comparison of the net yield of dry matter was made by establishing the relationship between the yield of corms and cormels produced and the amount of the planting material used.

Results indicate that the emergence and growth of the plant as well as the yield of corms and cormels increased with a increase in weight of the propagule, the use of main corm sections, presprouting and the presence of apical or subapical buds in the propagule. The effect of the presprouting treatments was even more important in the propagating material made from small pieces of the main corm and from sections of lateral cormels without an apical bud.

When the terminal bud was eliminated from the propagule, the number of corms produced for propagation was increased, but the weight and size per unit was reduced.

By grouping the propagating material by weight, type, sectioning and presprouting, the variability in the growth of the plants and the yield of corms and cormels was reduced in comparison with the propagule used by the grower.

The percent commercial yield of corms and cormels with respect to the total yield was increased in plants arising from propagules of greater weight and from main corm sections.

Presprouted small pieces of the main corm and whole propagules of smaller weight, 50 g cormels, showed the highest relation between commercial yield and the quantity of the propagation material required.

LISTA DE CUADROS EN EL TEXTO

<u>Número</u>	<u>Página</u>
3.1 Descripción de los factores y categorías evaluados.....	9
3.2 Coeficiente de variación de las variables área foliar y longitud de pecíolos de plantas de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) respecto al peso del propágulo y yema terminal durante el ciclo de crecimiento.....	25
3.3 Rendimiento categorizado del número de cormos y cormelos de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) en relación con el peso del propágulo y la presencia o ausencia de la yema terminal.....	30
3.4 Rendimiento categorizado del peso de cormos y cormelos de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) en relación con el peso del propágulo y la presencia o ausencia de la yema terminal.....	31
3.5 Relación porcentual entre la producción categorizada de cormos y cormelos con la producción total de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) según el peso del propágulo y la presencia o ausencia de la yema terminal.....	33
3.6 Coeficientes de variación en la producción de cormos y cormelos de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) en relación con el peso del propágulo y la presencia o ausencia de la yema terminal.....	40
3.7 Coeficientes y ecuaciones de regresión entre el área foliar y longitud del pecíolo más alto durante el ciclo de crecimiento con el rendimiento total de cormos y cormelos de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>).....	41
3.8 Relación entre el rendimiento total y comercial de cormos y cormelos de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) con la cantidad de material de propagación requerido.....	44
3.9 Análisis de beneficio-costo parcial para tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) basado en el material de propagación requerido y el rendimiento de cormos y cormelos producido.....	45
4.1 Coeficientes de variación de la longitud del pecíolo en las plantas de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) durante el ciclo de crecimiento.....	59

<u>Número</u>		<u>Página</u>
4.2	Coeficientes de variación del área foliar en las plantas de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) durante el ciclo de crecimiento.....	65
4.3	Rendimiento categorizado del número de cormos y cormelos de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) en relación con el peso, prebrotación y seccionamiento del cormo o cormelo de propagación.....	67
4.4	Rendimiento categorizado del peso de cormos y cormelos de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) en relación con el peso, prebrotación y seccionamiento del cormo o cormelo de propagación.....	68
4.5	Relación porcentual entre la producción categorizada de cormos y cormelos con la producción total de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) según el peso, prebrotación y seccionamiento del cormo y cormelo de propagación.....	71
4.6	Coeficientes de variación de la producción categorizada de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) en relación con el peso, prebrotación y seccionamiento del cormo y cormelo de propagación.....	78
4.7	Coeficientes y ecuaciones de regresión entre la longitud del pecíolo y el área foliar durante el ciclo de crecimiento con el rendimiento total de cormos y cormelos de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>).....	80
4.8	Relación entre el rendimiento total y comercial de cormos y cormelos de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) con la cantidad de material de propagación requerido.....	83
4.9	Análisis de beneficio-costo parcial para tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) basado en el material de propagación requerido y el rendimiento producido.....	85

LISTA DE CUADROS EN LOS APENDICES

<u>Número</u>		<u>Página</u>
1A	Condiciones climáticas de la región y del suelo donde se realizó el experimento (lote 12, área experimental "La Montaña", CATIE, Turrialba, Costa Rica.....	91
2A	Observaciones de precipitación, temperatura, humedad relativa, radiación y brillo solar durante la etapa de campo.....	92
3A	Diferencias significativas en las variables de emergencia y de rendimiento en relación con los factores de variación.....	93
4A	Diferencias significativas en las variables longitud del pecíolo más alto y área foliar durante el ciclo de crecimiento en relación con los factores de variación.....	94
5A	Rendimiento categorizado de cormos y cormelos de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) en relación con el peso del propágulo y la presencia o ausencia de la yema terminal.....	95
1B	Peso promedio de los cormos, cormelos y secciones de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) usados como propá-gulos.....	98
2B	Diferencias significativas en las variables de emergencia y de rendimiento en relación con los factores de variación.....	99
3B	Diferencias significativas en las variables longitud del pecíolo más alto y área foliar durante el ciclo de crecimiento en relación con los factores de variación.....	100
4B	Longitud del pecíolo más alto de las plantas de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) durante el ciclo de crecimiento en relación con el peso, prebrotación y seccionamiento de los cormos y cormelos de propagación.....	101
5B	Area foliar de las plantas de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) durante el ciclo de crecimiento en relación con el peso, prebrotación y seccionamiento de los cormos y cormelos de propagación.....	102
6B	Rendimiento categorizado de cormos y cormelos de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) en relación con el peso, prebrotación y seccionamiento de los cormos y cormelos de propagación.....	103

LISTA DE FIGURAS EN EL TEXTO

<u>Número</u>		<u>Página</u>
3.1	Precipitación y evaporación (balance hídrico atmosférico) durante la etapa experimental según la información de la Estación Meteorológica del CATIE.....	16
3.2	Emergencia total de plantas de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) respecto al peso del propágulo....	16
3.3	Energía de emergencia de los propágulos de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) en relación con el peso y la presencia o ausencia de la yema terminal.....	18
3.4	Crecimiento de la longitud del pecíolo más alto de las plantas de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) durante el ciclo de crecimiento en relación con el peso del propágulo.....	21
3.5	Crecimiento de la longitud del pecíolo más alto de las plantas de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) durante el ciclo de crecimiento en relación a la presencia o ausencia de la yema terminal en el propágulo.....	24
3.6	Crecimiento del área foliar de las plantas de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) durante el ciclo de crecimiento en relación con el peso del propágulo.....	28
3.7	Incremento de materia seca de cormos y cormelos por cada unidad de área foliar producida durante el crecimiento de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>).....	42
3.8	Incremento de materia seca de cormos y cormelos por cada unidad de longitud de pecíolo producido durante el ciclo de crecimiento de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>).....	42
4.1	Interacción del peso, prebrotación y seccionamiento del cormo y cormelo de propagación sobre la emergencia de plantas de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>).....	49
4.2	Energía de emergencia de los propágulos de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) en relación con el peso, prebrotación y seccionamiento del cormo y cormelo de propagación.....	51
4.3	Energía de emergencia de los propágulos de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) en relación con el peso, prebrotación y seccionamiento del cormo y cormelo de propagación.....	52

<u>Número</u>		<u>Página</u>
4.4	Interacción del peso y seccionamiento del cormo y cormelo de propagación de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) sobre el crecimiento de pecíolos de las plantas.....	54
4.5	Interacción de la prebrotación y seccionamiento del cormo y cormelo de propagación de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) sobre el crecimiento de pecíolos de las plantas.....	57
4.6	Interacción del peso y seccionamiento del cormo y cormelo de propagación de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) sobre el crecimiento foliar de las plantas.....	61
4.7	Interacción de la prebrotación y seccionamiento del cormo y cormelo de propagación de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) sobre el crecimiento foliar de las plantas....	63
4.8	Rendimiento total de cormos y cormelos de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) en relación con el peso, prebrotación y seccionamiento de los cormos y cormelos de propagación.....	70
4.9	Interacción del peso y seccionamiento del cormo y cormelo de propagación de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) sobre el número de cormos para propagación producido.....	75
4.10	Interacción de la prebrotación y seccionamiento del cormo y cormelo de propagación de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>) sobre el número de cormos para propagación producido.....	75
4.11	Incremento de materia seca de cormos y cormelos por cada unidad de área foliar producida durante el ciclo de crecimiento de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>).....	81
4.12	Incremento de materia seca de cormos y cormelos por cada unidad de longitud del pecíolo producido durante el ciclo de crecimiento de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>)	81

LISTA DE FIGURAS EN LOS APENDICES

<u>Número</u>		<u>Página</u>
1A	Esquema de las partes foliares (longitud de la nervadura central y del pecíolo) medidas en las plantas de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>).....	96
1B	Tipos de seccionamiento del cormo y cormelo de propagación de tiquisque morado (<u>Xanthosoma violaceum</u>).....	104
2B	Distribución de los tratamientos en las parcelas grandes y pequeñas de acuerdo al diseño del experimento.....	105

1. INTRODUCCION

En el trópico húmedo bajo los cultivos que producen raíces, tubérculos y cormos ofrecen alto potencial de producción alimenticia. Entre ellos, Xanthosoma spp de la familia Araceae presenta posibilidades de difusión en esas áreas.

Este género recibe varios nombres comunes de acuerdo al lugar donde se cultive, en Costa Rica es conocido como tiquisque (5, 15). Es originario de América Tropical, desde México a Brasil, aunque la mayoría de las especies cultivadas actualmente se localizan en el Caribe (14, 17). Se conocen más de 30 especies, pero solo unas seis son importantes para fines alimenticios. De ellas, X. sagittifolium y X. violaceum son las más difundidas (19).

En este género, como en muchos otros con órganos de almacenamiento subterráneo, la reproducción sexual es muy escasa debido a falta de floración, dificultad en el transporte de polen a las flores femeninas, esterilidad y dormancia de las semillas (4, 14). Esto ha causado que el tiquisque morado se propague tradicionalmente por medio de "semilla" vegetativa con el uso de cormos principales y laterales (12, 19).

El tipo de material de propagación que comúnmente utiliza el agricultor, pedazos de cormo principal de 100 gramos seccionados transversal y longitudinalmente respecto al eje del cormo entero, produce alta variabilidad morfológica en las poblaciones. Esto causa un crecimiento y maduración de plantas desuniforme, limitando la cosecha total del cultivo en una época determinada.

Con base en este problema se estableció la siguiente hipótesis de trabajo:

- el peso del propágulo, el origen de éste en la planta madre, la

presencia de yema terminal y la prebrotación de las yemas del material de propagación, no influyen en el establecimiento uniforme del cultivo ni en la producción de cormos y cormelos.

Para probar esta hipótesis se planteó una investigación con el siguiente objetivo:

- Evaluar el efecto de: diferentes pesos de propágulos y su origen en la planta madre, presencia de yema terminal y prebrotación de las yemas del material de propagación, sobre la uniformidad en el establecimiento del cultivo y componentes de rendimiento.

Para alcanzar el objetivo propuesto y con el fin de que en el análisis no surgieran interacciones múltiples entre los factores, que son complejas de interpretar, la investigación se dividió en dos secciones:

1. Considera el efecto del peso y origen del propágulo y la yema terminal en el material de propagación.
2. Relaciona el tipo de propágulo, seccionamiento y prebrotación del material de propagación.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Propagación vegetativa

En la mayoría de cormos y tubérculos tropicales, el órgano de almacenamiento, además de ser acumulador de carbohidratos, también es un órgano reproductivo (14).

La reproducción vegetativa es necesaria en estos cultivos debido a su escasa producción de semilla sexual, como resultado de factores naturales y culturales. Entre los naturales están: incompatibilidad, dicogamia, semillas anormales, dormancia de semillas y ataque de plagas y enfermedades a las flores y semillas. Entre las culturales se puede mencionar al hombre que ha llevado clones a regiones donde la condición ambiental no favorece la producción de semillas; otro factor cultural importante consiste en que las plantas se cosechan cuando el órgano de almacenamiento llega a la madurez fisiológica, lo que ocurre antes del inicio de floración; por último se puede mencionar que el uso de clones por mucho tiempo puede haber incrementado los fenómenos que limitan la fertilidad al extenderlo en grandes poblaciones (5, 14).

En las aráceas (Xanthosoma spp y Colocasia spp), morfológicamente, el cormo primario es el tallo principal de la planta y los cormos secundarios (cormelos) corresponden a las ramas, ambos tipos de cormos se pueden utilizar como material de propagación. La edad del material de siembra depende de su posición en el cormo, las partes apicales corresponden a lo más joven y la parte basal a lo más viejo (7, 11).

2.1.1 Tipos de propágulos

Para la siembra de tiquisque, se pueden usar diversos tipos de propágulo Vegetativo a partir de los cormos. Estos tipos se pueden agrupar en: a-cormos pequeños enteros, b-secciones de cormos grandes, c-cormelos laterales enteros, d-cortes de tallos o pimpollos que consisten en la porción apical del cormo junto con la porción basal de los pecíolos (6, 19, 20).

Las plantas que provienen de cormos producen rendimientos mayores que los cormelos, las de cortes de tallo o pimpollo, producen aún más que los cormelos, posiblemente debido a brotación más rápida y mayor desarrollo de raíces y follaje, en comparación con las plantas provenientes de los otros tipos de propágulos (19, 20).

Cualquiera que sea el tipo o sección de cormo utilizado en la propagación de tiquisque, las yemas se pueden brotar antes de plantar el propágulo. Se recomienda colocar el material en un sitio fresco, húmedo y cubierto. También pueden enterrarse durante 8-10 días para que se señalen los puntos de brotación. Esto permite una emergencia más rápida de las plantas en el campo (12, 20).

2.1.2 Peso óptimo del propágulo

El peso del propágulo está en relación directa con el rendimiento que se obtiene a la cosecha. En Nigeria se observó que usando cormos de propagación de peso grande (156-185 g) y mediano (99-129 g), el rendimiento de cormos fue mayor que con el uso de cormos de propagación de menor peso (43-71 g). Sin embargo, la brotación mostró un comportamiento inverso, los propágulos de menor peso brotaron más rápido que los de mayor peso, lo que se atribuyó a concentración mayor de fósforo en el

material más joven y a una relación lineal positiva entre esta característica y la brotación (8).

La relación entre el peso del propágulo y el rendimiento de cormos a la cosecha, se puede atribuir a un mayor tamaño y desarrollo de las yemas de los cormos grandes en comparación con las yemas de los cormos más pequeños (23), lo que permite a las plantas provenientes de cormos grandes crecer vigorosas y desarrollar más follaje (22).

2.1.3 Seccionamiento del corno y cormelo de propagación

Cuando se selecciona el corno principal como material de propagación, es común seccionarlo en pedazos de 60-140 g con dos o tres yemas cada uno. Generalmente en la cosecha, los cormos de tiquisque presentan tamaños variables, y por lo tanto, la forma de seccionamiento varía según el tamaño.

En cormos grandes, se realiza un corte paralelo al eje dividiéndolo en dos partes; cada una de ellas se divide a su vez con dos cortes, uno paralelo y otro perpendicular al eje, obteniendo finalmente ocho propágulos. En cormos medianos, se realizan dos cortes, uno paralelo y otro perpendicular al eje, obteniendo cuatro propágulos. Los cormos pequeños se dividen únicamente con un corte paralelo al eje o pueden plantarse enteros (10).

Con el uso del seccionamiento transversal de los cormos, se encontró que la sección superior o apical supera a las secciones de la mitad y de la base del corno en velocidad de brotación, desarrollo del área foliar, rendimiento total de cormos a la cosecha y peso promedio de cormos y cormelos. Esto indica que la presencia de yema terminal (apical) en el material de propagación, influye positivamente en el rendimiento (22,

24). Este efecto de yema terminal, se ha asociado con la presencia de enzimas y con el mayor tamaño de la yema terminal en comparación con las demás yemas del cormo (16).

Cuando se elimina artificialmente el efecto de dominancia apical, las secciones superiores del cormo también superan en cantidad de brotes a las secciones medias y basales (8, 22). Esto se debe a la presencia de un mayor número de yemas por unidad de área en la sección superior y a que estas yemas de la sección apical del cormo, tienen un período de dormancia más corto, lo que permite el desarrollo de un mayor número de brotes (24).

En el material de propagación sin yema terminal, la producción y desarrollo de los brotes es más lenta que en el material con yema terminal, aunque esta diferencia puede ser compensada posteriormente por el mayor área foliar total en la planta producto de un mayor número de brotes (22).

Por medio del análisis de la composición química de los cormos de tiquisque, se determinó que las secciones jóvenes contienen más nitrógeno, fósforo y almidón que las secciones viejas. Al mismo tiempo se determinó que en las secciones viejas el calcio y la fibra cruda son mayores que en las jóvenes. Existe una relación lineal positiva entre la concentración de fósforo en el material de propagación y la brotación de las yemas del mismo, aunque en el establecimiento de poblaciones, el efecto se invierte ya que debido al alto contenido de nitrógeno, fósforo y humedad de las secciones jóvenes, son más vulnerables al ataque de microorganismos del suelo (8).

2.2 Relación entre las variables de crecimiento y de rendimiento

El crecimiento del tiquisque se ha dividido en tres sub-períodos:

1. Crecimiento lento del follaje desde la brotación hasta la aparición de cormos secundarios.
2. Rápido crecimiento del follaje desde la aparición de cormos secundarios hasta el máximo desarrollo foliar, 100-180 días.
3. Rápido crecimiento de cormos secundarios y declinación progresiva del follaje, 180-300 días (25).

Existe una correlación positiva entre área foliar en las plantas de tiquisque y el rendimiento de cormos (38). Esta relación con el área foliar es más evidente en la época en que las plantas presentan el máximo desarrollo foliar; es decir, entre los meses 5 y 7 después de la siembra aproximadamente (9, 24).

La altura de la planta de tiquisque es otra variable que se correlaciona positivamente con el rendimiento en cormos. Por lo tanto, cualquier práctica que conduzca a lograr un índice óptimo de área foliar y mayor altura de las plantas, debe ser considerada si se desea mayor rendimiento; entre ellas, se incluye el efecto del material de propagación (9, 23).

Aunque la variabilidad en las poblaciones de tiquisque es un aspecto importante, la información al respecto es escasa, por lo tanto es conveniente realizar estudios específicos que contribuyan a aumentar el conocimiento sobre el cultivo.

3. INFLUENCIA DEL PESO DEL PROPAGULO Y LA PRESENCIA O AUSENCIA DE LA YEMA TERMINAL SOBRE LA UNIFORMIDAD MORFOLOGICA DE LA POBLACION Y COMPONENTES DE RENDIMIENTO

3.1 Materiales y métodos

La etapa de campo se efectuó en el lote No.12 del área experimental "La Montaña", del CATIE, en Turrialba, Costa Rica, a 9°54' latitud norte y 83°39' longitud oeste, con elevación de 600 m.s.n.m. En los cuadros 1 y 2 del apéndice A se presenta la información correspondiente a las condiciones climáticas del CATIE en los últimos años y durante la etapa de campo de esta investigación.

Se utilizó la especie Xanthosoma violaceum conocido en Costa Rica como "tiquisque morado". El material de propagación se seleccionó de una finca comercial localizado en el Distrito de La Rita, Cantón de Pococí, Limón.

3.1.1 Tratamientos

Se evaluaron dos factores, peso del propágulo y yema terminal. En el primero se designaron cinco categorías para tener representación de todo el rango de pesos de cormos y cormelos que produce la planta, en el segundo las categorías fueron con y sin yema terminal. La descripción de los factores y sus categorías se presenta en el cuadro 3.1.

Los factores evaluados se combinaron en un factorial 5x2, dentro de un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Los diez tratamientos originados de esta combinación son: P₁C, P₁S, P₂C, P₂S, L₁C, L₁S, L₂C, L₂S, L₃C, L₃S.

Cuadro 3.1 Descripción de los factores y categorías evaluados.

FACTOR	CATEGORIA	CARACTERISTICAS
1- Peso del propágulo	P ₁	Cormo principal de 2500g
	P ₂	Cormo principal de 750g
	L ₁	Cormelo de 250-400 g
	L ₂	Cormelo de 100-200 g
	L ₃	Cormelo de 50-99 g
2- Yema terminal	C	Presente
	S	Ausente ^{1/}

^{1/} La eliminación de la yema terminal del cormo se hizo por medio de un corte transversal.

El experimento se plantó entre el 24 y 25 de junio de 1982.

3.1.2 Labores agrícolas

El suelo se preparó 10 días antes del inicio de la siembra. Primero se pasó el arado y luego se rastreó. Se hicieron lomillos de 30 cm de alto con un alomillador acoplado a un tractor. Sobre los lomillos se realizaron hoyos variando la profundidad de los mismo en relación con el tamaño del propágulo de cada tratamiento.

La fertilización se hizo con base en el análisis químico del suelo y los requisitos del cultivo (9, 12). Se aplicó 100-100-120 kg de N, P₂O₅ y K₂O/ha respectivamente. Como fuentes de fertilizantes se empleó el nitrato de amonio con 33% N, triple superfosfato con 46% P₂O₅ y cloruro de potasio con 61% K₂O. A los 60 días de la siembra se aplicó

50% de N y 100% de P y K y a los 120 días el restante 50% de N. El fertilizante se colocó al lado de la planta de hoyos hechos con espeque.

Para evitar el daño por nemátodos y plagas del suelo se aplicó cabofuran^{1/} antes de las siembras de dosis de 3 kg i.a/ha.

En el control de malas hierbas se usó el herbicida glifosato^{2/} en pre-emergencia a 45ml i.a/16 litros de agua cubriendo el área experimental completamente. A los 60 días de esta aplicación (inmediatamente después de la primera fertilización) se realizó un deshierbe manual y aporque de las plantas. Posteriormente se continuó realizando deshieras aproximadamente cada 60 días durante el ciclo del cultivo.

Después de 90 días de la "siembra" y durante todo el período lluvioso en intervalos de 22 días, fue necesario aplicar los fungicidas benomil^{3/} en dosis de 0,63 g.i.a/litro para combatir Corticium rolfsii Curso, e hidróxido de cobre^{4/} en dosis de 1,4 g.i.a/litro para combatir la bacteria Xanthomonas sp.

3.1.3 Variables de respuesta

Emergencia de plantas. Se evaluó el máximo número total de plantas que emergieron en cada tratamiento, con base en un total de 60 plantas, correspondientes a la población máxima teórica de la parcela total de cada repetición.

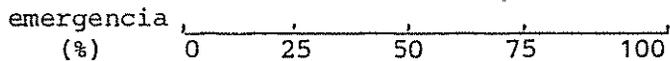
1/ Furadán
2/ Roundup
3/ Benlate
4/ Kocide

Energía de emergencia

Se evaluó la emergencia de plantas en cada tratamiento por unidad de tiempo, como una respuesta de la energía concentrada en el propágulo con relación al peso y procedencia del mismo (18).

$$E.E. = \frac{\text{plantas emergidas (\%)}}{\text{tiempo (días)}}$$

Se realizaron registros periódicos del número de plantas emergidas en intervalos de ocho días, hasta que no se manifestó incremento respecto al muestreo anterior. El período y el porcentaje de emergencia se dividió en cuatro unidades iguales:



Se elaboró una escala arbitraria de calificación con cuatro grados; excelente, bueno, regular y malo. La designación para cada uno es:

1. excelente: si en el primer cuarto de tiempo se presenta una emergencia igual o mayor al 75%.

2. bueno: si en el primer cuarto de tiempo se presenta una emergencia igual o mayor al 50%;

b- si en los primeros dos cuartos de tiempo se presenta una emergencia igual o mayor al 75%.

3. regular: a-si en los primeros dos cuartos de tiempo se presenta una emergencia igual o mayor al 50%;

b-si en los primeros tres cuartos de tiempo se presenta una emergencia igual o mayor al 75%

4. mala: si en los primeros tres cuartos de tiempo se alcanza una emergencia menor de 50%.

Longitud del pecíolo más alto. Se seleccionaron 12 plantas por parcela al azar^{1/} (cuatro en cada surco de la parcela útil) y se midió la longitud del pecíolo más alto (cm) desde el nivel del suelo hasta la unión con la lámina foliar (figura 1A). La evaluación se inició a los 60 días de la "siembra" en intervalos de 30 días hasta la cosecha.

Area foliar. Con base en métodos de medición del área foliar usado en Aráceas citados en la literatura (3, 20, 23), se desarrolló una metodología de evaluación indirecta, que permite no eliminar las hojas de las plantas en cada muestreo.

De toda la población de plantas se tomó una muestra de 500 hojas de manera que estuvieron representadas en ella todos los tamaños, y se midió el área foliar (cm²) con un medidor electrónico portátil (LI 3000), y la longitud de la nervadura (cm) de las mismas. Ambas medidas se asociaron en una ecuación exponencial de forma:

$$Y = a x^b$$

donde

Y = área foliar

x = longitud de la nervadura central

a = intercepto entre X e Y

b = pendiente

El coeficiente de determinación entre el área foliar y la longitud de la nervadura central fue de $R^2 = 0.97$ y la ecuación obtenida:

$$Y = 0.550505 x^{2.2065827}$$

^{1/} En las plantas seleccionadas se evaluó las variables: longitud de pecíolo, área foliar y rendimiento de cormos.

En las plantas seleccionadas, se midió periódicamente la longitud de la nervadura central (figura 1A) de todas las hojas, iniciando los muestreos a los 60 días de la plantación con intervalos de 30 días hasta la cosecha.

El área foliar se determinó con la aplicación de la ecuación obtenida en el método desarrollado a las mediciones de longitud de la nervadura central de las hojas.

Rendimiento de cormos y cormelos. Se consideraron las siguientes categorías:

1. Calidad comercial

A. Comestible

a. primera - cormelos de forma alargada, sanos, mayores de 18 cm de longitud y 5 cm de diámetro en el segmento más ancho, con peso aproximado de 250 gramos.

b. segunda - agrupa los cormelos sanos, alargados, mayores de 12 cm de longitud.

B. Para propagación

Incluye los cormos principales que se utilizan como material de propagación en plantaciones futuras.

2. Calidad no comercial. Son los cormelos deformados, rajados, con daños fisiológicos o patológicos y los menores de 11 cm de longitud.

3.1.4 Análisis de la información

Las variables de respuesta, longitud de pecíolo más alto, área foliar, rendimiento de cormos de calidad comercial y no comercial, se evaluaron a través de análisis de varianza y pruebas de Duncan (0,05),

de acuerdo con el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = u + \alpha_i + \beta_j + \lambda_k + (\beta\lambda)_{jk} + \xi_{ijk}$$

donde:

- Y_{ijk} = variable de respuesta
 u = media poblacional
 α_i = efecto de la i ésima repetición
 β_j = efecto del j ésimo peso de propágulo
 λ_k = efecto de la k ésima categoría de yema terminal
 $(\beta\lambda)_{jk}$ = efecto de la interacción del j ésimo peso de propágulo y la k ésima categoría de yema terminal
 ξ_{ijk} = error experimental

Para la variable energía de emergencia se aplicó la escala de calificación establecida en la descripción de la metodología.

Se utilizó análisis de regresión para determinar la dependencia de la variable rendimiento de cormos de otras variables de crecimiento como área foliar y longitud del pecíolo más alto.

Las regresiones se ajustaron a las siguientes funciones:

lineal $Y_i = b_0 + b_1 X_1$

cuadrática $Y_i = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$

logarítmica $Y_i = b_0 X_1^{b_1}$

exponencial $Y_i = ac^{kX_1}$

donde:

Y_i = variable de respuesta

X_i = variable aleatoria

b_1 = tasa lineal

b_2 = tasa cuadrática

k = tasa de crecimiento

3.2 Resultados y discusión

Las condiciones climáticas que prevalecieron durante la etapa de experimentación se resumen en el cuadro 2A.

La temperatura media varió entre 20.9 y 23.3°C y la precipitación mensual entre 8.8 y 531.0 mm. El período más seco fue de diciembre de 1982 a abril de 1983, en él se presentó un balance hídrico negativo (figura 3.1).

En el mes de marzo, la precipitación total registrada puede considerarse alta (218 mm), sin embargo, su distribución fue muy irregular; en los primeros 4 días del mes se produjo el 91% de la precipitación y durante los restantes 27 días, únicamente un 9%. En general, la precipitación se distribuyó irregularmente durante el período experimental.

3.2.1 Emergencia total de plantas

Para la emergencia de plantas y las demás variables evaluadas, no se presentaron diferencias entre las repeticiones; posiblemente debido a uniformidad de las condiciones del suelo: pendiente y características físico-químicas en el área experimental, y en el material de propagación usado entre las repeticiones de cada tratamiento (cuadro 3A).

El peso del cormo de propagación y la presencia o ausencia de yema terminal, no afectaron la emergencia de plantas en forma conjunta, aunque si se produjo efecto del peso del cormo de propagación en forma independiente (cuadro 3A).

La emergencia de plantas se incrementó gradualmente, de 83 a 100%, con el aumento del peso del cormo de propagación. La prueba de Duncan (0,05) separó la emergencia de las cinco categorías de peso de propágulo en tres grupos (figura 3.2).

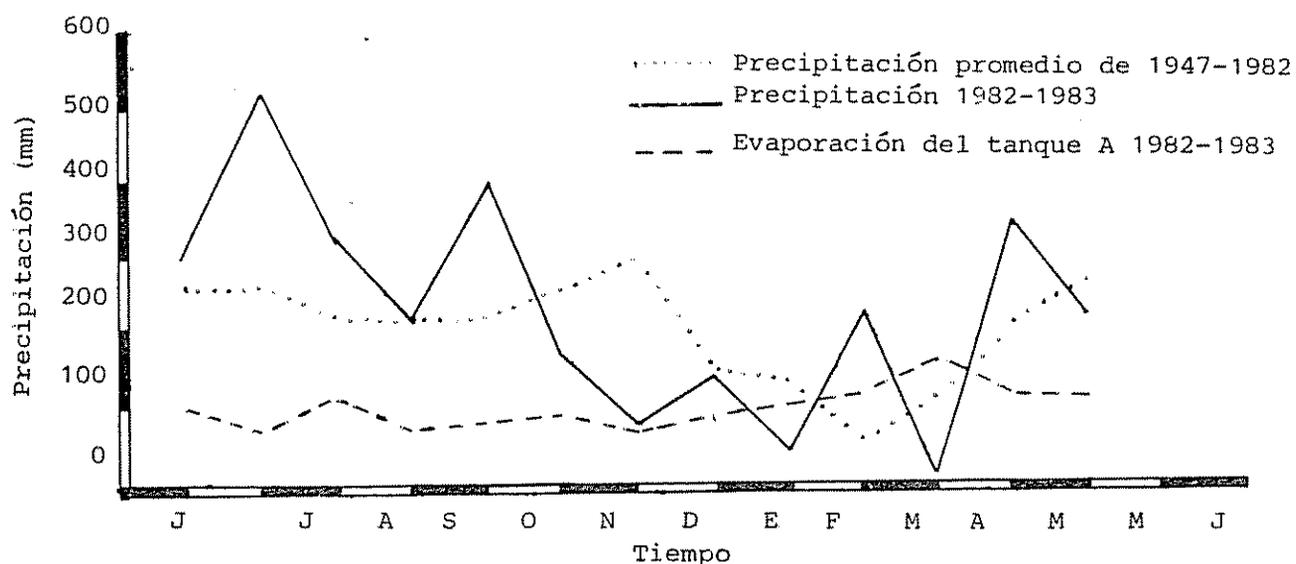


Figura 3.1 Precipitación y evaporación (balance hídrico atmosférico) durante la etapa experimental, según la información de la Estación Meteorológica del CATIE.

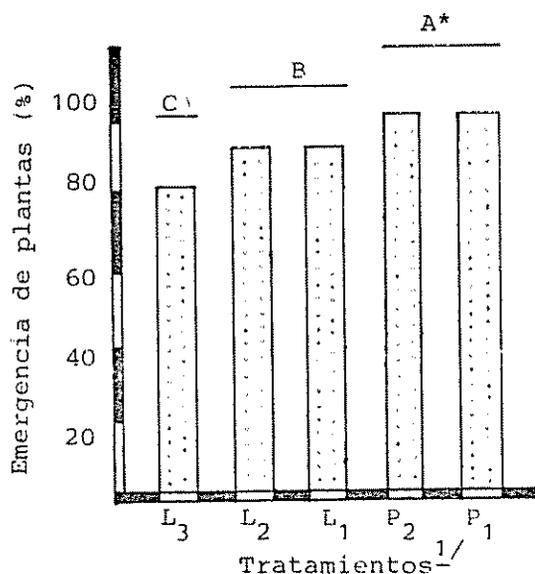


Figura 3.2 Emergencia total de plantas de tiquisque morado (Xanthosoma violaceum) respecto al peso del propágulo.

1/ P₁ y P₂ = propágulos de corno principal de 2500 y 750g;
L₁, L₂ y L₃ = propágulos de cormelos laterales de 325,
150 y 50g respectivamente.

* Promedios con igual letra no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan al 0,05 .

Sobre la emergencia influye directamente el número y estado fisiológico de las yemas en el cormo. A mayor tamaño del mismo, existe más área de corteza que permite a la vez la presencia de mayor número y desarrollo más avanzado de las yemas. Por lo tanto, la probabilidad de producción de brotes está favorecido en los propágulos más grandes.

Se debe considerar el efecto negativo de la mayor succulencia y concentración de nitrógeno y fósforo en el material de propagación más joven de tiquisque sobre la brotación reportado en la literatura (8). Esto probablemente favorece la muerte de los brotes en los cormelos por ataque de microorganismos.

3.2.2. Energía de emergencia de plantas

Se hicieron muestreos periódicos de las plantas emergidas en cada tratamiento hasta el día 110 después de plantado, fecha en la que el incremento del porcentaje de emergencia respecto al muestreo anterior no fue importante.

El período de emergencia se dividió en cuatro sub-períodos de acuerdo con la metodología descrita, y se evaluó con la escala de emergencia pre-establecida.

La energía de emergencia descendió de "excelente" a "regular" con la disminución en el peso del propágulo (figura 3.3). Con las categorías mayores de este factor (P_1 y P_2), se lograron mayores porcentajes de emergencia en un período de tiempo más corto. Las otras categorías (L_1 , L_2 y L_3) produjeron porcentajes de emergencia menores y necesitaron de un período de tiempo más largo en relación con P_1 y P_2 .

En todos los tratamientos evaluados, se distinguieron dos fases en el período de emergencia. Independientemente de la fecha de inicio

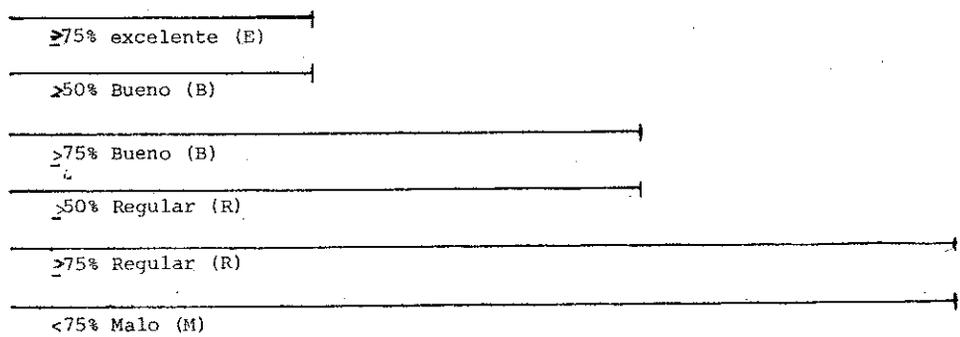
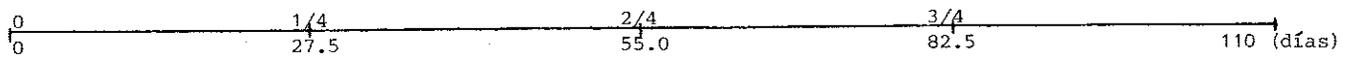
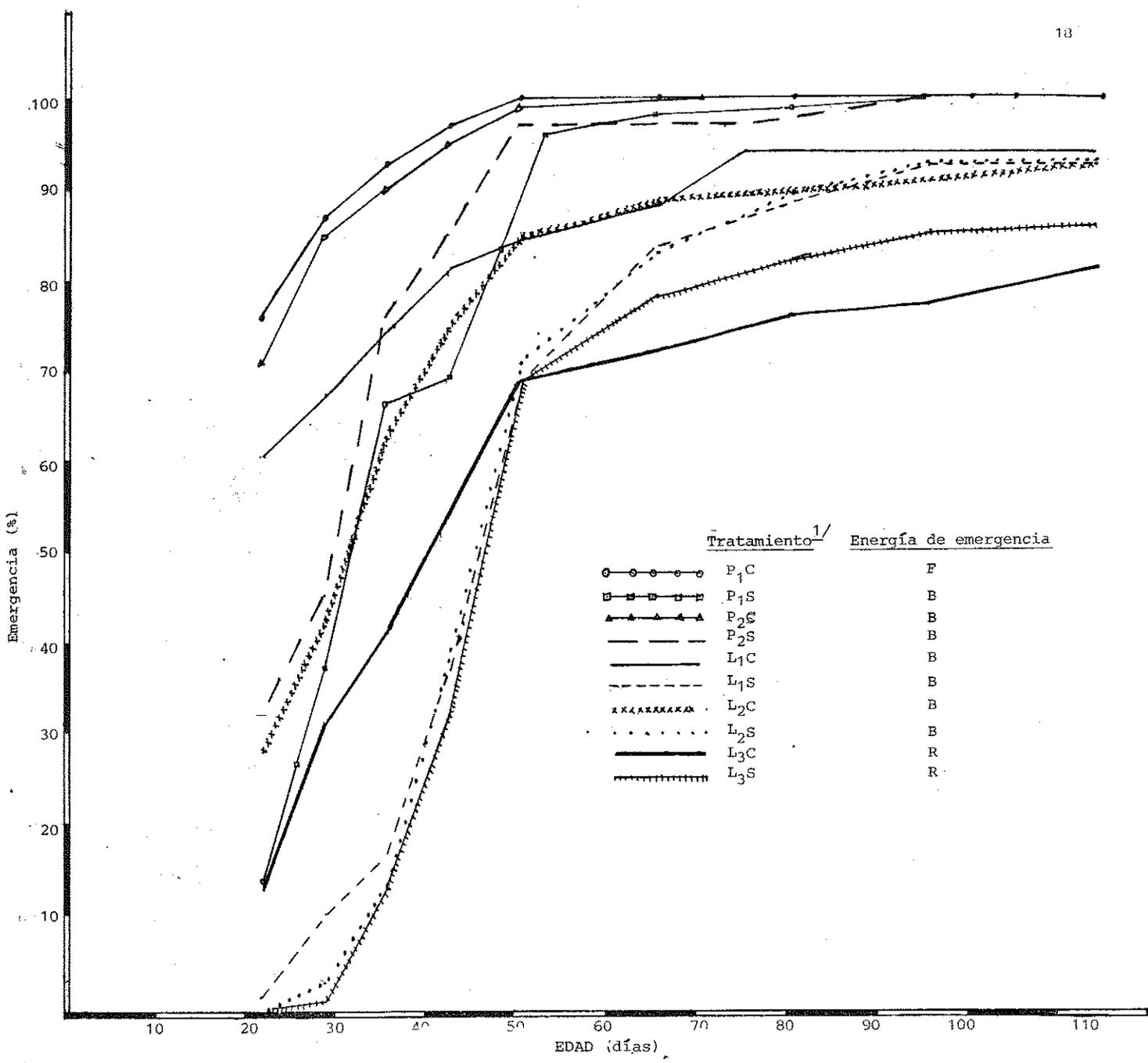


Figura 3.3 Energía de emergencia de los propágulos de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) en relación con el peso y la presencia o ausencia de la yema terminal.

1/ P₁ y P₂ = propágulos de corno principal de 2500 y 750 g; L₁, L₂ y L₃ = propágulos de cornelos laterales de 325, 150 y 50 g respectivamente, C y S = con y sin yema terminal.

de la misma, primero se presentó una emergencia acelerada hasta un punto de inflexión y luego se continuó incrementando pero con un ritmo lento hasta la estabilización.

La tendencia de comportamiento de las curvas de energía de emergencia es similar para todos los tratamientos. Las diferencias en relación con el tiempo pueden estar motivadas por el estado fisiológico de las yemas, como un efecto directo del tamaño del propágulo.

En los cormos de mayor peso, P_1 y P_2 , las yemas están morfológicamente y fisiológicamente desarrolladas y aptas para brotar cuando las condiciones ambientales sean favorables. También contribuye la mayor cantidad de reservas en los cormos y yemas grandes, que permite la formación de brotes vigorosos desde el inicio del crecimiento.

La ausencia de "yema terminal" influyó en la energía de emergencia únicamente con el uso de corno principal. Cuando la yema terminal está presente, la energía de emergencia es superior (figura 3.3).

Con el uso de cormelo lateral no se produjo diferencia entre las dos categorías de yema terminal. Sin embargo, al comparar las curvas de energía de emergencia, se observa que para todos los pesos de propágulo (L_1 , L_2 , L_3 , P_1 , P_2) la presencia de yema terminal incrementó la velocidad de emergencia. Este efecto es más evidente durante la fase de emergencia acelerada.

Con la evaluación de los resultados se destaca que la energía de emergencia es mayor en los propágulos de mayor peso con yema terminal.

3.2.3 Longitud de pecíolo más alto

En general, la longitud del pecíolo más alto no se afectó por el peso del propágulo y yema terminal de manera conjunta, aunque si se produjo efecto independiente de ambos con diferencias entre sus categorías, durante algunos períodos del ciclo de crecimiento (cuadro 4A).

En las plantas de tiquisque de corno principal, el crecimiento de pecíolos se puede dividir en cuatro etapas (figura 3.4). Primero un crecimiento rápido de cero a 90 días; continuó el incremento en el crecimiento hasta el día 180 pero de manera menos rápida; posteriormente se produjo un descenso constante en la longitud de pecíolos y a partir del día 330 de nuevo el crecimiento se incrementó hasta la cosecha.

En las plantas de cormelos laterales, la etapa de crecimiento rápido de pecíolos se alargó hasta el día 120 (30 días más que en el principal), continuando luego con un incremento lento, a partir del día 270 se produjo un descenso muy leve y ascendió de nuevo a los 330 días.

La presencia de cuatro etapas diferentes en el ciclo de crecimiento y la secuencia de las mismas es diferente de otras aráceas (X. sagittifolium y Colocasia esculenta), en las que el ciclo de crecimiento de la parte aérea se caracteriza por tener un crecimiento inicial lento, luego se acelera y por último disminuye hasta la muerte de la planta (8, 20).

Comparando las figuras 3.1 y 3.4, se puede observar que la etapa de disminución de la longitud de pecíolos en las plantas de corno principal (P_1 y P_2), corresponde al período de menor precipitación, de diciembre a abril. La etapa de reinicio del crecimiento coincide con el período en que se incrementó la precipitación, de mayo a julio. En las plantas de cormelo lateral, el único período de disminución leve del

1	1 A	1 A	1 A	1	1 A	1	4	5	5	4	4
2 A	2 B	2 B	2 B	2 A	2	3	1	4 A	4	5	5
3	3 C	3	3	4	3 B	2 A	3 A	3 B	3 B	3 A	3 A
4 L	4 P	4 C	4 C	3 B	4	4	5	1 B	2 B	1	1
5	5	5	5	5	5	5	2	2	1 C	2	2

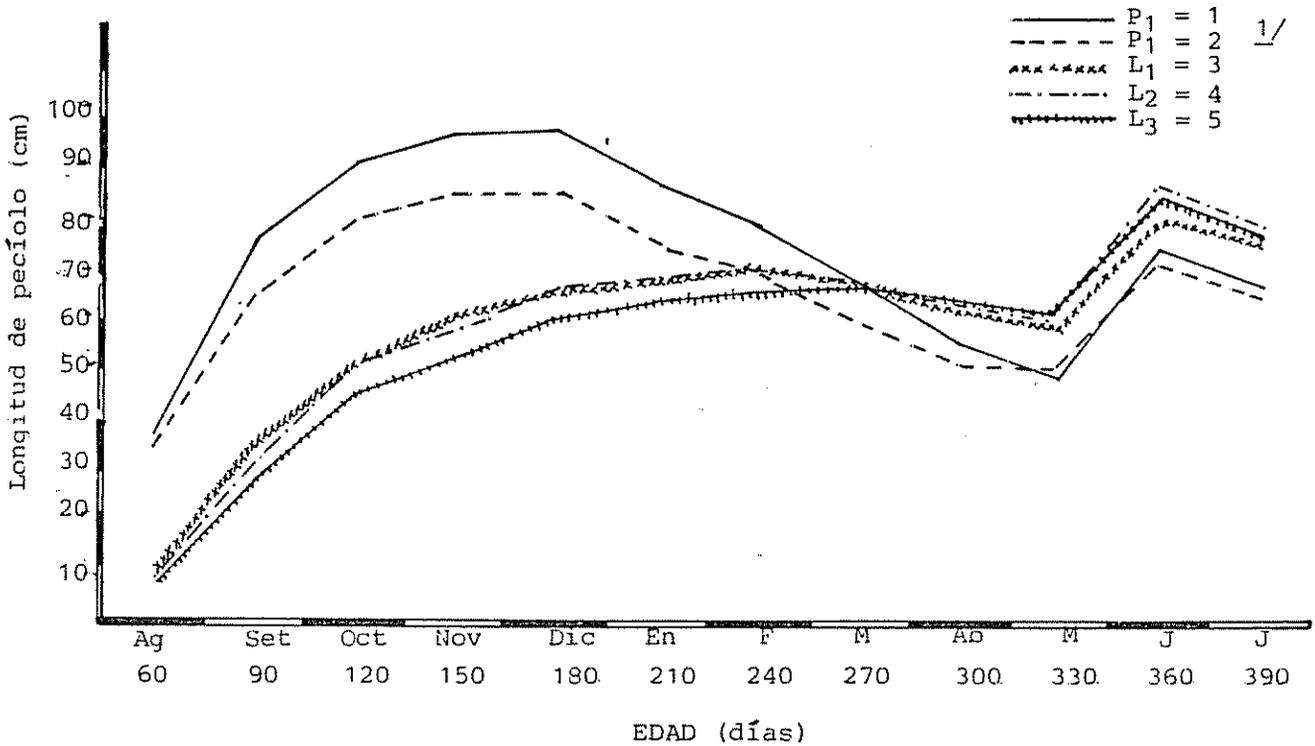


Figura 3.4 Crecimiento de la longitud del pecíolo más alto de las plantas de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) durante el ciclo de crecimiento en relación con el peso del propágulo.

1/ P₁ y P₂ = propágulos de cormo principal de 2500 y 750q;
 L₁, L₂ y L₃ = propágulos de cormelos lateral de 325, 150 y 50q respectivamente.

* Promedios con igual letra no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan al 0,05 .

crecimiento de pecíolos fue de febrero a mayo, en el que el balance hídrico fue negativo en su mayor parte.

De acuerdo con la información disponible en la literatura sobre las condiciones ambientales, las aráceas son cultivos que requieren alta precipitación (2.000 mm) y distribución equilibrada de ella en todo el ciclo de crecimiento (13, 15). Con base en la comparación del crecimiento de las plantas en relación con la precipitación, es posible pronosticar que cuando no se presentan períodos de escasez de lluvia, la tendencia de crecimiento del tiquisque morado es similar a otros géneros y especies de la familia Aráceae, con la salvedad de que el ciclo de crecimiento es más extenso.

La época de siembra es un aspecto importante en relación con los requerimientos hídricos del cultivo y la región donde se establezca la población. En la presente investigación la siembra se hizo al final del mes de junio, sin embargo, si en la misma región se siembra en el mes de abril, el cultivo tendrá aproximadamente siete meses con precipitación abundante (figura 3.1, cuadro 2A) que le permitiría un crecimiento adecuado. Al llegar la época seca estaría en la fase de movilización acelerada de reservas hacia los cormos y cormelos (8, 20).

Durante los primeros 210 días, las plantas provenientes de corno principal desarrollaron pecíolos más largos que las de cormelos, en el resto del período de crecimiento, el comportamiento se invirtió. Este efecto se comprobó por medio de la prueba de Duncan 0,05, (incluida en la misma figura 3.4) en la que el número de agrupaciones disminuyó con el avance en el ciclo de crecimiento de las plantas.

El crecimiento de las plantas de cormelo lateral, presentaron retraso en comparación con las plantas de corno principal. Este es el

resultado del comportamiento de otras variables escritas como "emergencia y energía de emergencia".

El efecto de la yema terminal en los cormos y cormelos, se manifestó con la producción de plantas con pecíolos más largos durante todo el ciclo de crecimiento (figura 3.5), aunque la superioridad con respecto a las plantas de propágulos sin yema terminal es pequeña y únicamente significativa durante los períodos de crecimiento acelerado, es decir, de cero a 120 días y de 300 a 360 días.

La variabilidad entre la longitud de los pecíolos de las plantas es similar en todos los tratamientos. En general, existe uniformidad entre las plantas con respecto a esta variable. Los coeficientes de variación son pequeños, menores de 30%, durante la mayor parte del ciclo de crecimiento, excepto en los primeros 60 días (cuadro 3.2).

Designando un comparador general que corresponde a la variabilidad presente en el tipo propágulo que usa el agricultor, pedazos de corno principal, es posible observar que la agrupación del material de propagación por peso reduce la variabilidad entre la longitud de los pecíolos de las plantas (cuadro 3.2).

3.2.4 Area foliar

El peso del propágulo y la yema terminal no afectaron en forma conjunta el crecimiento foliar de las plantas. De manera independiente, el peso del corno y cormelo afectó el desarrollo foliar entre los diferentes tratamientos durante los primeros 240 días. La presencia de yema terminal sólo influyó en los primeros 60 días (cuadro 4A).

En las plantas provenientes de corno principal, el crecimiento presentó varias etapas diferenciables (figura 3.6).

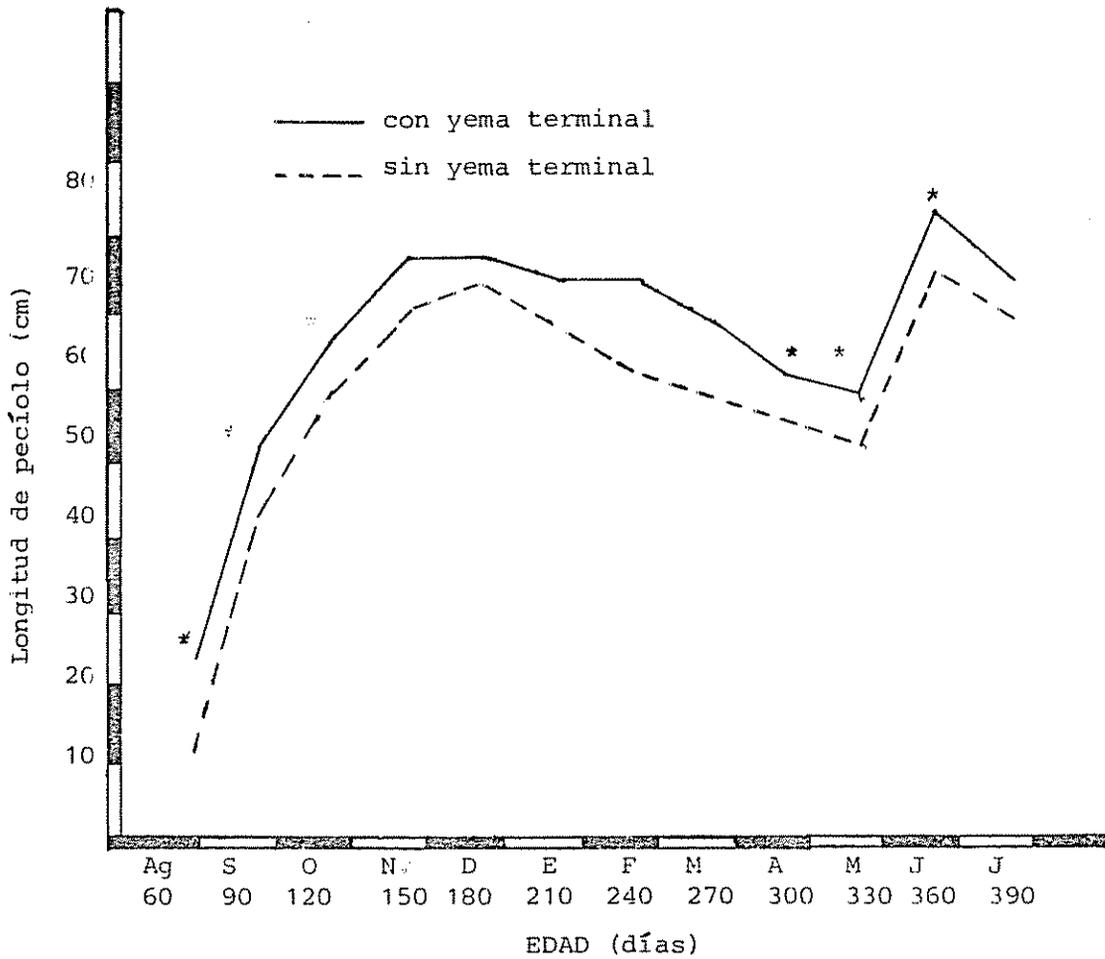


Figura 3.5 Crecimiento de la longitud del pecíolo más alto de las plantas de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) durante el ciclo de crecimiento en relación a la presencia o ausencia de la yema terminal en el propágulo.

* Diferencia significativa según el análisis de varianza al 0,05 .

Cuadro 3.2 Coeficientes de variación de las variables área foliar y longitud de pecíolos de plantas de tiguisque morado (Xanthosoma violaceum) respecto al peso del propágulo y yema terminal durante el ciclo de crecimiento.

	EDAD (días)																							
	AREA FOLIAR									LONGITUD DE PECIOLLO														
	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	60	90	120	150	180	210	240	290	300	330	360	390
P ₁ C	94 ^{3/}	71	59	69	77	71	72	76	95	97	62	75	35	18	12	13	17	21	19	23	28	27	16	20
F ₁ S	129	51	42	64	74	91	79	83	118	104	75	75	65	12	25	14	19	19	21	20	26	22	17	17
P ₂ C	84	75	79	90	109	79	91	122	110	113	93	85	45	21	15	23	24	20	26	28	31	25	19	16
P ₂ S	112	71	60	65	69	76	81	97	96	91	80	91	52	16	16	17	17	26	28	29	31	28	28	30
L ₁ C	170	57	81	66	56	53	63	43	47	52	41	38	110	25	22	23	23	21	21	23	22	21	16	20
L ₁ S	214	71	52	55	54	60	56	68	78	67	58	62	150	25	17	19	15	19	17	24	23	23	22	18
L ₂ C	163	62	42	44	40	41	38	49	50	42	45	48	106	28	22	17	14	17	15	17	19	20	13	09
L ₂ S	241	72	70	58	46	52	56	56	55	61	55	54	198	35	21	23	19	16	16	17	19	19	15	16
L ₃ C	194	75	57	67	50	71	71	68	69	56	57	61	112	39	17	22	22	19	21	18	17	25	17	17
L ₃ S	198	59	53	64	68	74	98	89	74	72	57	53	157	29	19	22	18	20	19	19	24	22	19	20
COMPARADOR ^{2/} COMUN	201	112	78	84	101	103	128	122	93	98	109	107	158	46	35	33	30	30	43	41	47	49	41	58

1/ P₁ y P₂ = propáguos de corno principal de 2500 y 750 g; L₁, L₂ y L₃ = propáguos de cornelos laterales de 325, 150 y 50g respectivamente; C y S = con y sin yema terminal.

2/ Corresponde al tipo de propágulo que emplea el agricultor, pedazos de como principal.

3/ Promedio de 36 plantas (repeticiones).

de 0 a 120 días-incremento rápido
 120 a 150 días-estabilidad en el crecimiento
 150 a 180 días-decrecimiento rápido
 180 a 300 días-decrecimiento paulatino
 300 a 390 días-incremento leve

En las plantas provenientes de cormelo lateral, el crecimiento del follaje se puede dividir de la siguiente forma:

de 0 a 90 días-incremento paulatino
 90 a 150 días-incremento regularmente rápido
 150 a 210 días-estabilidad en el crecimiento
 210 a 300 días-decrecimiento leve
 300 a 390 días-incremento leve

A partir de los 150 días de la "siembra", el crecimiento foliar decayó para los pesos de propágulo P_1 y P_2 , y se estabilizó para los L_1 , L_2 y L_3 del mismo factor, siguiendo aparentemente el comportamiento de la distribución de la precipitación (figura 3.1 y 3.5). Tomando como referencia el comportamiento en el crecimiento de otros géneros y especies de la familia Araceae (8, 20); en los que se presenta un crecimiento lento en los primeros meses, luego se acelera y por último disminuye hasta la muerte de la planta; es factible predecir que en condiciones de alta precipitación durante todo el ciclo de crecimiento del tiquisque morado, se presenta un alargamiento en la etapa de "crecimiento estable" y el decrecimiento sea menos violento y más constante.

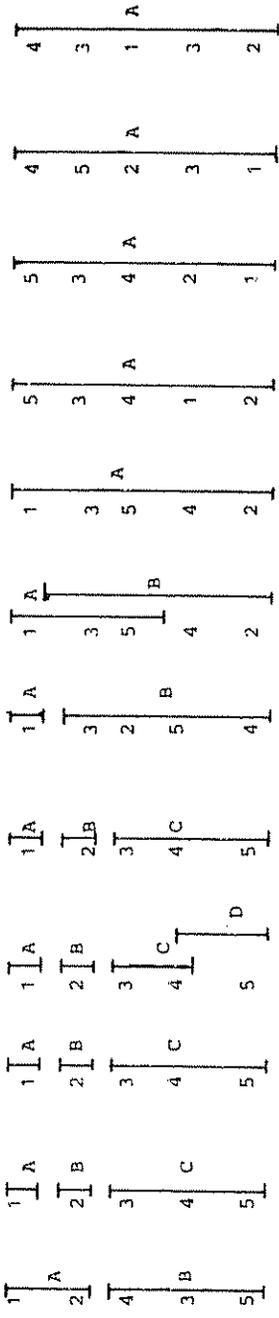
Las plantas provenientes de cormo principal desarrollaron un área foliar mayor que las provenientes de cormelo lateral durante los primeros 230 días después de la siembra. En el período de mayor crecimiento

foliar, 90 - 150 días, los pesos de propágulo P_1 y P_2 produjeron plantas con área foliar de 1,8 y 1,3 m^2 , mientras que para los L_1 , L_2 y L_3 las plantas desarrollaron un área foliar de 0,4 - 0,6 m^2 en el mismo período (figura 3.6).

Cuando se compara la distribución de las etapas de crecimiento foliar en plantas provenientes de cormo principal con las provenientes de cormelo lateral, se determina que en los últimos se produjo un retraso. Esto es consecuencia de la emergencia de plantas y energía de emergencia, las que a su vez son consecuencia del tamaño y estado fisiológico de los propágulos y yemas, y de las reservas alimenticias de ellos.

Con la prueba de Duncan, (0,05), incluida en la figura 3.6, se diferenciaron tres períodos en el desarrollo del área foliar. El primero es durante 180 días y existen tres agrupaciones: A para el peso P_1 , B para el P_2 , y C para L_1 , L_2 y L_3 . El segundo es hasta el día 230, el área foliar del peso P_2 es igualado por los L_1 , L_2 y L_3 . Durante el tercero las plantas de todos los tratamientos presentan un área foliar semejante.

La presencia de yema terminal en el propágulo, produjo plantas con mayor área foliar respecto a las sin yema terminal, únicamente durante los primeros 60 días después de la siembra. La diferencia de producción de follaje fue de 0,20 m^2 /planta y resultó significativo (0,05) de acuerdo con el análisis de varianza (cuadro 4A). Este resultado coincide con una investigación preliminar de invernadero (22) y refuerza la idea de que al eliminar la yema terminal se produce un retraso en la emergencia y en el crecimiento inicial de follaje de la planta, el cual posteriormente es compensado por el área foliar de un mayor número de brotes, producto de la inexistencia de dominancia apical.



$P_1 = 1$
 $P_2 = 2$
 $L_1 = 3$
 $L_2 = 4$
 $L_3 = 5$

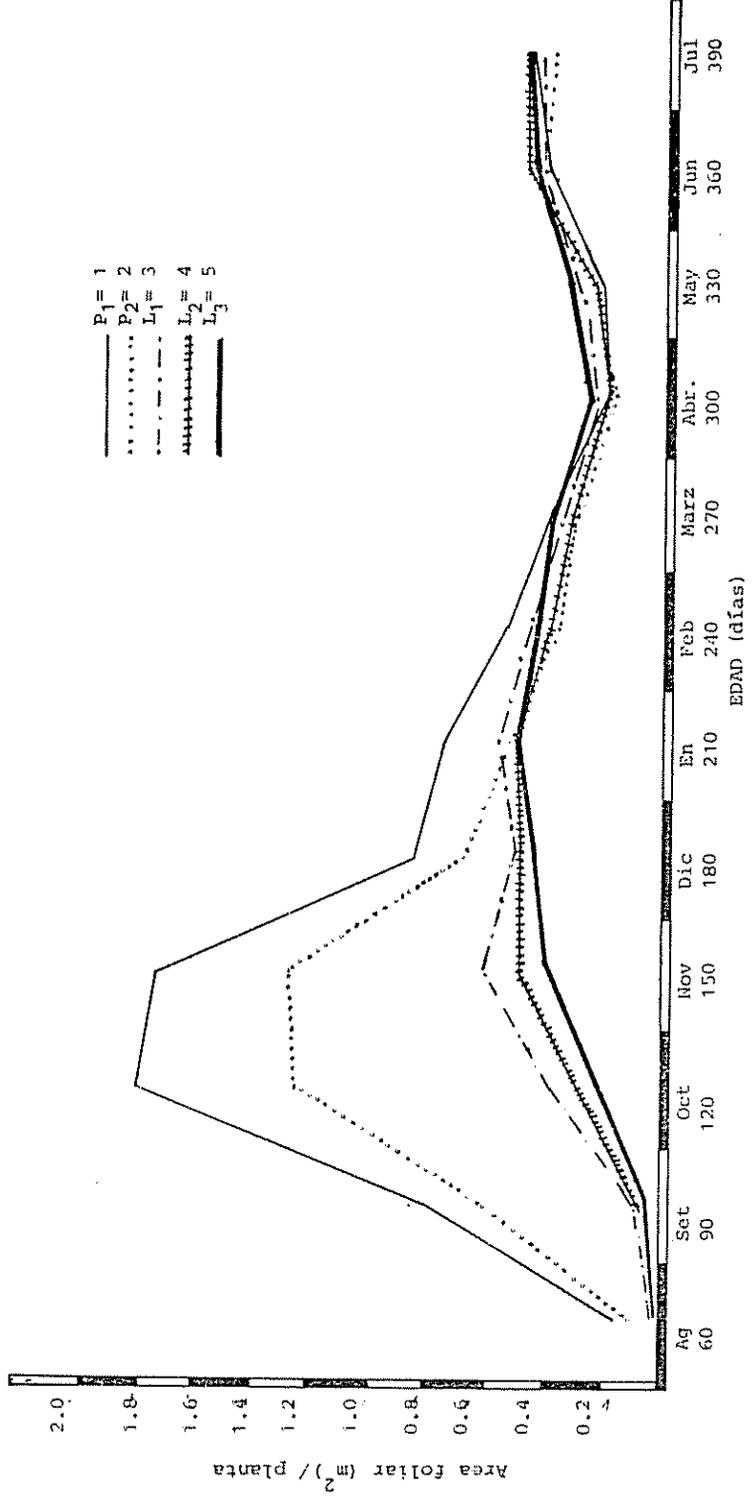


Figura 3.6 Crecimiento del área foliar de las plantas de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) durante el ciclo de crecimiento en relación con el peso del propágulo.

L_1 / P_1 y P_2 = propágulos de cormo principal de 2500 y 750g; L_1 , L_2 y L_3 = propágulos de cormelo lateral de 325, 150 y 50 g respectivamente.

* Promedios con igual letra no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan al 0,05.

La variabilidad del área foliar entre las plantas de los diferentes tratamientos de propágulo evaluados fue semejante y aproximadamente constante durante la mayor parte del ciclo de crecimiento, excepto durante los primeros 60 días, en que la variabilidad fue mayor (cuadro 3.2). Designando el tipo de propágulo comunmente utilizado por el agricultor, pedazos de cormo principal, como un tratamiento comparador, es posible establecer que la agrupación del material de propagación por peso reduce la variabilidad del crecimiento foliar entre las plantas.

3.2.5 Rendimiento de cormos y cormelos

Rendimiento total

El peso del propágulo y la presencia o ausencia de yema terminal, no afectaron en forma conjunta el rendimiento total de cormos y cormelos. Sin embargo, se produjo un efecto independiente de cada uno de esos factores (cuadro 3A).

Con el aumento en el peso del propágulo, la producción total se incrementó de 154.872 a 267.179 cormos y cormelos/ha y de 6.667 a 16.692 kg m.s./ha (cuadros 3.3 y 3.4).

Los cormos de mayor peso poseen yemas en estado de desarrollo anatómico y fisiológico más avanzado, que permiten un crecimiento rápido y vigoroso de la parte aérea de la planta, como se observó con la evaluación de la energía de emergencia, longitud del pecíolo más alto y el área foliar, lo que permite mayor fotosíntesis y por lo tanto más producción de reservas alimenticias para la formación de nuevos cormelos.

El número y peso de cormos y cormelos total producido por las plantas de cada peso de propágulo se separó en cuatro y tres agrupaciones

Cuadro 3.3 Rendimiento categorizado del número de cormos y cormelos de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) en relación con el peso del propágulo y la presencia o ausencia de la yema terminal.

TRATAMIENTO ^{1/}	NUMERO DE CORMOS Y CORMELOS/ha ^{4/}				
	PRIMERA	SEGUNDA	PARA PROPAGACION	NO COMERCIAL	TOTAL
P ₁	6.154 ^{2/}	52.308a	62.051ab	146.667a	276.179a
P ₂	4.615a	44.103ab	66.154a	133.846ab	248.718 b
L ₂	6.154a	32.308ab	45.641 b	104.102 bc	188.205 cd
L ₃	7.692a	29.231 b	27.179 c	90.769 c	154.872 d
C	7.179	43.077	35.897	116.923	203.077
S	5.128	33.333	64.103* ^{3/}	128.205	230.769*

1/ P₁ y P₂ = Propágulos de corno principal de 2500 y 750g; L₁, L₂ y L₃ = propágulos de cormelos laterales de 325, 150 y 50g respectivamente; C y S= con y sin yema terminal.

2/ Promedios con igual letra no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan al 0,05.

3/ Diferencia significativa entre tratamientos según el análisis de varianza al 0,05.

4/ Promedio de tres repeticiones.

Cuadro 3.4 Rendimiento categorizado del peso de cormos y cormelos de tiquisque morado (Xanthosoma violaceum) en relación con el peso del propágulo y la presencia o ausencia de la yema terminal.

TRATAMIENTO ^{1/}	KG. DE MATERIA SECA/ha ^{4/}				
	PRIMERA	SEGUNDA	PARA PROPAGACION	NO COMERCIAL	TOTAL
P ₁	538a ^{2/}	2.692a	9.975a	3.487a	16.692
P ₂	410a	2.154ab	6.128 b	2.718ab	11.410
L ₁	564a	1.282 b	4.128 b	2.385 b	8.359
L ₂	436a	1.436 b	3.513 b	2.256 b	7.641
L ₃	692a	1.231 b	2.897 b	1.846 b	6.667
C	656* ^{3/}	2.185*	4.626	2.533	10.000
S	400	1.333	6.031	2.544	10.308

1/ P₁ y P₂= Propágulos de cormo principal de 2500 y 750g; L₁, L₂ y L₃=propágulos de cormelos laterales de 325, 150 y 50g respectivamente; C y S= con y sin yema terminal.

2/ Promedios con igual letra no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan al 0,05 .

3/ Diferencia significativa entre tratamientos según el análisis de varianza al 0,05 .

4/ Promedio de tres repeticiones.

respectivamente con el análisis de varianza (0,01) y prueba de Duncan al 0,05 , siendo el peso P_1 significativamente diferente de los demás y formando un grupo aparte. Los otros pesos fueron reunidos en varios grupos de acuerdo al rendimiento obtenido (cuadro 3.3 y 3.4).

Cuando las plantas provienen de propágulos sin yema terminal, el número de brotes fue superior a los de plantas del propágulo con yema terminal, como resultado de la pérdida de la dominancia apical. Cada brote produjo primero un cormo característico semejante a un cormo principal, del cual se originaron los cormelos laterales. El conjunto de todos los cormelos laterales de las plantas provenientes de propágulo sin yema terminal superó en número a los que se produjeron en plantas desde propágulo con dominancia apical (cuadro 3.3).

Los cormelos producidos por las plantas de propágulo con yema terminal, tienden a superar en peso total a los de plantas sin dominancia apical, aunque no se registraron diferencias significativas entre ellos (cuadro 3.4). En consecuencia, el menor número de cormelos laterales en las plantas de propágulo con yema terminal, se compensa por un mayor peso por unidad producida.

La agrupación del rendimiento de cormos y cormelos en categorías permite obtener relaciones porcentuales de rendimiento entre cada categoría respecto al total y observar cual es la importancia relativa de la producción para cada factor evaluado (cuadro 3.5).

La relación del rendimiento de cormelos de calidad comercial primera y segunda fue semejante para las plantas de todos los pesos de propágulo. En la categoría no comercial, la relación de rendimiento se incrementó con los propágulos de menor peso; L_3 , L_2 y L_1 ; posiblemente como causa directa del retraso en el crecimiento de la planta y en la

Cuadro 3.5 Relación porcentual entre la producción categorizada de cormos y cormelos con la producción total de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) según el peso del propágulo y la presencia o ausencia de la yema terminal.

TRATAMIENTO ^{1/}	(PRODUCCION CATEGORIZADA/PRODUCCION TOTAL) x 100			
	PRIMERA	SEGUNDA	PARA PROPAGACION	NO COMERCIAL
P ₁	3,35	17,35	57,85	21,45
P ₂	3,40	18,70	54,10	23,80
L ₁	6,75	15,25	49,35	28,65
L ₂	5,55	18,85	45,85	29,75
L ₃	10,15	18,65	43,25	27,80
C	7,17	20,78	46,08	25,92
S	4,52	14,74	54,08	26,66

^{1/} P₁ y P₂ = Propágulos de corno principal de 2500 y 750g; L₁, L₂ y L₃ = propágulos de cormelos laterales de 325, 150 y 50g respectivamente; C y S = con y sin yema terminal.

acumulación de reservas. En la categoría para propagación (cormos principales), la relación del rendimiento se incrementó en plantas provenientes de propágulos de mayor peso, P_1 y P_2 , motivado por un mayor vigor de yemas y brotes (cuadro 3.5).

La presencia de yema terminal en los propágulos, incrementó la relación del rendimiento de cormelos de primera y de segunda, no afectó la categoría no comercial, aunque disminuyó la de propagación, motivado directamente por reducción del número de brotes (cuadro 3.5).

En el cuadro 5A se presenta el rendimiento de peso fresco y seco de cada una de las categorías de cormo con los tratamientos evaluados.

Rendimiento de calidad comercial

A- Comestible

Primera. El peso del propágulo y la presencia o ausencia de la yema terminal, no afectaron en forma conjunta el rendimiento de ninguna de las categorías (cuadro 3A).

El número y peso de cormelos de calidad primera producido fue semejante entre las plantas de los diferentes pesos de propágulo evaluados, variando de 4615 a 6154 cormelos/ha, y de 410 a 692 kg. m.s/ha respectivamente. Con el análisis de varianza y prueba de Duncan al 0,05 no se encontró diferencia significativa entre el promedio de rendimiento de los tratamientos (cuadros 3A y 3.3).

Durante la etapa experimental, aproximadamente a los 130 días después de la "siembra", se inició un período de poca precipitación hasta los 300 días, y por algún tiempo, el balance hídrico fue negativo. La época seca modificó la secuencia en el ciclo de crecimiento del cultivo y lo condujo a un descenso rápido en la biomasa aérea de las plantas, lo que a la vez alteró y disminuyó la producción y almacenamiento de

reservas, produciendo pocos cormelos de calidad primera. También influyó en el rendimiento la presencia de varios patógenos durante el ciclo de crecimiento, como bacterias (Xanthomonas sp) y virus principalmente, los que redujeron el potencial genético de las plantas para la producción y movilización de reservas.

El número y peso de cormos de calidad primera, fue mayor en las plantas provenientes de propágulos con yema terminal respecto a los de propágulos sin yema terminal, disminuyendo de 7,179 a 5,128 cormelos/ha y de 656 a 400 kg m.s./ha respectivamente. El análisis de varianza indicó diferencia significativa al 0,05 únicamente para el peso de cormelos de primera producido (cuadro 3A y 3.3).

El efecto de la yema terminal en la energía de emergencia, longitud de pecíolo y desarrollo inicial del follaje, descritos en las secciones anteriores, pueden haber capacitado a las plantas para acelerar su ciclo de crecimiento, y la adversidad del período seco fue menos efectivo sobre el acúmulo de reservas.

Segunda. El peso del propágulo y la yema terminal no afectaron en forma conjunta el rendimiento de cormelos de calidad segunda (cuadro 3A). Con el aumento en el peso del propágulo se incrementó el número de cormelos de calidad segunda producidos de 29,231 a 52.308 por ha, y el peso de cormelos de 1,231 a 2,692 kg m.s./ha.

El análisis de varianza y prueba de Duncan (0,05) establecieron que el número de cormelos entre las categorías L_3 y P_1 fue significativamente diferente, entre las demás no hubo diferencia. El peso de cormelos de segunda producido fue estadísticamente diferente entre el peso P_1 y los pesos de cormelos de propagación, L_1 , L_2 y L_3 (cuadros 3A y 3.3).

Las plantas que provienen de propágulos con yema terminal, produjeron mayor número y peso de cormelos de calidad segunda, que las de propágulos sin yema terminal. Posiblemente el efecto de un crecimiento inicial más rápido de las plantas de propágulos con dominancia apical les permitió acumular y movilizar más reservas antes de que se presentara el período seco.

La disminución en la producción del número y peso de cormelos de segunda por efecto de la ausencia de la yema apical en el propágulo fue de 43.077 a 33.333 cormelos/ha y de 2.185 a 1.333 kg m.s./ha respectivamente. Sin embargo, con el análisis de varianza sólo se estableció diferencia significativa (0,05) para el peso de cormelos de segunda producido (cuadro 3A y 3.3).

B- Cormos para propagación

En el proceso de crecimiento de las plantas de tiquisque morado, las yemas originan un brote, entre éste y la posición de la yema en el propágulo se desarrolla una estructura con características de corno principal que servirá como material de propagación en posteriores siembras, además de originar los cormelos laterales.

Los propágulos principales, de mayor peso, tienen yemas más crecidas que los laterales y desarrollan brotes más vigorosos, que a su vez producen una base o nuevo material de propagación grande y de mayor peso.

El número y peso de cormos para propagación se incrementó de 27.179 a 66.154/ha y de 2.897 a 9.975 kg m.s./ha respectivamente con el aumento en el peso del propágulo desde 50 hasta 2.500 gramos (cuadros 3.3 y 3.4).

El análisis de varianza (0,01) indicó que el rendimiento de

cormos para propagación fue significativamente diferente entre los tratamientos evaluados. El número de cormos fue diferente, según la prueba de Duncan al 0,05, entre las plantas provenientes del propágulo principal respecto a las plantas provenientes de propágulo lateral de 50g. El peso de cormos fue diferente entre las plantas del propágulo P₁ respecto a los demás P₂, L₁, L₂ y L₃ (cuadro 3.3 y 3.4).

Cuando se eliminó la yema terminal del propágulo, la producción del número de cormos para propagación fue de 54.103 por ha, mientras que en propáguos con yema terminal fue de 35.897 cormos/ha, entre ambas existe diferencia significativa. El peso de cormos para propagación producidos por las plantas de propáguos sin y con yema terminal, fue de 6.031 y 4.626 kg m.s./ha respectivamente, sin diferencia significativa entre ellos. Esto muestra que el peso por unidad fue menor en los cormos para propagación producidos en las plantas provenientes de propáguos sin yema terminal (cuadro 3A, 3.3 y 3.4).

Rendimiento de calidad no comercial

Sobre el rendimiento no comercial no hubo efecto combinado de los factores evaluados, ni de la presencia o ausencia de yema terminal en el propágulo (cuadro 3A).

El número y peso de cormelos no comerciales se incrementó de 90.769 a 14.667/ha y de 1.846 a 3.487 kg m.s./ha, con el aumento del peso del propágulo desde 50 hasta 2.500 g (cuadros 3.3 y 3.4), indicaron diferencia significativa del número de cormelos no comerciales producidos, entre el peso del propágulo P₁ respecto a los L₃ y L₂; y para el peso de cormelos producidos entre el propágulo P₁ respecto a los propáguos laterales (cuadros 3A, 3.3 y 3.4).

Cuando se analizó el rendimiento total (suma de todas las categorías), se determinó que el rendimiento no comercial, en promedio, alcanzó el 26% del rendimiento total. Este valor fue superior al rendimiento de cormelos de calidad primera y segunda juntos.

El alto rendimiento de esta variable, el aumento de peso no comercial en los tratamientos que producen más rendimiento total, y el hecho de que el porcentaje de rendimiento no comercial en relación al total se incrementó con los propágulos de menor peso (L_1 , L_2 y L_3), son un efecto directo de la influencia que tuvo la presencia de un período de escasa precipitación en la disminución de las reservas de la planta, disminuyendo el proceso de tuberización. Es factible indicar que durante un ciclo de crecimiento del tiquisque morado, bajo condiciones óptimas de cantidad y distribución de la precipitación, el rendimiento no comercial posiblemente se reduzca a un porcentaje muy pequeño del rendimiento total, incrementándose simultáneamente el rendimiento de calidad primera y segunda.

3.2.6 Variabilidad en la producción de cormos y cormelos

La variabilidad presentada en el rendimiento de cada categoría en general, se aumentó con la reducción del peso del propágulo. Sin embargo, la presencia o ausencia de yema terminal no influyó de manera importante y constante la variabilidad entre las categorías de cormos y cormelos.

La agrupación del material de propagación por tipo y peso contribuyó a disminuir la variabilidad en el rendimiento, respecto al tipo de propágulo utilizado por el agricultor, pedazos de corno principal, en el que los coeficientes de variación siempre fueron mayores del 100% (cuadro 3.6).

3.2.7 Relación del área foliar y longitud de pecíolo por período de crecimiento con el rendimiento de cormos y cormelos

Las variables de crecimiento y rendimiento se relacionaron por medio de un análisis de regresión, en donde la variable de respuesta (Y) es el rendimiento total de cormos y cormelos, las variables independientes (X) son el área foliar y la longitud del pecíolo más alto.

Con base en la distribución de datos en cada muestreo, la regresión se ajustó a una función lineal. En el cuadro 3.7 se presentan los grados de ajuste (R^2) y las ecuaciones de las funciones.

La influencia del crecimiento de pecíolos y del follaje sobre la producción total de cormos fue mayor durante el período de máximo crecimiento aéreo, de 90 a 180 días.

El incremento de materia seca de cormos por unidad de longitud de pecíolo y área foliar producido (pendientes de las ecuaciones de regresión) fue mayor entre los 90 y 270 días del ciclo de crecimiento (figuras 3.7 y 3.8).

El período de mayor grado de ajuste (R^2) y magnitud de las pendientes de las ecuaciones de regresión, debe de ser el de mayor movilización de reservas producidas hacia los cormos. Por lo tanto dentro de los 90 y 270 días es más factible realizar estimaciones sobre el rendimiento de cormos.

3.2.8 Producción de materia seca de cormos y cormelos por unidad de materia seca de propagación

Para este cultivo, la relación entre el material de propagación y el rendimiento es importante porque en la propagación se usa parte de la producción obtenida.

Cuadro 3.6 Coeficientes de variación en la producción de cormos y cormelos de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) en relación con el peso del propágulo y la presencia o ausencia de la yema terminal.

TRATAMIENTO ^{1/}	COEFICIENTE DE VARIACION (%)			
	PRIMERA	SEGUNDA	PARA PROPAGACION	NO COMERCIAL
P ₁	67 ^{3/}	66	23	71
P ₂	97	58	62	99
L ₁	80	84	64	135
L ₂	91	112	75	160
L ₃	89	100	73	190
C	67	76	60	135
S	103	86	66	127
COMPARADOR ^{2/} COMUN	+500	221	100	118

1/ P₁ y P₂= propágulos de corno principal de 2500 y 750g; L₁, L₂ y L₃= propágulos de cormelos laterales de 325, 150 y 50g respectivamente; C y S= con y sin yema terminal.

2/ Corresponde al tipo de propágulo que emplea el agricultor, pedazos de corno principal.

3/ Promedio de 36 plantas (repeticiones).

Cuadro 3.7 Coeficientes y ecuaciones de regresión entre el área foliar y longitud del pecíolo más alto durante el ciclo de crecimiento con el rendimiento total de comos y cormelos de tiquisque morado (Xanthosoma violaceum).

EDAD (días)	AREA FOLIAR		LONGITUD DE PECIOLLO	
	R ²	ECUACION DE REGRESION	R ²	ECUACION DE REGRESION
30	49	Y=506.4+0.27X	51	Y=464.2+0.58X
60	57	Y=478.9+0.05X	62	Y=254.5+8.25X
90	65	Y=435.5+0.03X	67	Y=85.1+8.74X
120	75	Y=352.5+0.03X	82	Y=-67.2+10.1X
150	80	Y=127.1+0.09X	85	Y=235.8+11.66X
180	59	Y=30.0+0.11X	79	Y=463.0+15.36X
210	39	Y=193.9+0.10X	59	Y=540.5+16.74X
240	29	Y=229.6+0.12X	17	Y=27.8+9.36X
270	3	Y=503.2+0.06X	-	Y=573.1+1.14X
300	4	Y=487.2+0.05X	-	Y=863.5+(-4.04X)
330	16	Y=330.9+0.07X	-	Y=577.3+0.8X
390	17	Y=367.7+0.06X	-	Y=600.3+0.56X

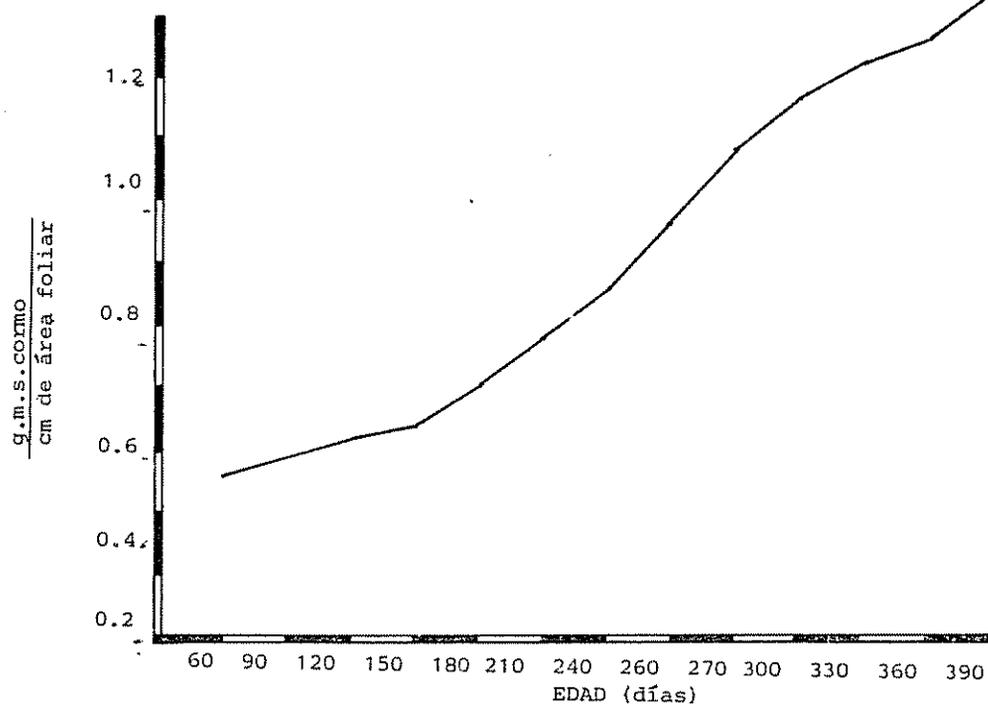


Figura 3.7 Incremento de materia seca de cormos y cormelos por cada unidad de área foliar (cm^2) producida durante el crecimiento de tiquisque morado (Xanthosoma violaceum).

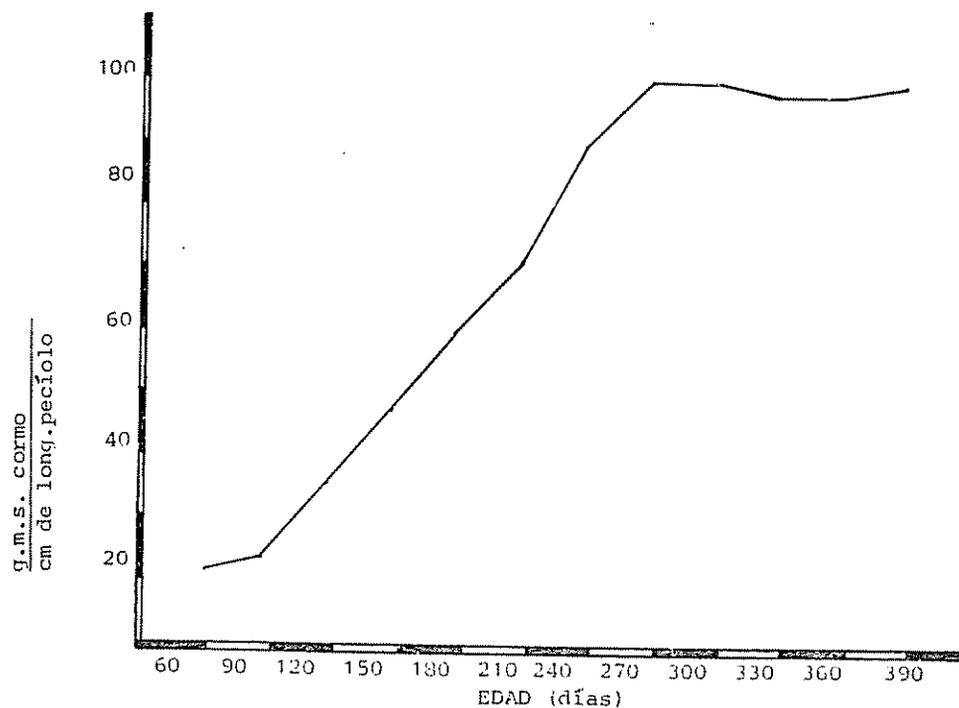


Figura 3.8 Incremento de materia seca de cormos y cormelos por cada unidad de longitud de pecíolo (cm) producido durante el ciclo de crecimiento de tiquisque morado (Xanthosoma violaceum).

La relación entre la producción de materia seca total y comercial por unidad de materia seca de propagación fue mayor con los propágulos de menor peso (cuadro 3.8).

Con un análisis de beneficio-costo parcial, considerando únicamente el insumo "material de propagación" y la producción de calidad comercial, el propágulo de menor peso, $L_3 = 50g$, presentó el mejor beneficio económico neto (cuadro 3.9). Este análisis económico parcial no pretende determinar la rentabilidad de una población de tiquisque morado, sino establecer un criterio que sirva como base para seleccionar el peso de propágulo apropiado.

En un análisis de beneficio-costo detallado, existen otros insumos que favorecen el beneficio neto obtenido con los pesos inferiores del material de propagación. Entre ellos se pueden citar el menor volumen de material a transportar, más rápido manejo y distribución en el campo, menor mano de obra para plantar y cosechar, menor cantidad de fungicidas e insecticidas, etc.

Cuadro 3.8 Relación entre el rendimiento total y comercial de cormos y cormelos de tiquisque morado (Xanthosoma violaceum) con la cantidad de material de propagación requerido.

TRATAMIENTO ^{1/}	REND. TOTAL kg m.s./ha	REND. COMERC. kg m.s./ha	MATERIAL DE PROPAGACION kg m.s./ha	REND. TOTAL/ MATERIAL DE PROPAGACION	REND. COMERC./ MATERIAL DE PROPAGACION
P ₁	16.692	13.179	13.744 ^{2/}	1,2	0,9
P ₂	11.410	8.667	4.154 ^{2/}	2,7	2,1
L ₁	8.359	5.949	1.897 ^{3/}	4,4	3,1
L ₂	7.641	5.385	872 ^{3/}	8,8	6,2
L ₃	6.667	4.821	154 ^{4/}	43,3	31,3
C	10.000	7.487	4.154	2,4	1,8
S	10.308	7.744	4.154	2,5	1,9

1/ P₁ y P₂ = propágulos de corno principal de 2500 y 750g; L₁, L₂ y L₃ = propágulos de cormelos laterales de 325, 150 y 50g respectivamente; C y S = con y sin yema terminal.

2/ Propágulos de corno principal. Peso seco = peso fresco x 0,35786.

3/ Propágulos de cormelos laterales de calidad primera y segunda. Peso seco = peso fresco x 0,3803.

4/ Propágulos de cormelo lateral no comercial. Peso seco = peso fresco x 0,1616746.

Cuadro 3.9 Análisis de beneficio-costo parcial para tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) basado en el material de propagación requerido y el rendimiento de cormos y cormelos producido^{1/}.

TRATAMIENTO ^{2/}	REND.COMERCIAL (T/ha) ^{3/}		MATERIAL DE PROPAGACION REQUERIDO ^{3/} (T/ha) ^{3/}	VALOR DEL REND.COMERC. ^{5/} (¢)/ha	VALOR DEL MATERIAL DE PROPAGACION ^{4/} (¢/ha) ^{4/}	BENEFICIO COMERCIAL NETO (¢/ha) ^{4/}
	PRIMERA	SEGUNDA				
P ₁	1,4	7,1	27,9	324.837	334.800	- 9.963
P ₂	1,0	5,7	17,1	214.728	100.000	114.728
L ₁	1,5	3,4	11,5	147.935	48.913	99.022
L ₂	1,2	3,8	9,9	134.076	22.500	111.576
L ₃	1,8	3,3	8,1	111.891	<u>6/</u>	119.891
C	1,7	5,8	12,9	185.348	101.243	84.105
S	1,0	3,5	16,8	191.239	101.243	89.996

1/ No considera insumos de manejo agronómico del cultivo.

2/ P₁ y P₂ = propágulos de corno principal de 2500 y 750g; L₁, L₂ y L₃ = propágulos de cormelos laterales de 325, 150 y 50g; Ç y S = con y sin yema terminal.

3/ Peso fresco.

4/ ¢1,00 = \$0.023

5/ Valor monetario de: calidad primera = ¢450/46kg, segunda = ¢450/46kg, para propagación = ¢450/46kg.

6/ Propágulos de cormelos no comerciales. No se le asignó valor monetario.

4. INFLUENCIA DEL PESO, PREBROTACION Y SECCIONAMIENTO
DEL PROPAGULO SOBRE LA UNIFORMIDAD MORFOLOGICA DE LA
POBLACION Y COMPONENTES DE RENDIMIENTO

4.1 Materiales y métodos

En esta sección se describe únicamente aquellos aspectos metodológicos que difieren significativamente de los del experimento descrito en la sección 3.

4.1.1 Tratamientos

Se evaluaron tres factores, peso de propágulo con dos categorías, como principal (P) y cormelo lateral (L); prebrotación del material de propagación con (c) y sin (s) prebrotación; y seccionamiento de cormos y cormelos de propagación con siete categorías, secciones transversales apical (ta), media (tm) y basal (tb), secciones longitudinales mitad (lm) y cuartos (lc), entero (E) y secciones pedazos (p).

Para la prebrotación se colocó el material de propagación en condiciones de sombra, alta temperatura y alta humedad relativa por 8-10 días. Los seccionamientos se hicieron tomando como referencia el eje principal del corno o cormelo transversalmente en tres y longitudinalmente en dos y cuatro segmentos (figura 1B). El término "pedazo" se refiere al seccionamiento en forma transversal y longitudinal para obtener aproximadamente 10 propágulos por corno principal y 7-8 propágulos por cormelo lateral (figura 1B, cuadro 1B).

Los tratamientos se ordenaron en un factorial 2 x 2 x 7 dentro de un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones. A las parcelas grandes, que fueron cuatro, correspondieron los factores peso y prebrotación del propágulo, cada uno con dos categorías. A la parcela pequeña

correspondió el factor seccionamiento que tiene siete categorías. La distribución de las parcelas se presenta en la figura 2B.

4.1.2 Análisis de la información

Las variables longitud de pecíolo; área foliar; rendimiento de calidad comercial y rendimiento de calidad no comercial, se analizaron como un arreglo factorial en parcelas divididas, de acuerdo con el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = u + \alpha_i + \beta_j + \lambda_{ij} + L_k + (BL)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

donde

Y_{ijk} = variable de respuesta

u = media poblacional

α_i = efecto de la i ésima repetición

β_i = efecto del j ésimo peso de propágulo y categoría de prebrotación

L_k = efecto del k ésimo seccionamiento del cormo o cormelo de propagación

ϵ_{ijk} = error experimental

Para la variable "energía de emergencia", se aplicó la escala de calificación establecida.

Se utilizó también un análisis de regresión para determinar la dependencia de la variable rendimiento de cormos de otras variables de crecimiento, tales como área foliar y longitud del pecíolo más alto.

4.2 Resultados y discusión

4.2.1 Emergencia de plantas

El peso, la prebrotación y el seccionamiento de cormos y cormelos de propagación influyeron conjuntamente sobre la emergencia de plantas

de tiquisque morado (cuadro 2B).

En promedio, el cormo principal produjo mayor número de plantas emergidas y mostró menos variabilidad entre las diferentes secciones evaluadas, en comparación con el número de plantas que emergieron de los cormelos laterales (figura 4.1).

Para los tratamientos de propágulo de cormo principal entero y seccionado, la prebrotación incrementó la emergencia de plantas únicamente en las secciones longitudinales "mitad y cuartos", lo mismo que la sección "pedazos" (figura 4.1). En el cormo principal las yemas son grandes y de buen vigor, sin embargo, las secciones mencionadas tienen una área de corteza pequeña con pocas yemas, y la prebrotación posiblemente incrementó su probabilidad de emergencia.

En el cormelo lateral, la prebrotación del material de siembra incrementó el número de plantas emergidas, en la mayoría de los propágulos excepto en los tratamientos cormo entero y sección transversal apical, que tienen en común la dominancia apical, producto de la presencia de la yema terminal con buen vigor de emergencia. Las demás yemas del cormelo lateral están menos desarrolladas y por lo tanto, al plantar propágulos sin prebrotar existe más probabilidad de que no emerjan o de que el brote requiera más tiempo para salir.

Todas las secciones del cormo principal lograron una excelente emergencia (99%). En el cormelo lateral las secciones "ta, lm, lc y E", la emergencia fue también buena (90%). En las secciones "lm" y "lc" el seccionamiento es longitudinal y permite la permanencia de varias yemas sub-apicales vigorosas, que en combinación con el factor prebrotación, incrementaron la emergencia. Resultados semejantes se han observado en la especie X. sagittifolium (24).

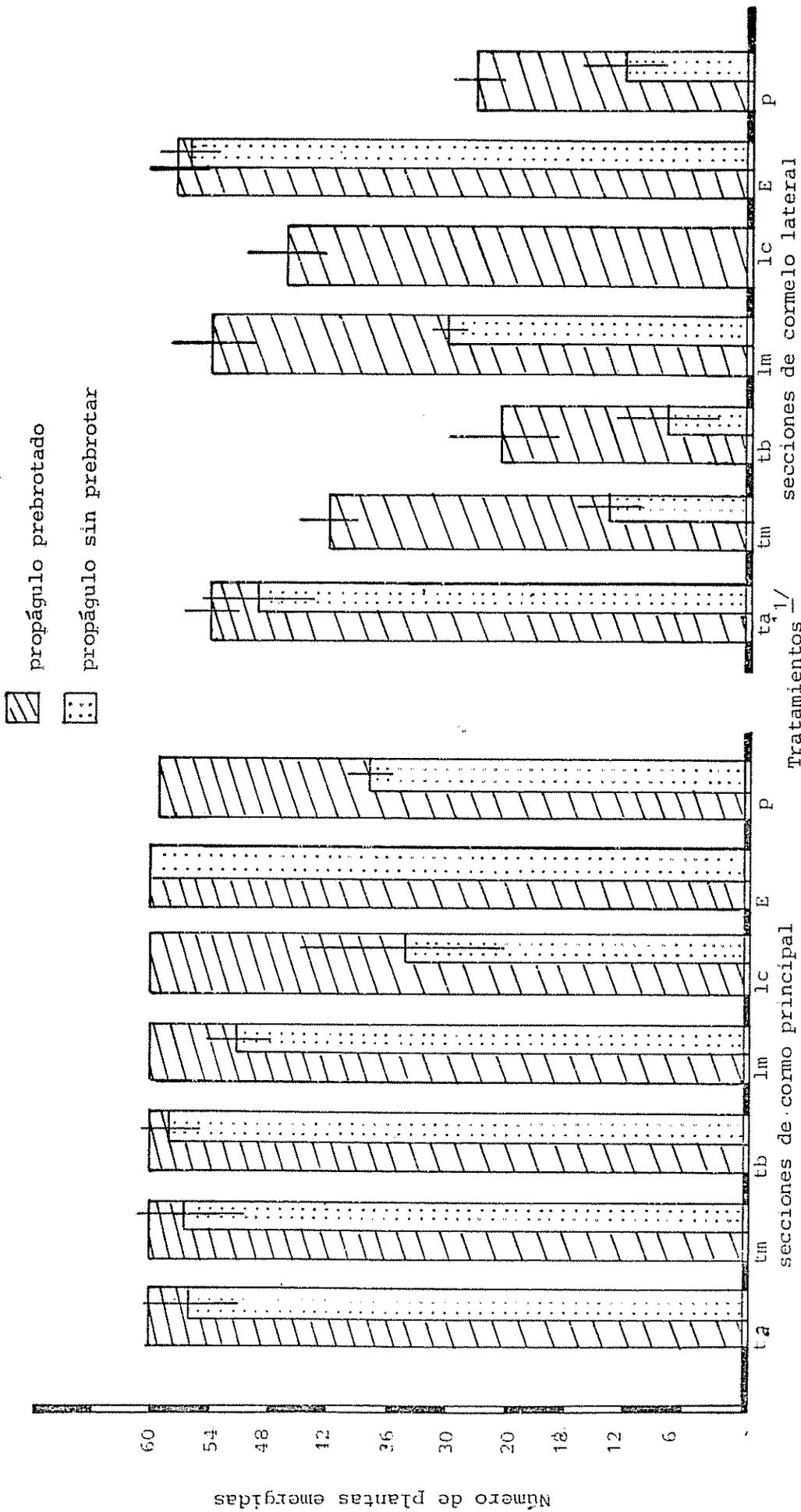


Figura 4.1 Interacción del peso, prebrotación y seccionamiento del cormo y cormelo de propagación sobre la emergencia de plantas de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*).

1/ ta, tm y tb= secciones transversales apical, media y basal; lm y lc= secciones longitudinales mitad y cuarto; E=entero y p= sección pedazos.

Con el tipo de seccionamiento transversal existe una gradiente de emergencia decreciente desde el ápice (t_a) hacia la base del cormo (t_m y t_b). Posiblemente ésta sea la respuesta a la menor dormancia de yemas y mayor concentración de fósforo en las secciones jóvenes (10).

Es importante observar que el tratamiento "pedazo" (p) de cormo principal (comúnmente usado por el agricultor de Costa Rica) con prebrotación, y los de cormelo lateral "ta", "E" y "lm" prebrochado, tienen una emergencia de plantas semejantes al cormo principal entero (E).

4.2.2 Energía de emergencia

Para evaluar la velocidad con que las yemas de los propágulos desarrollan brotes, se utilizó la escala de calificación descrita previamente en la metodología. La representación de energía de emergencia entre tratamientos se subdividió por factores para lograr mejor conceptualización (figura 4.2 y 4.3).

El peso del propágulo tuvo influencia en la energía de emergencia. Con el cormo principal los valores máximos de plantas emergidas se lograron en un menor tiempo (figura 4.2), en comparación con los cormelos laterales (figuras 4.3). Este resultado es el efecto directo del mayor tamaño y vigor de las yemas del cormo principal.

Un efecto similar al de peso del propágulo se presentó con el factor prebrotación. Las yemas del material de propagación prebrochado están en un estado de crecimiento fisiológico más avanzado ya que han recibido estímulos desde antes, lo que les permite tomar ventaja en la brotación. La prebrotación aceleró la emergencia (figura 4.2A y 4.3A) llegando a los valores máximos en un menor tiempo que los propágulos sin prebrochar (figuras 4.2B y 4.3B).

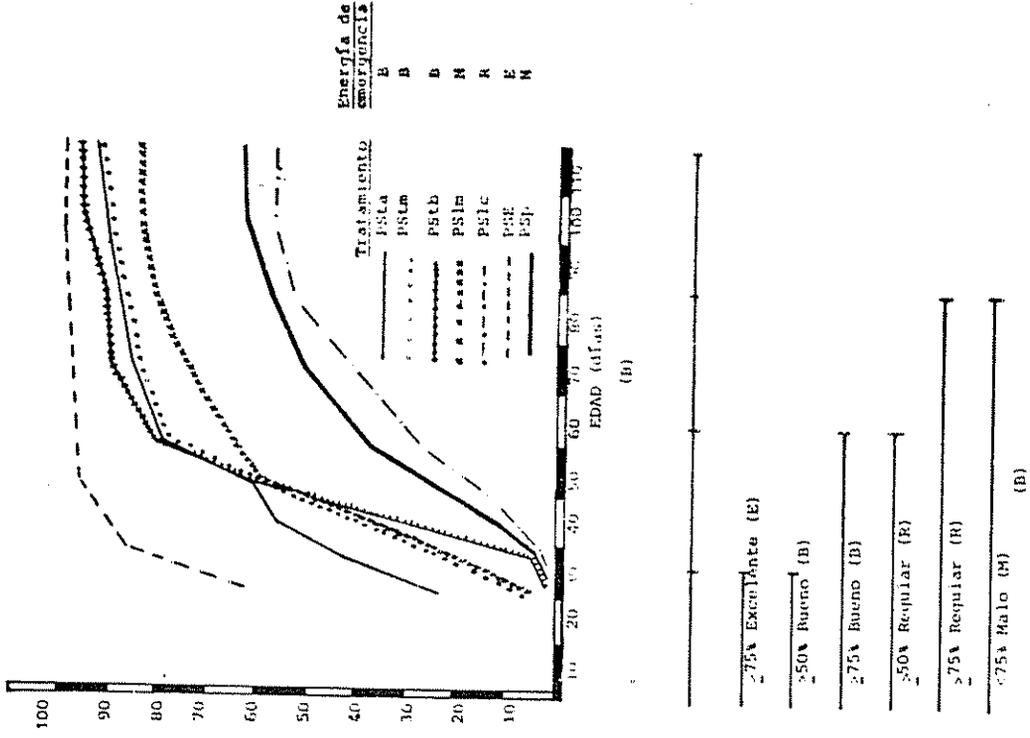
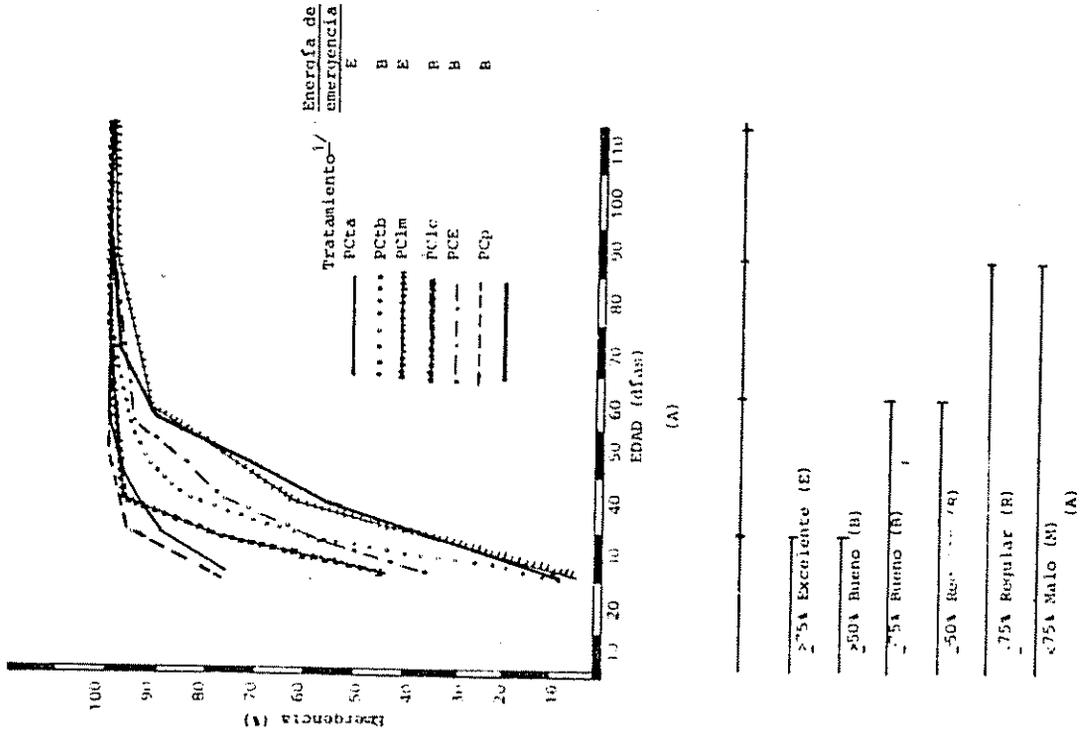


Figura 4.2 Emergencia de los propágules de tiquisque morado (Xanthosoma violaceum) en relación con el peso, prebrotación, y seccionamiento del cormo y cormo de propagación

✓ P= cormo principal; C= con prebrotación; S= sin prebrotación; ta, tm, tb= secciones transversales apical, media y basal; lm y lc= secciones longitudinales mitad y cuarto; E= entero; P= sección pedazo.

Tratamiento ^{1/}		Energía de emergencia	Tratamiento ^{1/}		Energía de emergencia
————	LCTa	B	————	LSTa	B
.....	LCTm	M	LSTm	M
————	LCTb	M	————	LSTb	M
XXXXXXXXXX	LC1a	R	XXXXXXXXXX	LS1a	M
————	LC1c	M	————	LSE	B
————	LCE	B	————	LSp	M
————	LCp	M			

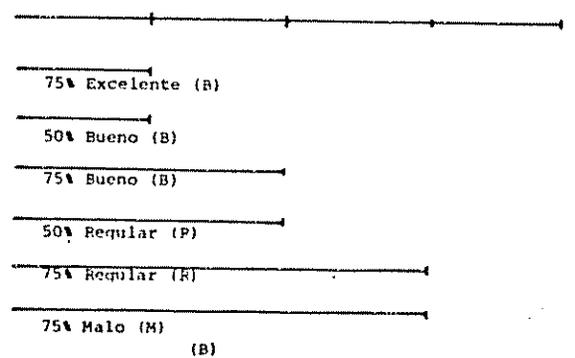
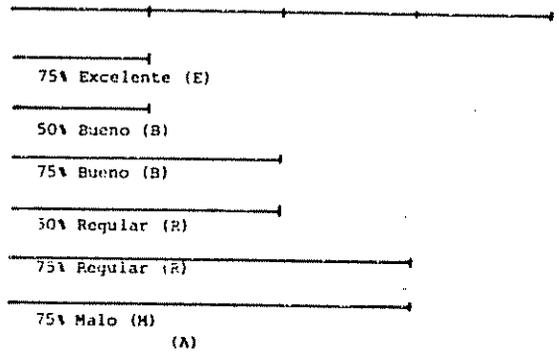
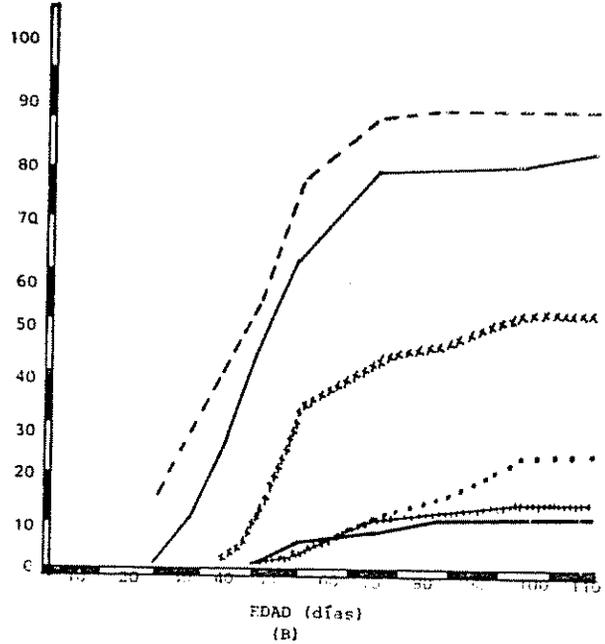
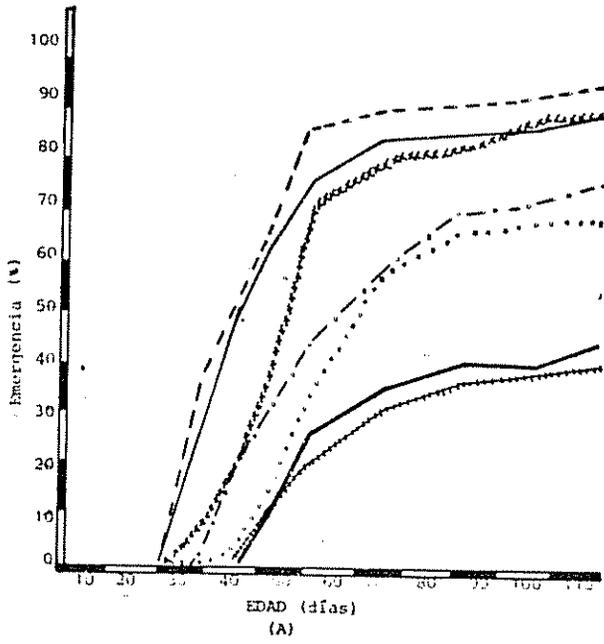


Figura 4.3 Energía de emergencia de los propágulos de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) en relación con el peso prebotación y seccionamiento del corno y cormelo de propagación.

^{1/} L= cormelo lateral; C= con prebotación; S= sin prebotación; ta, tm y tb= secciones transversales apical, media y basal; lm y lc= secciones longitudinales mitad y cuarto; E= entero; p= sección pedazos.

El seccionamiento del cormo y cormelo de propagación también produjo diferencias de energía de emergencia. Con los dos pesos de propágulo, los tratamientos entero (E) y sección transversal apical (ta), emergieron más aceleradamente y alcanzaron los valores de emergencia mayores en un tiempo más corto, calificando la energía de emergencia como "excelente" en el cormo principal y "buena" en el cormelo lateral. Este resultado se debe al efecto de dominancia apical ejercido por la yema terminal en esos tratamientos del seccionamiento (figuras 4.2 y 4.3). Las demás secciones del cormo principal prebrotado, "tm, tb, lm, lc, p" y las secciones "tm" y "tb" del mismo cormo sin prebrotar presentaron "buena" energía de brotación. Para los otros tratamientos, la energía de brotación es a lo más "regular", posiblemente por un menor desarrollo (mayor dormancia) y vigor de las yemas.

4.2.3 Longitud del pecíolo más alto

La longitud que alcanzó el pecíolo de las hojas de tiquisque morado, durante el ciclo de crecimiento de las plantas, fue influenciado por el peso, la prebrotación y el seccionamiento del cormo o cormelos del cual se originaron (cuadro 3B).

Los resultados se presentan acentuando el efecto combinado de los factores peso x seccionamiento y prebrotación x seccionamiento del cormo o cormelo de propagación.

Las plantas provenientes de propágulos de cormo principal produjeron pecíolos más largos que las plantas de propágulos de cormo lateral (figura 4.4). Las plantas de cormo principal entero (E) desarrollaron los pecíolos más largos entre todos los tratamientos, efecto que se observó hasta los 240 días aproximadamente. Existió un crecimiento rápido

CORNO PRINCIPAL

ta ———
 tm - - -
 tb ·····
 lm
 lc - - -
 E ———
 p - - -

CORNO LATERAL

ta ———
 tm - - -
 tb ·····
 lm
 lc - - -
 E ———
 p - - -

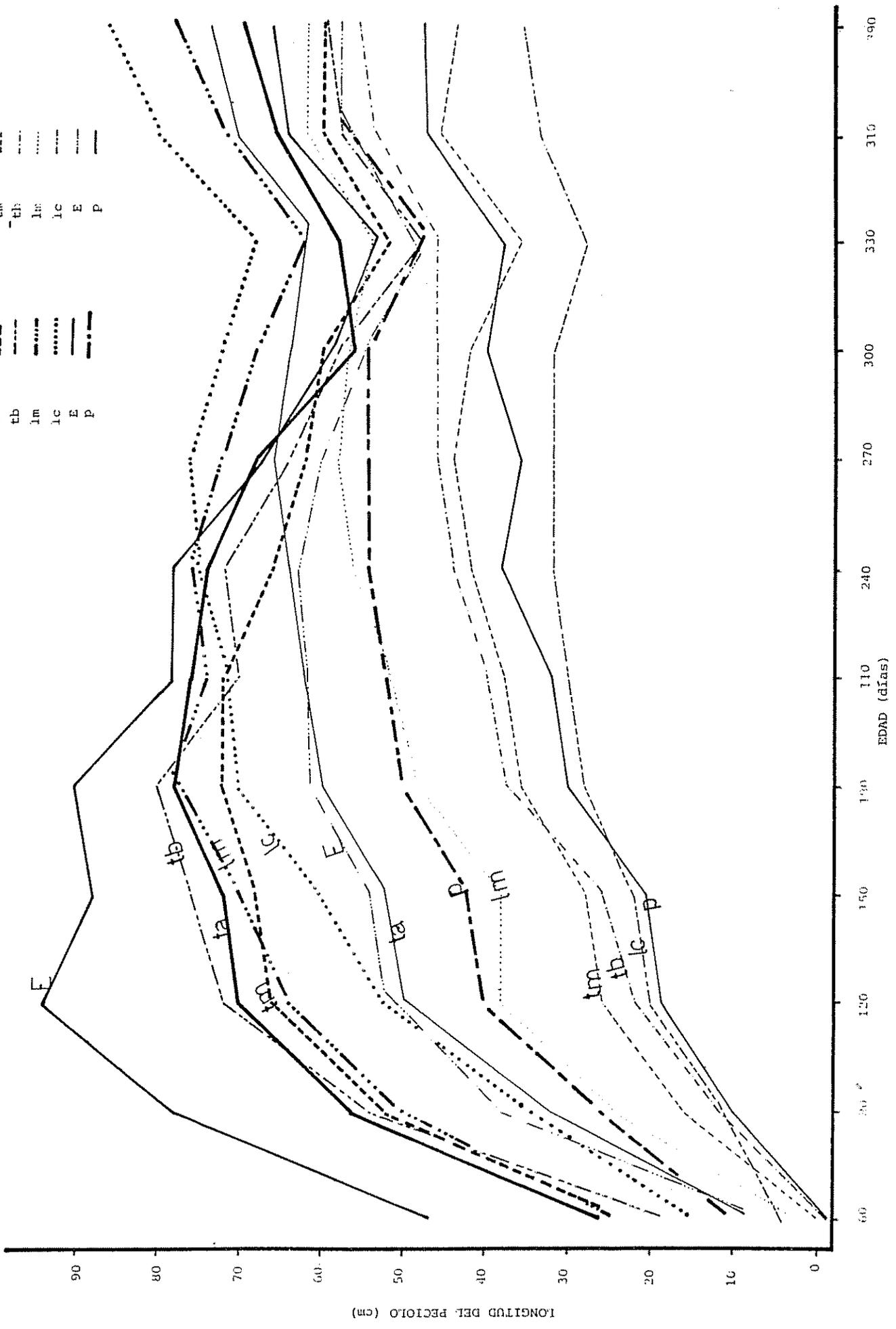


Figura 4.4 Interacción del peso y seccionamiento del corno y cormulo de propagación de tiguisque morado (Xanthosoma violaceum) sobre el crecimiento de peciolos de las plantas.

de la emergencia a los 120 días, se estabilizó hasta el día 180 y luego decreció y volvió a incrementar su crecimiento a partir del día 330. Este comportamiento tiene relación con la distribución de la precipitación (figura 3.1) y es semejante al de los tratamientos de peso de propágulo evaluados en el experimento descrito en la sección 3.

La longitud de los pecíolos de las plantas originadas de las secciones "ta, tm, tb, y lm" de este mismo cormo principal tuvieron la fase de crecimiento inicial más extensa, hasta el día 180 (60 días más), se estabilizó con tendencia a un leve decrecimiento, a partir del día 240 el decrecimiento fue pronunciado y volvió a incrementar el crecimiento a partir del día 330. El decrecimiento rápido coincide con el período de balance hídrico negativo entre los meses de febrero a abril (figura 3.1).

El crecimiento de las plantas provenientes de la sección "lc" se retrasó, ya que fue lento y constante desde la emergencia hasta el día 270 (150 días más que en las plantas de cormo principal entero), fecha en que las plantas de las demás secciones; "ta, tm, tb, lm, E", se encuentran en la fase de decrecimiento rápido. El comportamiento de las plantas provenientes de los propágulos del tratamiento "pedazo" (p) resultó similar a la sección "lc", aunque el crecimiento durante todo el ciclo fue inferior a las demás secciones.

Con el uso de cormelo lateral como material de propagación, los tratamientos "E" y "ta" produjeron las plantas con pecíolos de mayor longitud (superando inclusive a la sección "p" de cormo principal". El crecimiento se extendió desde la emergencia hasta el día 180, luego se estabilizó y decreció desde el día 240 (E) y 270 (ta) hasta el día 330, donde nuevamente se produjo un incremento en el tamaño de la longitud de pecíolos de las plantas.

En las otras secciones del cormelo lateral, "tm, tb, lm, lc, p", el crecimiento fue más lento y llegó hasta el día 210 (30 días más), a partir de esta fecha se estabilizó (descensos y ascensos muy leves) hasta la cosecha. Las secciones "lc" y "p" produjeron las plantas de menor longitud de pecíolos durante todo el ciclo de crecimiento.

La descripción del crecimiento de pecíolos de las plantas durante todo el ciclo, tiene como objetivo evidenciar la existencia de una modificación en el crecimiento de unos tratamientos con relación a otros, motivado por el peso (tamaño) y posición del material de propagación en la "planta madre".

El crecimiento de los pecíolos de las plantas en relación con el efecto combinado de la prebrotación y el seccionamiento de los cormos y cormelos de propagación, se puede dividir en cuatro grupos principalmente en la época de mayor crecimiento, que corresponde de 90 a los 240 días después de la siembra (figura 4.5).

El primer grupo está compuesto por los propágulos "E" y "ta" con y sin brotación y "lm" prebrotado. Los propágulos "E" produjeron plantas con mayor longitud de pecíolo, aunque existió una pequeña ventaja del tratamiento prebrotado. Los cinco tratamientos de esta agrupación tienen en común el efecto de dominancia apical ejercido por la yema terminal en los propágulos "E" y "ta", y un efecto de dominancia parcial en las yemas subapicales de la sección "lm", producto de la combinación del número, vigor y prebrotación de las mismas. Este último efecto se observó también en las variables emergencia (figura 4.1) y energía de emergencia (figura 4.2).

En el segundo se agrupan las secciones "tm", "tb", "lc" con prebrotación, que produjo plantas con longitud media entre todos los tratamientos,

- | | |
|----|-------------|
| ta | — |
| tm | - - - - |
| tb | · · · · · |
| lm | — · — · — · |
| lc | · · · · · |
| E | — · — · — · |
| P | — · — · — · |

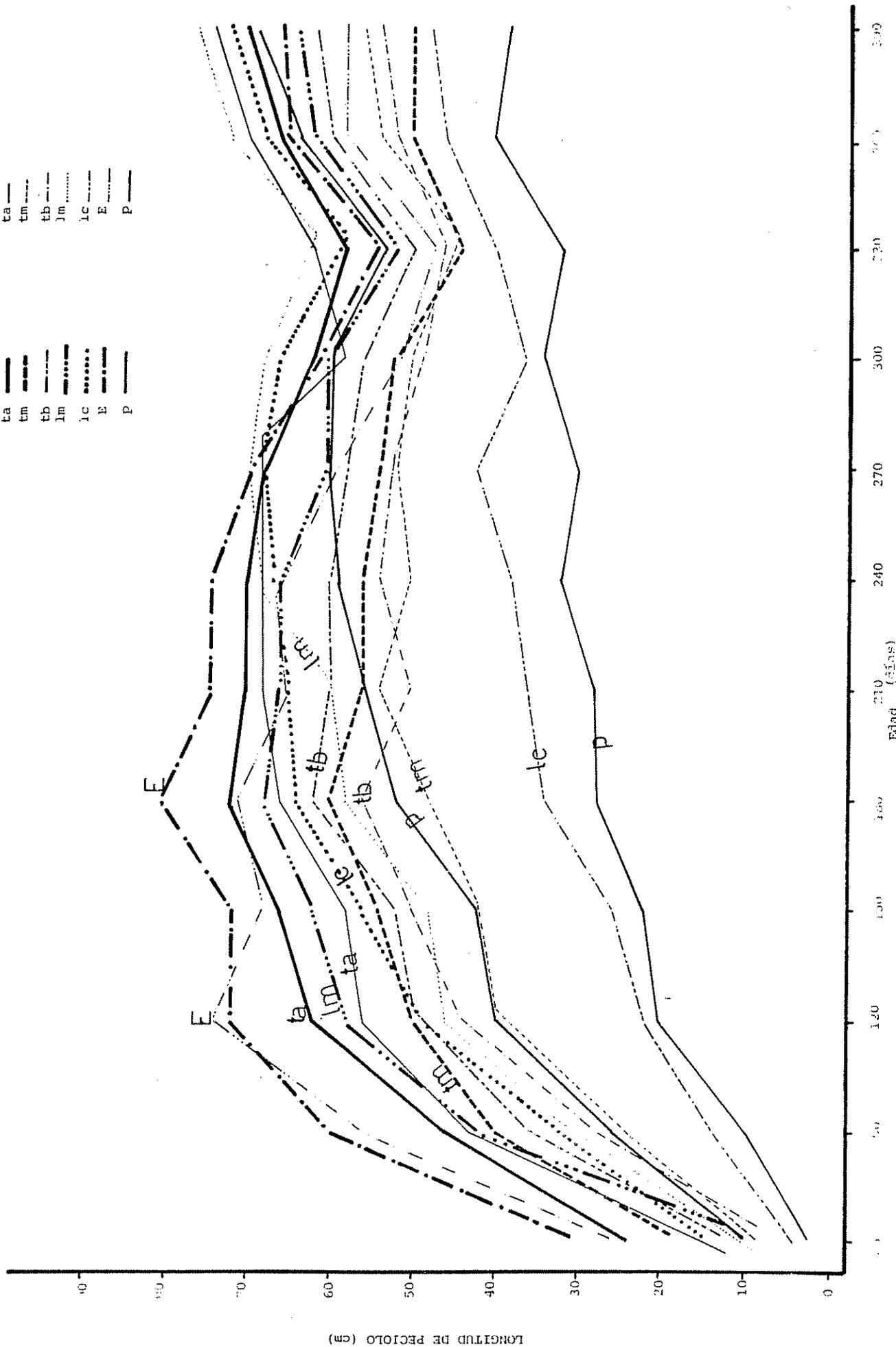


Figura 4.5 Interacción de la prebrotación y seccionamiento del cormo y cormelo de propagación de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) sobre el crecimiento de peciolo de las plantas.

En el tercero están las secciones "p" prebrotado y "tm, tb, lm", sin prebrotar. De último se encuentra las secciones "lc" y "p" sin prebrotar.

Las combinaciones de factores descritos, peso x seccionamiento y prebrotación x seccionamiento, lo mismo que la combinación de los tres factores, peso, seccionamiento y prebrotación de cormos y cormelos, produjeron efecto significativo entre el crecimiento de los pecíolos de las plantas según el análisis de varianza con $p= 0,05$ (cuadro 3B).

De las dos interacciones discutidas es posible resumir que la combinación de corno principal, prebrotación y secciones superiores (con yemas apicales o sub-apicales) favorecen el crecimiento de la longitud del pecíolo más largo de las plantas.

Es importante observar de nuevo que aunque el tratamiento "pedazo" de corno principal con prebrotación tuvo alta emergencia y energía de emergencia "buena", el crecimiento de las plantas se retrasó y fue mucho menor que en la mayoría de los otros tratamientos.

La variabilidad de la longitud de los pecíolos de las plantas es menor cuando estos provienen del corno principal, que cuando provienen del cormelo lateral. Cuando la yema terminal está presente en el propágulo como en los tratamientos "E, ta y lm", la variabilidad tiende a disminuirse aún más. En general, la variabilidad se disminuye en el siguiente orden: PC<PS<LC<LS (cuadro 4.1).

Utilizando como referencia el tratamiento "pedazo" de corno principal sin prebrotar que comúnmente emplea el agricultor como material de siembra, todos los tratamientos de secciones del corno principal con o sin prebrotar y de cormelo lateral prebrotado tienen menos variabilidad. En el cormelo lateral sin prebrotar, algunos tratamientos como "ta, tm,

Cuadro 4.1 Coeficientes de variación (%) de la longitud del pecíolo en las plantas de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) durante el ciclo de crecimiento.

TRATAMIENTO ^{1/}	EDAD (días)											
	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390
PC ta	31 ^{4/}	22	19	23	21	28	25	28	32	24	24	21
PC tm	27	17	15	14	18	24	18	23	33	24	25	25
PC tb	56	20	14	23	23	25	24	29	32	36	26	27
PC lm	29	15	17	12	12	14	17	16	16	16	13	18
PC lc	52	30	26	22	25	19	22	21	30	31	20	23
PC E	20	11	19	15	20	21	24	21	30	21	18	20
PC p	76	50	24	22	18	16	21	15	22	23	17	20
Promedio PC	42	24	19	19	20	21	22	22	28	25	29	22
PS ta	67	53	20	22	25	16	28	32	28	31	24	26
PS tm	114	28	21	19	18	21	29	16	31	21	18	17
PS tb	69	23	24	21	23	24	24	23	29	28	22	25
PS lm	75	36	28	28	24	26	25	18	20	17	16	17
PS lc	170	47	35	38	25	21	26	22	25	23	17	16
PS E	34	22	11	14	21	18	19	20	25	22	16	22
PS p ^{3/}	158	46	35	33	30	30	43	41	47	49	41	58
Promedio PS	98	38	25	25	24	24	26	25	29	27	22	26
LC ta	109	28	17	22	22	22	23	26	31	25	21	23
LC tm	300	31	28	23	19	18	21	28	28	51	38	44
LC tb	149	40	32	54	37	43	41	33	40	32	30	28
LC lm	172	30	27	29	27	31	32	32	35	39	34	41
LC lc	103	37	33	28	33	24	27	23	28	34	25	26
LC E	104	48	21	36	31	26	26	25	29	24	21	21
LC p	213	38	27	35	29	19	25	26	26	33	28	29
Promedio LC	142	36	26	32	28	26	27	28	29	34	29	30
LS ta	130 ^{2/}	29	20	28	23	21	23	22	22	20	16	13
LS tm	-	120	57	73	52	59	52	52	53	61	52	48
LS tb	-	109	74	58	53	57	49	49	44	43	49	48
LS lm	-	46	33	40	28	27	23	22	25	32	19	23
LS lc	217	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LS E	178	20	22	34	29	30	30	28	33	27	30	42
LS p	-	153	67	79	65	53	71	45	72	84	87	82
Promedio LS	175	80	46	52	47	41	41	39	42	45	42	43

1/ P=cormo principal; L=cormelo lateral; C= con prebrotación; S=sin prebrotación; ta, tm y tb=secciones transversales apical, media y basal respectivamente; lm y lc=secciones longitudinales mitad y cuarto; E=entero; p=sección pedazos.

2/ No hubo crecimiento de plantas.

3/ Tratamiento comparador. Corresponde al tipo de propágulo que utiliza el agricultor, pedazos de cormo principal.

4/ Promedio de 36 plantas (repeticiones).

lm, E" también presentan menor variabilidad que el comparador.

Es importante observar que en el tratamiento "pedazo" de cormo principal se reduce la variabilidad de la longitud de pecíolos a la mitad por efecto de prebrotación.

En el cuadro 4B se presenta la longitud del pecíolo más alto de las plantas durante el ciclo de crecimiento para los tratamientos evalua dos.

4.2.4 Area foliar

En el área foliar desarrollada por las plantas se afectó por el efecto combinado del peso, prebrotación y seccionamiento del cormo o cormelo de propagación (cuadro 3B). En la interpretación de los resultados se han acentuado dos combinaciones de estos factores, peso x seccionamiento y prebrotación x seccionamiento.

Las plantas provenientes de propágulos de cormo principal produjeron mayor área foliar durante gran parte del ciclo de crecimiento en relación a las plantas provenientes de propágulos de cormo lateral (figura 4.6). Este es el resultado del tamaño más grande y mejor vigor de las yemas en el cormo principal.

Las plantas provenientes del cormo principal entero (E) desarrollaron un área foliar superior a los demás propágulos durante los primeros 180 días. El área foliar se incrementó rápidamente hasta el día 120 y a partir del día 150 decreció también en forma rápida hasta el día 300 en donde el crecimiento nuevamente se incrementó.

El crecimiento del área foliar de las plantas provenientes de las secciones "ta, tm, tb, lm" siguió en este orden decreciente al del área foliar del tratamiento "E", el que fue más acelerado que en los tratamientos

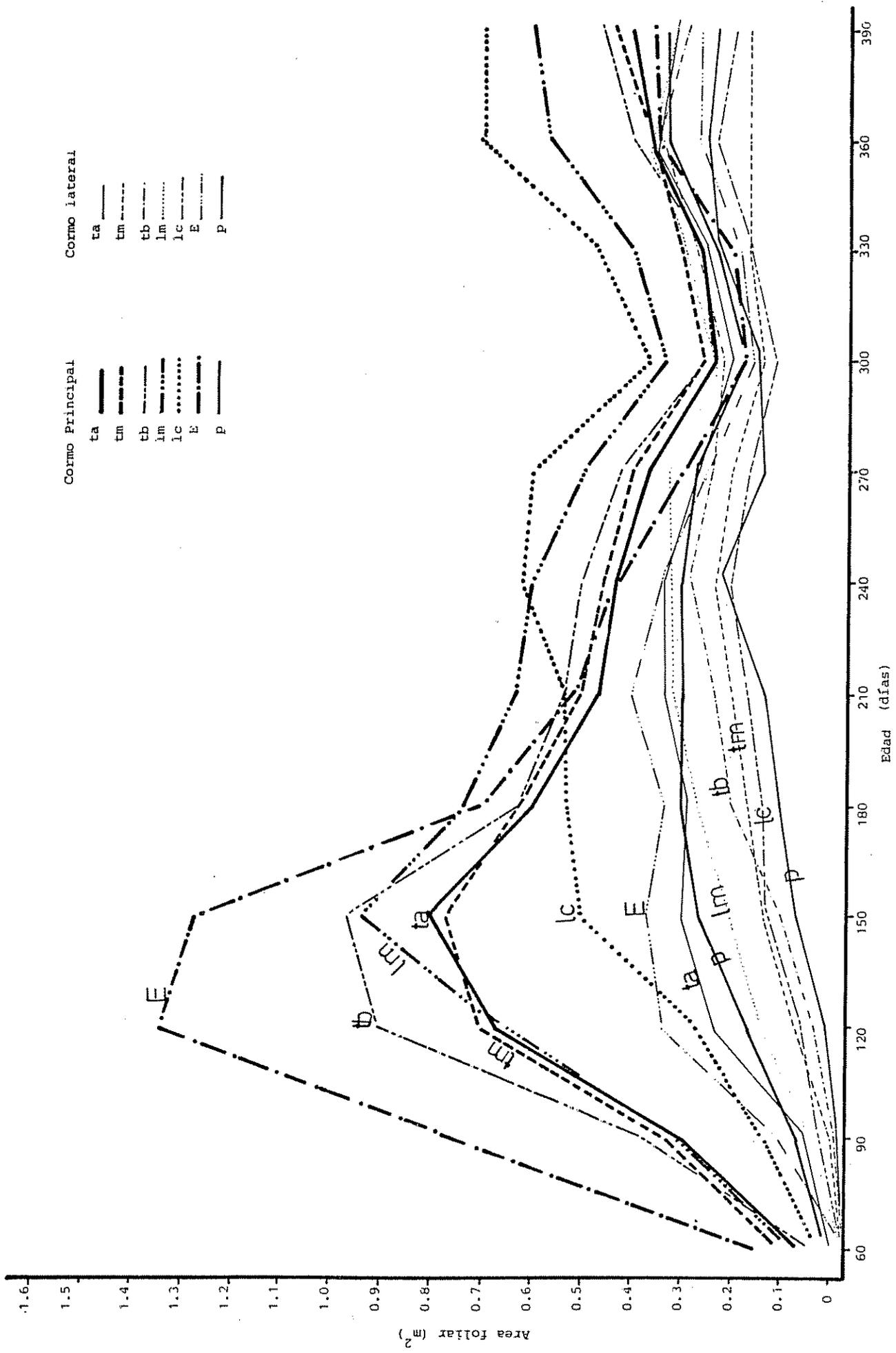


Figura 4.6 Interacción del peso y seccionamiento del cormo y cormelo de propagación de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) sobre el crecimiento foliar de las plantas.

"ta, tm, tb y lm", lo que permitió que después de los 210 días, el follaje fuera mayor en estos últimos tratamientos.

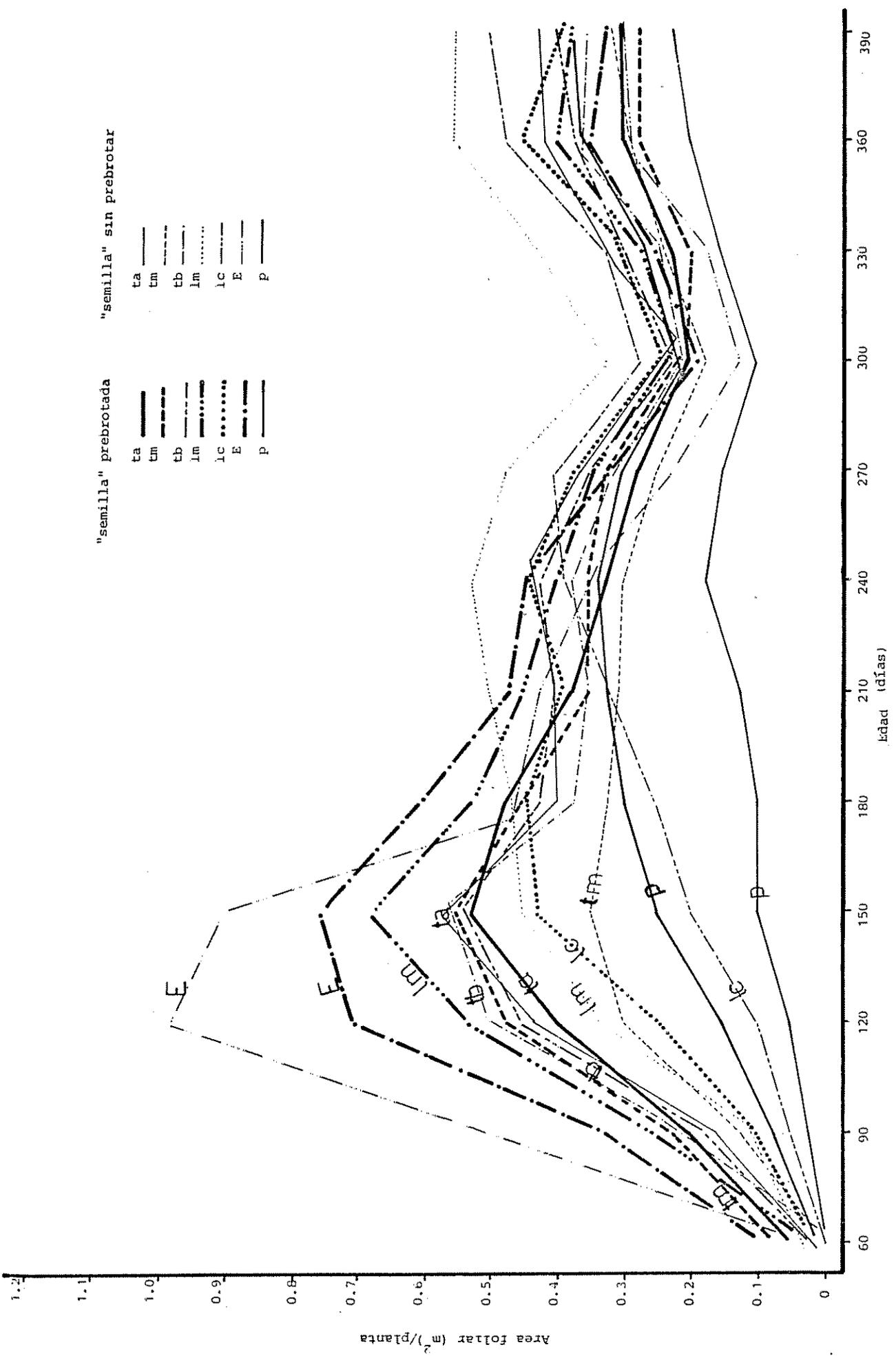
La sección "lc" desarrolló plantas con menor área foliar y el crecimiento inicial se extendió hasta el día 270, (150 días más que E), fecha en la que los tratamientos "E, ta, tm, tb y lm" ya habían llegado a los valores mínimos de producción de follaje.

La sección "pedazo" (P) de este mismo cormo principal produjo plantas con área foliar muy pequeña, inclusive menor que varios de los tratamientos del cormelo lateral como "E" y "ta".

En el cormelo lateral existe la misma estratificación en el desarrollo foliar de las plantas de las diferentes secciones que se produjo con el cormo principal. Sin embargo, el comportamiento del crecimiento foliar es diferente, ya que se produce un ascenso muy lento desde la emergencia hasta el día 210 en los tratamientos "E, ta, lm" y 240 los "tm, tb, lc y p". A partir de esta fecha el desarrollo de follaje es similar a las secciones del cormo principal (figura 4.6).

Con base en la descripción del desarrollo del follaje de las plantas, es posible inferir que las secciones que abarquen las partes superiores del cormo principal, producen mayor crecimiento aéreo. Las demás secciones reducen el rendimiento de follaje y alargan el ciclo del cultivo. Esto es consecuencia a largo plazo de las variables "emergencia" y "energía" de emergencia discutidas antes.

Con el análisis del crecimiento foliar de las plantas debido al efecto de la combinación del seccionamiento y prebrotación del cormo y cormelo de propagación, se observó que las plantas con mayor producción de follaje provienen de las secciones apicales, "E" y "ta" con o sin prebrotación (figura 4.7). El aumento del follaje por efecto de la prebrotación



"semilla" prebrotada

ta ———
 tm ———
 tb ———
 lm ———
 ic
 E ———
 P ———

"semilla" sin prebrotar

ta ———
 tm ———
 tb ———
 lm ———
 ic
 E ———
 P ———

Figura 4.7 Interacción de la prebrotación y seccionamiento de corno y cormelo de propagación de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) sobre el crecimiento foliar de las plantas.

se presentó en las secciones "tm, lm, lc y p", posiblemente como resultado del incremento en la emergencia y en la energía de emergencia que permitió desarrollar plantas más vigorosas.

El comportamiento del desarrollo foliar de las plantas durante los primeros 270 días del ciclo de crecimiento, se puede dividir en tres grupos (figura 4.7). En el primero se agrupan los propágulos "E" con y sin prebrotación y "lm" prebrotado, los que tuvieron un crecimiento inicial rápido hasta el día 150, alcanzando un área foliar superior a $0,65 \text{ m}^2$ /planta y luego decreció. En el segundo grupo están "ta, tm, tb" prebrotados y "ta, tb" sin prebrotar, con un crecimiento inicial rápido hasta el día 150, fecha en que el área foliar producida fue de $0,5 - 0,6 \text{ m}^2$ /planta y decreció posteriormente. En el último los propágulos "lc, p" prebrotados y "tm, lm, lc y p" sin prebrotar, con un crecimiento paulatino hasta el día 150, y un desarrollo foliar de $0,05-0,4 \text{ m}^2$ /planta, estabilizándose (con ascensos y descensos leves) hasta los 270 días.

La interacción del peso, seccionamiento y prebrotación del material de propagación, y las interacciones peso x seccionamiento y prebrotación x seccionamiento descritas, resultaron significativas según el análisis de varianza al 0,05 (cuadro 3B).

En el cuadro 5B representa el área foliar producido por las plantas durante el ciclo de crecimiento para los tratamientos evaluados.

La variabilidad del crecimiento foliar entre las plantas tiende a incrementarse en los cormelos laterales y en los tratamientos sin prebrotación. Utilizando como comparador el tratamiento del agricultor, "pedazos" de corno principal, se observa que el uso de material de propagación categorizado contribuye a reducir la variabilidad del crecimiento foliar de la población principalmente si proviene de corno principal con prebrotación (cuadro 4.2).

Cuadro 4.2 Coeficientes de variación (%) del área foliar en las plantas de tiquisque morado morado (*Xanthosoma violaceum*) durante el ciclo de crecimiento.

TRATAMIENTO ^{1/}	EDAD (días)											
	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390
PC ta	61 ^{4/}	87	42	51	58	63	79	96	90	75	76	55
PC tm	75	64	59	57	57	70	66	67	62	71	69	71
PC tb	92	55	54	72	76	73	82	105	142	113	91	93
PC lm	70	49	50	40	44	52	48	55	50	46	52	62
PC lc	97	68	65	68	75	75	85	86	70	71	63	80
PC E	29	44	52	51	78	83	92	94	101	89	84	61
PC p	107	50	59	61	56	54	57	44	60	66	46	46
Promedio PC	76	60	54	57	63	67	73	78	82	76	69	69
PS ta	94	86	54	79	97	110	112	81	89	85	73	65
PS tm	166	104	93	97	68	64	75	68	66	62	50	56
PS tb	106	67	42	60	61	55	92	118	99	59	57	67
PS lm	115	69	63	67	64	64	64	63	78	56	52	47
PS lc	221	105	99	54	57	63	62	63	54	58	43	40
PS E _{3/}	111	61	67	91	136	67	76	93	111	97	71	69
PS p _{3/}	201	112	78	84	101	103	128	122	93	98	109	107
Promedio PS	145	86	71	77	83	75	87	87	84	74	66	64
LC ta	187	69	58	53	49	51	75	79	80	75	60	50
LC tm	300	65	60	67	58	63	75	85	93	95	100	135
LC tb	182	91	100	116	96	94	93	90	104	89	98	99
LC lm	210	69	59	87	85	89	100	94	98	110	109	119
LC lc	222	72	80	78	76	73	65	74	37	86	65	77
LC E	135	58	47	67	54	100	93	71	86	89	68	49
LC p	236	76	71	77	71	61	63	78	91	78	77	86
Promedio LC	195	71	68	78	70	76	81	82	91	89	84	88
LSta	155 ^{2/}	63	51	59	52	51	59	71	96	85	68	55
LStm	-	156	112	125	114	122	106	119	109	101	90	84
LStb	-	142	103	110	96	94	97	96	85	83	87	92
LSlm	-	111	98	99	83	85	96	81	74	79	64	72
LSlc	275	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LSE	248	81	42	75	75	85	79	71	98	75	85	83
LSp	-	205	90	99	96	107	103	139	116	122	136	134
Promedio LS	226	126	83	95	86	91	89	96	96	91	88	87

1/ P=cormo principal; L=cormelo lateral; C=con prebrotación; S=sin prebrotación; ta, tm y tb=secciones transversales apical, media y basal respectivamente; lm y lc= secciones longitudinales, mitad y cuarto; E=entero; p=sección pedazos.

2/ No hubo crecimiento de plantas.

3/ Tratamiento comparador. Corresponde al tipo de propágulo que utiliza el agricultor, pedazos de cormo principal.

4/ Promedio de 36 plantas (repeticiones).

4.2.5 Rendimiento de cormos y cormelos

Rendimiento total

El peso, prebrotación y seccionamiento del propágulo no afectaron el rendimiento total de cormos y cormelos en forma combinada, aunque si se produjo efecto del peso y del seccionamiento de manera independiente (cuadros 2B, 4.3 y 4.4).

Las plantas provenientes de cormo principal, produjeron mayor rendimiento total, 156410 cormos y cormelos y 8087 kg m.s./ha, en comparación con las plantas provenientes de cormelo lateral, en las que el rendimiento fue de 81077 cormos y cormelos y 3000 kg m.s./ha. Este posiblemente es el resultado del mejor desarrollo y mayor vigor de las yemas en el cormo principal, aunque también contribuye la característica que tiene el cormo principal de desarrollar cormelos laterales directamente de sus yemas, mientras que en los propágulos de cormelos laterales, las yemas primero originan un cormo "tipo principal" y de él se desarrollan los cormelos laterales.

La diferencia en el número y peso de cormos y cormelos totales entre ambos pesos de propágulos fue significativamente diferente, según el análisis de varianza al 0,05 (cuadros 2B, 4.3 y 4.4).

Los tratamientos de seccionamiento del cormo o cormelo de propagación entero, produjeron mayor número y peso total de cormos en comparación con el resto de las secciones del propágulo. Las plantas provenientes de la sección "pedazos" presentaron la menor producción en número y peso de cormos totales. La prueba de Duncan al 0,05 designó cada uno de estos tratamientos en dos grupos significativamente diferentes (cuadros 4.3 y 4.4).

Cuadro 4.3 Rendimiento categorizado del número de cormos y cormelos de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) en relación con el peso, prebrotación y seccionamiento del cormo o cormelo de propagación.

TRATAMIENTO ^{1/}	NUMERO DE CORMOS Y CORMELOS/HA ^{4/}				
	PRIMERA	SEGUNDA	PARA PROPAGACION	NO COMERCIAL	TOTAL
P	3.692	33.231* ^{2/}	34.205**	85.282*	156.410*
L	1.434	10.769	15.385	53.487	81.077
C	3.077	25.487	27.333	78.103	134.000
S	2.051	18.513	22.256	60.513	103.333
ta	3.846a ^{3/}	28.359a	22.769 bc	80.410 b	135.385 b
tm	1.795 b	15.897 bc	26.205 b	52.667 cd	96.615 cd
tb	2.564ab	18.462 bc	29.590ab	67.590 bc	118.205 bc
lm	2.974ab	26.359ab	29.949ab	79.795 b	139.077 b
lc	1.692 b	17.846 bc	16.359 cd	52.308 cd	88.205 cd
E	3.487 b	38.103a	35.487a	112.305a	189.385a
P	1.641 b	10.103 c	13.179 d	40.154 d	65.077 d

1/ P=cormo principal; L=cormelo lateral, C=con prebrotación; S=sin prebrotación, ta, tm, tb=secciones transversales apical, media y basal; lm y lc=secciones longitudinales mitad y cuarto; E=entero; p=sección pedazos.

2/ Diferencia significativa al 0,05 (*) y 0,01 (**) según el análisis de varianza.

3/ Promedios con igual letra no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan al 0,05.

4/ Promedio de tres repeticiones.

Cuadro 4.4 Rendimiento categorizado del peso de cormos y cormelos de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) en relación con el peso prebrotación y seccionamiento del cormo o cormelo de propagación.

TRATAMIENTOS ^{1/}	MATERIA SECA - Kg/ha ^{4/}				
	PRIMERA	SEGUNDA	PARA PROPAGACION	NO COMERCIAL	TOTAL
P	379	1.744* ^{2/}	4.092*	1.564*	8.087*
L	118	497	1.410	974	3.000
C	297	1.262	2.913	1.610	6.082
S	200	979	2.590	1.236	5.005
ta	374a ^{3/}	1.395ab	3.026ab	1.779ab	6.574ab
tm	174 b	882 bc	2.405 bc	1.015 de	4.477 bc
tb	323 b	964 bc	2.882 bc	1.405 bcd	5.523ab
lm	287 b	1.272ab	2.426ab	1.559abc	4.544ab
lc	179 b	933 bc	2.385 bc	1.210 bcde	4.708 bc
E	308 b	1.356a	4.041a	2.174a	8.379a
p	154 b	544 c	641 c	826 e	2.169 c

1/ P=cormo principal; L=cormelo lateral, C=con prebrotación; S=sin prebrotación; ta, tm y tb=secciones transversales apical, media y basal; lm y lc=secciones longitudinales mitad y cuarto; E=entero; p=sección pedazos.

2/ Diferencia significativa al 0,05 según el análisis de varianza.

3/ Promedios con igual letra no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan al 0,05.

4/ Promedio de tres repeticiones.

Las demás secciones del cormo presentaron un rendimiento, expresado en número y peso de cormos totales, intermedio entre los cormos y cormelo entero y los de la sección "pedazos". La sección "transversal apical" y "longitudinal mitad" tendieron a producir más rendimiento que las demás posiblemente por efecto del mayor tamaño y vigor de las yemas apicales y subapicales que incrementó y aceleró el crecimiento de las plantas, aunque la agrupación realizada con base en la prueba de Duncan (0,05) no indicó diferencias de estas secciones en relación con las demás.

Entre las secciones y cormo principal o cormelo lateral entero con y sin prebrotación el rendimiento de cormos y cormelos totales es similar, excepto en la sección "pedazo" (figura 4.8), pero entre las secciones del cormelo lateral el rendimiento de los propágulos prebrotados es bastante superior que en las no prebrotadas, sin embargo, con el análisis de varianza no se registró diferencias en cuanto a rendimiento debido a la prebrotación del material de propagación (cuadro 2B). Es posible considerar que el efecto debido a la prebrotación está "enmarcado" (oculto) por las diferencias en el rendimiento producidas por los pesos y seccionamientos del cormo evaluados. Para apoyar esta aseveración se hicieron dos pruebas de contraste, entre secciones con y sin prebrotación para cormo principal y cormelo lateral. Estas permitieron determinar la superioridad significativa en el rendimiento de cormos y cormelos total en plantas que provienen de secciones de cormelo lateral prebrotado respecto al no prebrotado, y la no importancia de este factor para las secciones del cormo principal.

La agrupación del rendimiento de cormos y cormelos en categorías permitió obtener relaciones de rendimiento de cada categoría con el total y observar cual es la importancia relativa de la producción para cada factor (cuadro 4.5). La relación del rendimiento en cada categoría de cormo

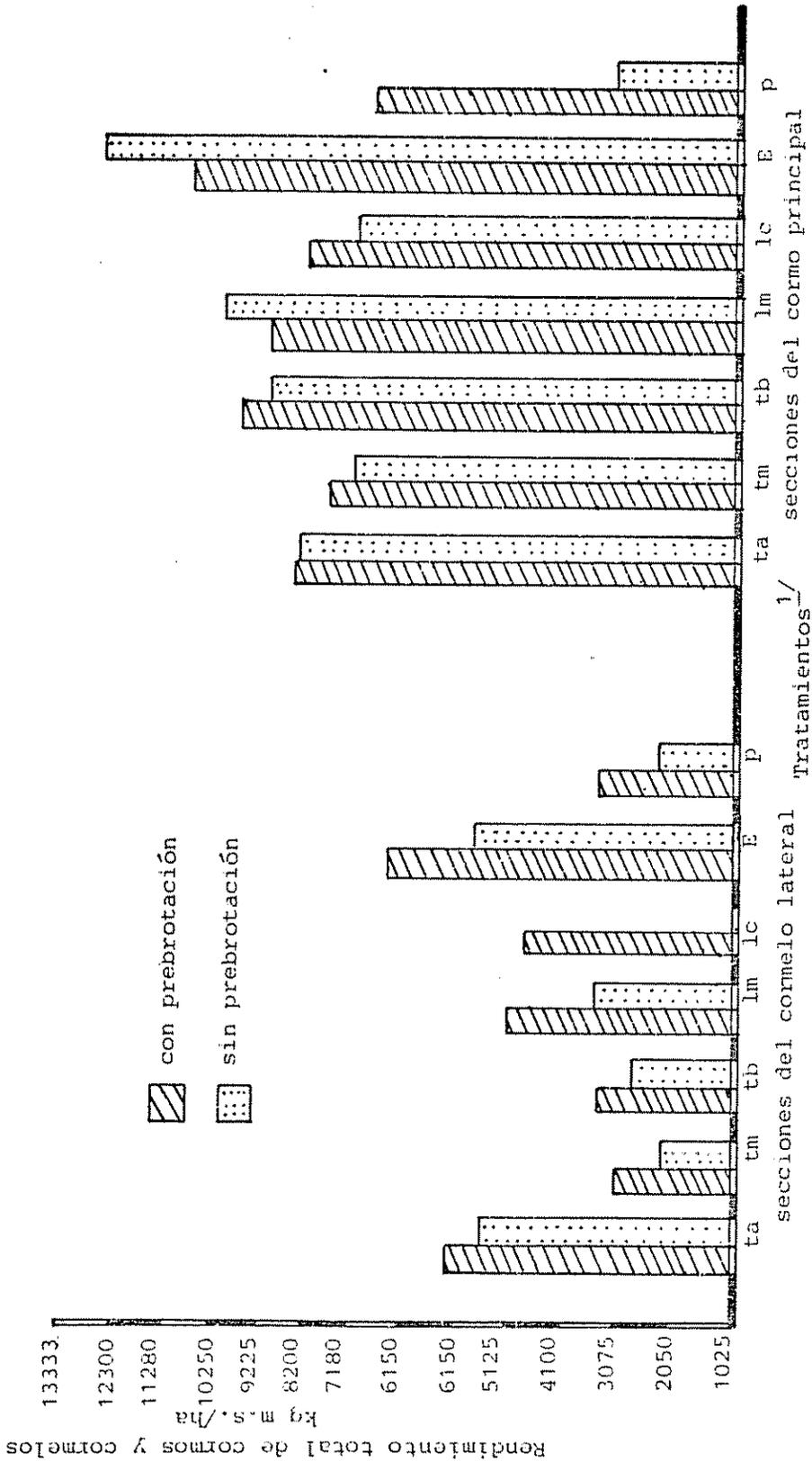


Figura 4.8 Rendimiento total de cuernos y cuernillos de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) en relación con el peso, prebrotación y seccionamiento de los cuernos y cuernillos de propagación.

1/ ta, tm y tb= secciones transversales apical, media y basal; lm y lc= secciones longitudinales mitad y cuarto; E=entero; p=sección pedazos.

Cuadro 14.5 Relación porcentual entre la producción categorizada de cormos y cormelos con la producción total de tiquisque morado (Xanthosoma violaceum) según el peso, prebrotación y seccionamiento del corno y cormelo de propagación.

TRATAMIENTO ^{1/}	(PRODUCCION CATEGORIZADA/PRODUCCION TOTAL) x 100.			
	PRIMERA	SEGUNDA	PARA PROPAGACION	NO COMERCIAL
P	4,62	21,19	50,67	23,51
L	3,96	15,99	47,09	32,97
C	4,30	19,02	48,08	28,69
S	4,13	18,33	50,70	27,39
ta	5,95	20,45	45,48	28,13
tm	3,63	15,76	53,48	27,93
tb	3,65	18,05	51,05	27,25
lm	4,75	19,28	50,44	26,15
lc	3,23	20,10	50,17	26,50
E	4,13	20,93	47,40	27,55
p	4,90	16,60	48,38	32,56

1/ P=corno principal; L=cormelo lateral; C=con prebrotación; S=sin prebrotación; ta, tm, tb= secciones transversales apical, media y basal; lm y lc=secciones longitudinales mitad y cuartos; E=entero; p=sección pedazos.

es semejante entre los factores evaluados, y únicamente se presentó diferencia entre las categorías de peso del propágulo. El cormo principal incrementó la relación del rendimiento de cormos y cormelos comerciales (calidad primera, segunda y para propagación) y disminuyó la relación del rendimiento no comercial, en relación con el cormelo lateral.

En el cuadro 6 del apéndice B se presenta la información del rendimiento de peso fresco y peso seco obtenido en cada tratamiento.

Rendimiento comercial

Comestible

Calidad primera

El peso, la prebrotación y el seccionamiento del cormo o cormelo de propagación no afectaron el rendimiento de cormelos de primera en forma combinada, aunque se produjo efecto debido al seccionamiento en forma individual (cuadro 2B).

El número y el peso de cormelos de primera fue superior en los propágulos con yemas apicales, "entero y sección apical", y es menor en las secciones "transversales media, longitudinal cuartos y pedazos" (cuadros 4.3 y 4.4). Con la prueba de Duncan (0,05) los tratamientos "ta, lm, E y tb" son designados en un grupo superior, aunque los tres últimos también se agrupan junto con los demás tratamientos, "tm, lc y p".

La separación del rendimiento de los diferentes tratamientos de propágulo en varios grupos de promedios, según la prueba de Duncan (0,05), posiblemente está motivado por alta variabilidad que no permite aislarlos en grupo totalmente diferentes. La variabilidad a su vez es el resultado de la expresión del material de propagación junto con las limitaciones de precipitación y presencia de enfermedades durante el crecimiento del cultivo.

Calidad segunda

En el rendimiento del número y peso de cormelos de segunda influyó el peso y seccionamiento del corno o cormelo de propagación en forma independiente (cuadro 2B).

El rendimiento del número y del peso de cormelos de calidad segunda, en plantas provenientes de corno principal, fue 70% mayor que en plantas provenientes de cormelo lateral (cuadro 4.3 y 4.4). Según el análisis de varianza, esta diferencia en el rendimiento entre los dos pesos de corno es significativo al 0,05.

En los tratamientos de seccionamiento, el corno o cormelo entero produjo mayor número y peso de cormelos de calidad segunda 38,103 cormelos y 1,856 kg m.s./ha respectivamente, que los demás tratamientos de seccionamiento y la sección "pedazo", el menor rendimiento, 10,103 cormelos y 544 kg m.s./ha respectivamente. Estos dos tratamientos fueron aislados por la prueba de Duncan (0,05) en dos grupos extremos significativamente diferentes (cuadros 4.3 y 4.4). Las plantas de secciones con yemas apicales o subapicales como transversal apical y longitudinal mitad, produjeron un rendimiento de cormelos de segunda intermedio entre el rendimiento de las plantas de corno o cormelo entero y sección "pedazos", siendo incluidos por la prueba de Duncan en el mismo grupo del entero, aunque no son diferentes del rendimiento de las plantas de otras secciones como, transversal, medio, basal y longitudinal cuarto, las que a su vez no son diferentes del rendimiento de las plantas de la sección "pedazos" (cuadros 4.3 y 4.4).

B. Para propagación

Sobre el número de cormos para propagación producidos influyó la interacción del peso y seccionamiento del corno o cormelos, lo mismo que

la prebrotación con el seccionamiento (cuadro 3B).

Las secciones de cormo principal produjeron mayor cantidad de cormos para propagación que las del cormelo lateral (figura 4.9) y la prebrotación contribuyó a incrementar aún más esta producción (figura 4.10).

Quando el material de propagación no fue prebrotado, los tratamientos, cormo o cormelo entero, sección transversal apical y longitudinal mitad, tendieron a producir mayor número de cormos para propagación que los otros. En el material prebrotado los tratamientos cormo o cormelo entero y sección longitudinal mitad mantuvieron la tendencia, pero dentro de las secciones transversales el efecto se invirtió y la sección basal fue la que mayor número de cormos para propagación produjo.

Generalmente el material de propagación de tiquisque morado primero desarrolla, a partir de sus yemas, estructuras semejantes a un cormo principal y de éstos se producen los cormelos laterales. Sin embargo, por observación de las plantas a la cosecha se encontró que el cormo principal tiene la propiedad de producir cormelos laterales directamente de sus yemas. Es factible que esta característica esté ligada al estado de tamaño (dominancia) y dormancia de las yemas, por lo tanto disminuye en las secciones basales del cormo principal, produciéndose en ellos las estructuras de cormo principal mencionadas.

En el rendimiento del peso de cormos para propagación, únicamente se produjo efecto independiente del peso y seccionamiento del cormo o cormelo de propagación (cuadro 2B).

El cormo principal superó el rendimiento en peso del cormelo lateral en aproximadamente 68%, siendo estadísticamente diferentes según el análisis de varianza a un nivel de significancia del 0,05 (cuadro 4.4).

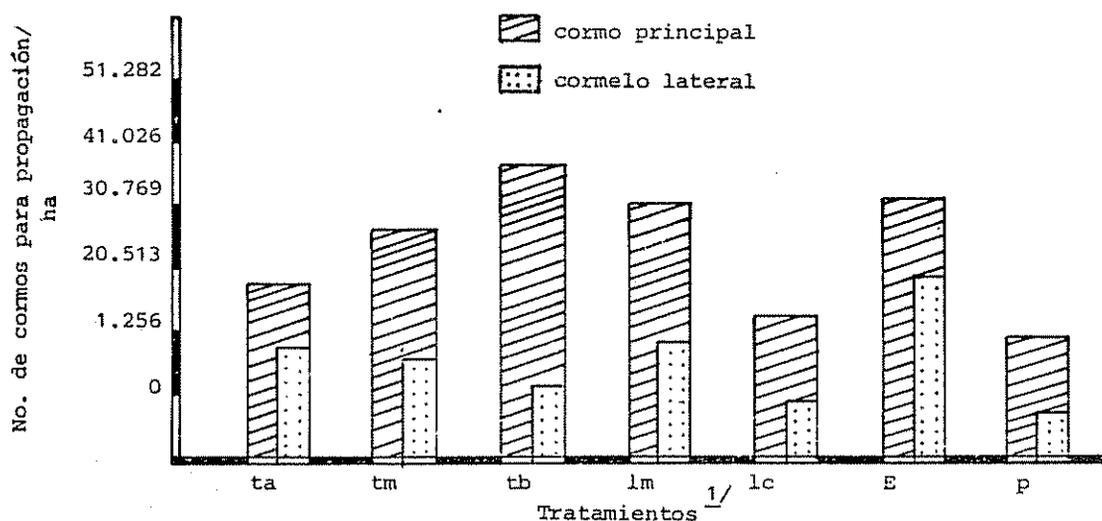


Figura 4.9 Interacción del peso y seccionamiento del cormo y cormelo de propagación de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) sobre el número de cormos para propagación producido.

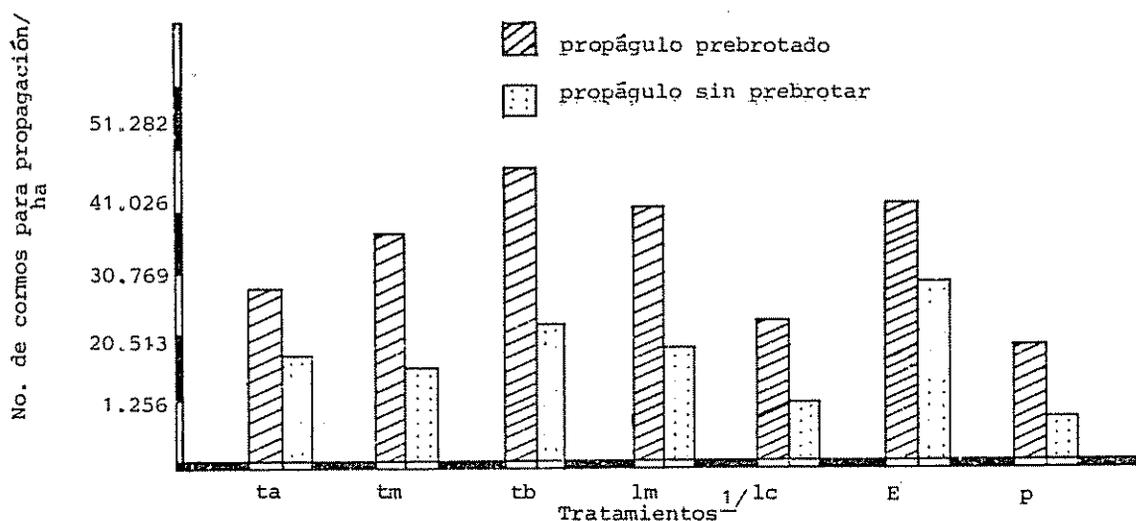


Figura 4.10 Interacción de la prebrotación y seccionamiento del cormo y cormelo de propagación de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) sobre el número de cormos para propagación producido.

1/ ta, tm y tb= secciones transversales apical, media y basal; lm y lc= secciones longitudinales mitad y cuartos; E= entero y p= sección pedazos.

En los tratamientos de seccionamiento del cormo o cormelo, el mejor peso de cormos, para propagación se produjo con el cormo o cormelo entero, y el menor con la sección "pedazos", con una diferencia de 70% entre ambos. La prueba de Duncan (0,05) separó los dos tratamientos en grupos extremos (cuadro 4.4). Las secciones transversales apical y longitudinal mitad produjeron un rendimiento de peso de cormos para propagación que representa el 75% del rendimiento del cormo o cormelo entero, siendo incluidos en el mismo grupo por la prueba de Duncan, aunque también forman parte de otro grupo de tratamientos con menor rendimiento como las secciones transversales media, basal, y longitudinal cuarto, los que a su vez no son diferentes del tratamiento "pedazo".

Rendimiento no comercial

El peso y seccionamiento del cormo y cormelo de propagación influyeron sobre el rendimiento no comercial (cuadro 2B). El rendimiento no comercial de las plantas provenientes de cormo principal, fue superior al del cormelo lateral en 40 y 47% en número y peso respectivamente. Esta diferencia de producción no comercial entre las plantas de ambos pesos de propágulo fue significativa, según el análisis de varianza para un nivel de 0,05 (cuadros 4.3 y 4.4).

El rendimiento no comercial con los tratamientos de seccionamiento siguió la misma tendencia de las categorías comerciales. La mayor producción se obtuvo con el cormo o cormelo entero y la menor con la sección "pedazo", formando dos grupos extremos con base a la prueba de Duncan (0,05). Las demás secciones producen un rendimiento intermedio entre las dos anteriores, aunque existen cinco diferentes agrupaciones intercaladas, posiblemente por causa de la alta variabilidad que no permite separar entre medias de tratamientos (cuadros 4.3 y 4.4).

El rendimiento no comercial se presentó como un porcentaje aproximadamente constante, de 28 a 32%, del rendimiento total. En promedio el rendimiento no comercial fue de 1,500 kg de materia seca/ha, mientras que el de calidad primera y segunda es de 246 y 1,113 kg m.s./ha respectivamente.

Posiblemente la distribución irregular de la precipitación y la presencia de enfermedades durante el ciclo de crecimiento (figura 3.1) produjo alteraciones en el desarrollo de las plantas que disminuyeron el acúmulo y movilización de reservas alimenticias, con lo que gran cantidad de cormelos que se estaban formando no recibieron suficiente alimento y se quedaron pequeños sin poder llegar al nivel de cormelo comercial.

4.2.6 Variabilidad en la producción de cormos y cormelos

En todas las categorías de cormos producidas, los coeficientes de variación fueron más altos con el propágulo de cormelo lateral que con el cormo principal. En ambos tipos de propágulo la prebrotación contribuyó a reducir la variabilidad en el rendimiento (cuadro 4.6).

El tratamiento "pedazo" produjo mayor variabilidad en el rendimiento de cormos y cormelos de todas las categorías que los demás tipos de propágulo. El tratamiento "pedazo" corresponde a porciones pequeñas seccionadas en forma transversal y longitudinal al eje de cormo o cormelo de manera que existen pedazos con yemas de las porciones apicales, intermedias y basales en una misma población, incrementando la variabilidad entre las plantas. Entre las diferentes secciones y cormo o cormelo entero, la variabilidad en el rendimiento no es diferente.

Estos resultados indican que la agrupación del material de propagación

Cuadro 4.6 Coeficientes de variación de la producción categorizada de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) en relación con el peso, prebrotación y seccionamiento del cormo y cormelo de propagación.

TRATAMIENTO	COEFICIENTE DE VARIACION			
	PRIMERA	SEGUNDA	NO COMERCIAL	PARA PROPAGACION
PC ta	34 ^{4/}	32	36	34
PC tm	52	50	43	29
PC tb	33	42	28	26
PC lm	55	37	30	29
PC lc	64	49	30	30
PC E	37	23	25	30
PC p	34	52	40	42
PS ta	87	44	29	30
PS tm	76	40	44	34
PS tb	42	53	28	26
PS lm	42	36	27	25
PS lc	53	50	39	35
PS E	50	30	24	18
PS p	- ^{3/}	221	100	118
LC ta	75	85	30	59
LC tm	483	- ^{2/}	73	199
LC tb	297	187	85	103
LC lm	130	100	50	61
LC lc	- ^{3/}	89	52	69
LC E	87	73	28	63
LC p	- ^{2/}	- ^{3/}	71	109
LS ta	50	85	49	58
LS tm	- ^{2/}	500	160	189
LS tb	- ^{3/}	188	177	150
LS lm	132	178	89	104
LS lc	- ^{2/}	- ^{2/}	- ^{2/}	- ^{2/}
LS E	64	87	43	58
LS p	- ^{2/}	- ^{2/}	207	350

1/ P=cormo principal; L=cormelo lateral; C=con prebrotación; S=sin prebrotación; ta, tm y tb=secciones transversales apical, media y basal respectivamente; lm y lc=secciones longitudinales mitad y cuarto; E=entero; p=sección pedazos.

2/ No hubo brotación.

3/ Coeficiente de variación mayor de 500%.

4/ Promedio de 36 plantas (repeticiones).

por peso y tipo de sección reduce la variabilidad del rendimiento en la población, y permiten seleccionar las secciones de cormo principal con prebrotación como las de menor variabilidad.

Posiblemente si las secciones "pedazos" se agruparan por su posición en el cormo, la variabilidad en la población proveniente de este material de propagación sea semejante a las demás secciones del cormo principal prebrotado.

4.2.7 Relación del área foliar y longitud de pecíolo por período de crecimiento con el rendimiento de cormos y cormelos

Las variables de crecimiento y rendimiento se relacionaron por medio de un análisis de regresión, en donde la variable de respuesta (Y) es el rendimiento total de cormos y cormelos, las variables independientes (X) son el área foliar y la longitud del pecíolo más alto.

Con base en la distribución de datos en cada muestreo o época, la regresión se ajustó a una función lineal. En el cuadro 4.7 se presentan los grados de ajuste (R^2) y las ecuaciones de las funciones.

La influencia del crecimiento de pecíolos y del follaje sobre la producción total de cormos y cormelos fue mayor durante el período de máximo crecimiento y decrecimiento, entre los 180 y 330 días.

El incremento de materia seca de cormos y cormelos por unidad de área foliar producido (pendientes de las ecuaciones de regresión) fue mayor después de los 180 días, aunque para la longitud de pecíolo es aproximadamente constante durante el ciclo de crecimiento (figuras 4.11 y 4.12).

Observando que el grado de ajuste (R^2) entre las variables de crecimiento con rendimiento es mayor después de los 180 días, lo mismo que la

Cuadro 4.7 Coeficientes y ecuaciones de regresión entre la longitud del peciolo y el área foliar con el rendimiento total de cormos y cormelos de tiquisque morado (Xanthosoma violaceum) durante el ciclo de crecimiento.

EDAD (días)	VARIABLE LONGITUD DE PECIOLO		VARIABLE AREA FOLIAR	
	R ²	ECUACION DE REGRESION	R ²	ECUACION DE REGRESION
60	27	Y=325,4+11,1X	28	Y=360,4+0,34X
90	49	Y=120,6+10,1X	41	Y=322,1+0,09X
120	57	Y=14,5+9,44X	49	Y=288,5+0,05X
150	70	Y=21,2+9,70X	66	Y=225,8+0,05X
180	77	Y=-107,1+9,95X	80	Y=127,3+0,09X
210	73	Y=-137,9+10,6X	88	Y= 62,2+0,11X
240	77	Y=-190,2+11,22X	82	Y= 70,9+0,11X
270	72	Y=-163,3+11,10X	75	Y=121,2+0,11X
300	61	Y=-103,5+10,67X	68	Y=131,2+0,17X
330	62	Y=109,2+11,71X	64	Y=123,3+0,13X
360	62	Y=122,1+10,1X	72	Y=121,1+0,1X
390	64	Y= 91,4+9,26X	75	Y=147,1+0,09X

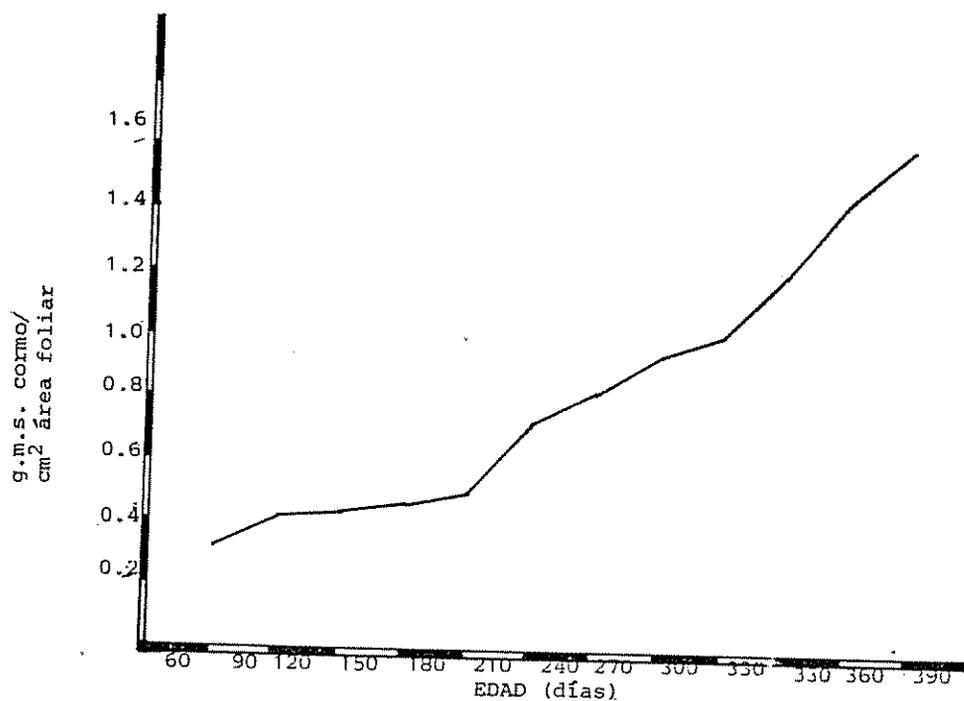


Figura 4.11 Incremento de materia seca de cormos y cormelos por cada unidad de área foliar (cm^2) producida durante el ciclo de crecimiento de tiquisque morado (Xanthosoma violaceum).

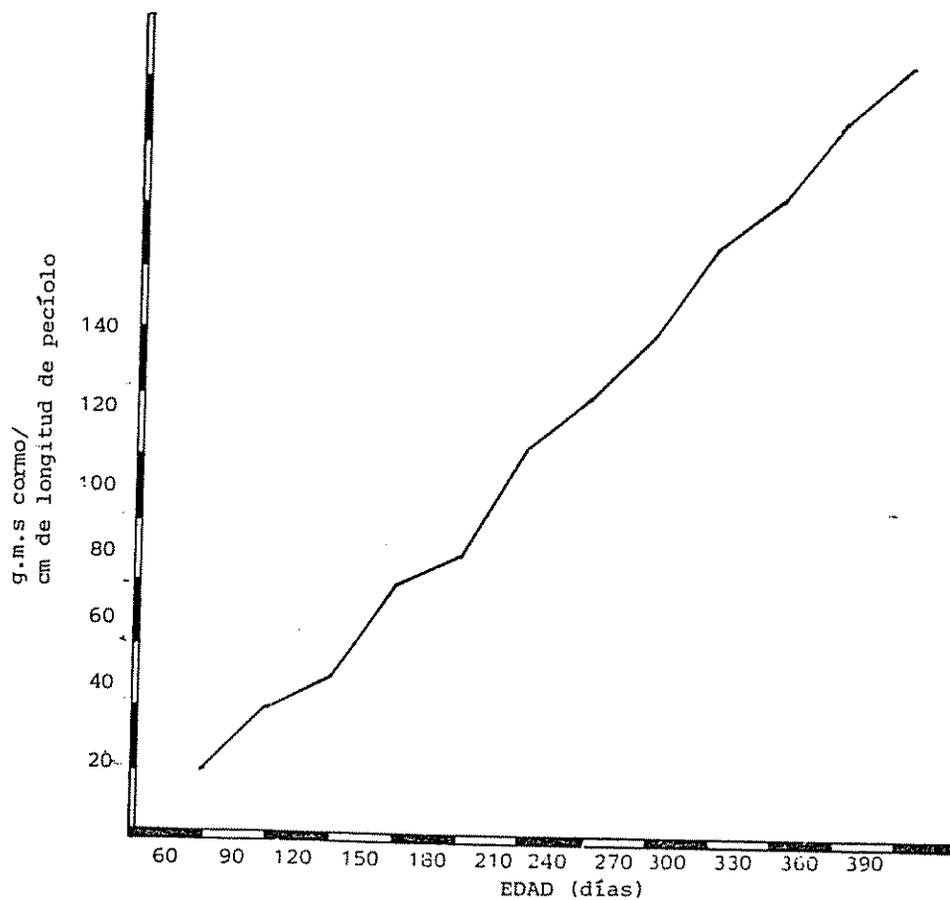


Figura 4.12 Incremento de materia seca de cormos y cormelos por cada unidad de longitud de pecíolo (cm) producido durante el ciclo de crecimiento de tiquisque morado (Xanthosoma violaceum)

magnitud de las pendientes de las ecuaciones, es factible estimar el rendimiento total de cormos durante ese período, el que corresponde a la movilización de las reservas producidas hacia los cormos y cormelos.

4.2.8 Producción de materia seca de cormos y cormelos por unidad de materia seca de propagación

En este cultivo, la relación entre el material de propagación y el rendimiento es importante porque en la propagación se usa parte de la producción obtenida.

La relación entre la producción de materia seca total y comercial por unidad de materia seca de propagación, fue mayor con el uso de propágulos de cormelo lateral entero en comparación con el corno principal entero. Sin embargo, cuando se secciona los cormos y cormelos de propagación, la relación se invirtió y fue mayor en las secciones del corno principal (cuadro 4.8).

Cualquiera que sea el tipo de propágulo, la prebrotación aumentó la relación entre la producción de materia seca total y comercial por unidad de materia seca de propagación. El propágulo más eficiente en la producción de materia seca por unidad de material de propagación fue el "pedazos" de corno principal con prebrotación (cuadro 4.8).

Con un análisis de beneficio-costos considerando únicamente el insumo "material de propagación" y la producción de calidad comercial, las secciones "pedazos", transversal apical, transversal media y longitudinal o "cuarto" de corno principal prebrotado, presentaron los beneficios netos más altos (cuadro 4.9).

Considerando algunos otros insumos incluidos en el establecimiento

Cuadro 4.8 Relación entre el rendimiento total y comercial de cormos y cormelos de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) con la cantidad de material de propagación requerido.

TRATAMIENTO ^{1/}	REND. TOTAL kg m.s./ha	REND. COMERCIAL kg m.s./ha	MATERIAL DE PROPAGACION REQUERIDO kg m.s./ha	REND. TOTAL/ MATERIAL DE PROPAGACION	REND. COMERCIAL/ MATERIAL DE PROPAGACION
PC ta	8.246	6.518	2.333	3,53	2,79
PC tm	7.558	6.123	3.574	2,11	1,71
PC tb	9.272	7.077	2.569	3,61	2,75
PC lm	8.723	6.646	4.241	2,06	1,57
PC lc	8.036	5.964	2.123	3,79	2,81
PC E	10.370	7.933	8.482	1,22	0,94
PC p	6.456	4.963	441	14,64	11,25
PS ta	8.118	6.055	2.333	3,48	2,60
PS tm	7.072	5.692	3.574	1,98	1,59
PS tb	8.672	6.503	2.569	3,38	2,36
PS lm	9.703	7.451	4.241	2,29	1,76
PS lc	6.985	5.390	2.123	3,29	2,54
PS E	12.000	9.385	8.482	1,41	1,11
PS p	2.015	1.395	441	4,57	3,16
LC ta	5.277	3.231	754	7,00	4,29
LC tm	2.056	1.215	636	3,23	1,91
LC tb	2.379	1.656	338	7,04	4,90
LC lm	4.149	2.928	872	4,76	3,36
LC lc	3.790	2.621	436	8,69	6,01
LC E	6.426	4.200	1.749	3,67	2,40
LC p	2.379	1.513	221	10,76	6,85
LS ta	4.662	3.410	754	6,18	4,52
LS tm	1.185	800	636	1,86	1,26
LS tb	1.754	1.226	338	5,18	3,62
LS lm	2.441	1.754	872	2,80	2,01
LS lc	0	0	436	0	0
LS E	4.708	3.882	1.749	2,69	2,22
LS p	749	451	221	3,39	2,04
Pct	8.359	6.574	2.826	2,96	2,33
PSt	7.954	6.067	2.826	2,81	2,15
Lct	3.236	2.036	574	5,64	3,55
LSt	2.533	1.923	574	4,41	3,35

1/ P=cormo principal; L=cormelo lateral; C=con prebrotación; S=sin prebrotación; ta, tm y tb= secciones transversales apical, media y basal respectivamente; lm y lc=secciones longitudinales mitad y cuarto; E=entero; p=sección pedazos.

2/ Propágulo de cormo principal. Peso seco=Peso fresco x 0,35786.

3/ Propágulo de cormo lateral. Peso seco=Peso fresco x 0,3803.

4/ Promedio de secciones transversales (ta, tm, tb) de cormo principal prebrotado.

5/ Promedio de secciones transversales (ta, tm, tb) de cormo principal sin prebrotar.

6/ Promedio de secciones transversales (ta, tm, tb) de cormelo lateral prebrotado.

7/ Promedio de secciones transversales (ta, tm, tb) de cormelo lateral sin prebrotar.

del cultivo como volumen de material de propagación a transportar, manejo y distribución en el campo, profundidad de hoyo, mano de obra de "siembra" y cosecha, entre otros, el tratamiento "sección pedazos" de cormo principal (utilizado por el agricultor en Costa Rica) con prebrotación, es el más apropiado desde el punto de vista económico.

Otros aspectos a favor de este tratamiento son la posibilidad de reducir la variabilidad que presentó por agrupación de los "pedazos" con base en su posición en el cormo, además de la posibilidad de incrementar el rendimiento por aumento de la población de plantas por unidad de área de suelo, ya que las plantas provenientes de "pedazos" de cormo tuvieron un tamaño y desarrollo foliar menor.

En los cuadros 4.8 y 4.9 se incluyó el promedio de las secciones transversales del cormo principal y del cormelo lateral con y sin prebrotación, con el propósito de comparar el beneficio neto y la relación de conversión de materia seca entre utilizar cada sección transversal independiente desechando el resto del cormo o cormelo y el uso de las tres secciones (apical, media y basal). Sin embargo, el uso de las tres secciones en promedio no superó el de las secciones individuales, principalmente respecto a la sección apical.

Cuadro 4.9 Análisis de beneficio costo parcial para tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) basado en el material de propagación requerido y el rendimiento producido^{1/}.

TRATAMIENTOS ^{2/}	VALOR DEL RENDIMIENTO COMERCIAL (¢/ha ^{4/})	MATERIAL DE PROPAGACION REQUERIDO (kg/ha) ^{3/}	VALOR DEL MATERIAL DE PROPAGACION (¢/ha) ^{4/}	BENEFICIO COMERCIAL NETO (¢/ha) ^{4/}
PC ta	162556	6477	56350	106206
PC tm	151377	9923	86330	65047
PC tb	175242	7138	62101	113141
PC lm	164619	11785	102530	62089
PC lc	147608	5892	51260	96348
PC E	198052	23569	205050	-6998
PC p	122826	1231	10710	112116
PS ta	148722	6477	56350	92373
PS tm	141100	9923	86330	54770
PS tb	160508	7138	62101	98407
PS lm	184675	11785	102530	82145
PS lc	133604	5892	51260	82344
PS E	231760	23569	205050	26710
PS p	34425	1231	10710	23715
LC ta	80090	1985	19418	60672
LC tm	29805	1677	16405	13400
LC tb	40993	892	8726	32267
LC lm	72438	2300	22500	49938
LC lc	64843	1150	11250	53593
LC E	103963	4600	45000	58963
LC p	37241	585	5723	31518
LS ta	84711	1985	19418	65293
LS tm	19723	1677	16405	3318
LS tb	30442	892	8726	21716
LS lm	43383	2300	22500	20883
LS E	81412	1150	11250	-11250
LS p	11163	585	5723	5440
PCT ^{6/}	16358	7846	68260	94798
PSt ^{7/}	150110	7846	68260	81850
LCT ^{8/}	50296	1518	14850	48778
LSt ^{9/}	44959	1518	14850	30109

1/ No considera insumos de manejo agronómico del cultivo.

2/ P=cormo principal; L=cormelo lateral; C=con prebrotación; S=sin prebrotación; ta, tm y tb=secciones transversales, apical, media y basal respectivamente; lm y lc=secciones longitudinales mitad y cuarto; E=entero; p=sección pedazos.

3/ Peso fresco.

4/ ¢1.00= \$0,23.

5/ Valor monetario de cormo principal=¢400/46 kg, cormelo lateral=¢450/46kg.

6/ Promedio de las secciones transversales del cormo principal prebrotado.

7/ Promedio de las secciones transversales del cormo principal sin prebrotar.

8/ Promedio de las secciones transversales del cormelo lateral prebrotado.

9/ Promedio de las secciones transversales del cormelo lateral sin prebrotar.

5. CONCLUSIONES

1. La emergencia y el crecimiento de las plantas, así como el rendimiento de cormos y cormelos, se incrementó con el aumento en el peso del propágulo, el uso de secciones de corno principal como material de propagación, la prebrotación y la presencia de yema apical o subapicales en el propágulo.
2. La prebrotación incrementó el rendimiento de cormos y cormelos principalmente cuando se utilizan "pedazos" de corno principal y secciones de cormelo lateral sin yema terminal como material de propagación.
3. La eliminación de la yema terminal en el propágulo incrementó el número de cormos para propagación producidos, aunque el peso y tamaño por unidad fué menor.
4. La agrupación del material de propagación por peso, tipo, seccionamiento y prebrotación, redujo la variabilidad del crecimiento de las plantas y del rendimiento de cormos y cormelos respecto al tipo de propágulo utilizado por el agricultor.
5. Los períodos de máximo crecimiento de pecíolos y desarrollo foliar se relacionaron directamente con el rendimiento total de cormos y cormelos.
6. Los propágulos de mayor peso y las secciones del corno principal, incrementaron el rendimiento porcentual comercial respecto al rendimiento total.
7. Las secciones de corno principal prebrotado de menor peso, "pedazos" y los propágulos enteros de menor peso, cormelos de 50g, presentaron los mayores valores de la relación entre el rendimiento de cormos y cormelos respecto a la cantidad de material de propagación requerido.

6. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios sobre el efecto de usar propágulos de "pedazos" de corno principal prebrotado agrupados de acuerdo a su posición en el corno, sobre la variabilidad en el crecimiento.
2. Evaluar el efecto del uso de reguladores del crecimiento en el material de propagación como una fuente de reducción de la variabilidad que presenta el tipo de propágulo "pedazos" de corno principal.

7. BIBLIOGRAFIA

1. AGUIRRE ASTE, V. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CATIE, 1971. 138 p.
2. CASSERES, E. Producción de hortalizas. Tercera edición. San José, (Costa Rica), IICA, 1980. 381 p.
3. CHAPMAN, T.A. A note on the measurement of leaf area of the tannia (Xanthosoma sagittifolium). Tropical Agriculture 41: 351-352. 1964.
4. COCK, J; MACINTYRE, R. y GRAHAM, M. Discusiones sobre origen, dispersión y evolución. In Simposio de la Sociedad Internacional de Raíces Comestibles Tropicales, 4to. Colombia, 1976. Resúmenes. Cali, Colombia, CIAT, 1976. pp. I: 14-17.
5. COURSEY, D.G. y HAYNES, P.H. Root crops and their potential as food in the tropics. World Crops 22(4): 261-265. 1970.
6. El ABC de la yautía (Xanthosoma sagittifolium). Agroconocimiento (República Dominicana) 2(19): 8-10. 1977.
7. ENYI, B.A.C. Effects of age on establishment and yield of cocoyam setts (Xanthosoma sagittifolium). Experimental Agriculture 3: 121-127. 1967a.
8. _____. Effect of spacing, sett size, ridging and mulching on the development and yield of cocoyam (Xanthosoma sagittifolium) Tropical Agriculture 44(1): 53-60. 1967b.
9. _____. Growth of cocoyam (Xanthosoma sagittifolium Schott). The Indian Journal of Agricultural Science 38(4): 627-633. 1968.
10. GUERRA, R. y OJEDA, L. Cultivo de algunas viandas en Cuba; segunda parte. La Habana, Editorial de Libros para la Educación, 1980. 92 p.
11. HARTMANN, H.T. y KESTER, D.E. Plant propagation; principles and practices. Third edition. New Jersey, Prentice-Hall, 1975. 650 p.
12. KARIKARI, S.K. Cocoyam cultivation in Ghana. World Crops 23(3): 118-122. 1971.
13. KAY, D.E. Root crops. London, Tropical Products Institute, 1973. 240 p.

14. LEON, J. Origin, evolution and early dispersal of root and tuber crops. In International Symposium on Root Crops, 4th, Colombia, 1976. Proceedings. Cali, Colombia, CIAT, 1976. pp. 20-36.
15. MONTALDO, A. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Lima, IICA, 1972. 281 p.
16. MOURSI, M.A. A comparative study of the effects of types of "seeds" on rate of emergence, establishment of plants and yield in different dasheen grown in Egypt. The Indian Journal of Agricultural Sciences 25(4): 265-270. 1955.
17. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. Underexploited tropical plants with promising economic value. Washington, D.C., NAS, 1975. 189 p.
18. ODUM, E.P. Ecología. Traducido al español por C.G. Ottenwaelder. 3era edición. México, Editorial Interamericana, 1972. 620 p.
19. ONWUEME, I.C. The tropical tuber crops; yams, cassava, sweet potato and cocoyam. Chichester, John Willey, 1978. 228 p.
20. PEREZ GARCIA, A. El cultivo de la yautía. Revista de Agricultura de Puerto Rico 51(2): 63-65. 1964.
21. REDDY, V.B., MEREDITH, W.F. y BROWN, B.T. A note on the relationship between corm yield and certain leaf measurement in taro (Colocasia esculenta). Tropical Agriculture 45(3): 243-245. 1968.
22. SOTO, J. y ARZE, J. Effect of terminal bud size and type of sectioning of the corm on propagation of Xanthosoma sagittifolium and Colocasia esculenta. In Symposium of the international Society for Tropical Root Crops, 6th, Lima, 1983. Abstracts. Lima, CIP, 1983. pp. 20 (Proceeding in press).
23. SPENCE, J.A. Growth and development of tannia (Xanthosoma sp.). In international Symposium on Tropical Root and Tuber Crops, 2nd, Hawaii, 1970. Proceedings. Hawaii, University, 1970. pp. 47-52.
24. VASQUEZ BECALLI, E. y TORRES GARCIA, S. Influencia del material de siembra sobre el crecimiento y desarrollo de Xanthosoma sagittifolium Schott (var. Blanca). Centro Agrícola (Cuba) 1(2): 31-43. 1974.
25. _____. Crecimiento y desarrollo de Colocasia esculenta Schott (var. isleña japonesa) y Xanthosoma sagittifolium Schott (var. blanca) en condiciones de secano en Cuba. Centro Agrícola (Cuba) 3(3): 9-24. 1976.

8. APENDICE A

Cuadro 1A. Condiciones climáticas de la región y del suelo donde se realizó el experimento (lote 12, área experimental "La Montaña, CATIE, Turrialba, Costa Rica).

<u>Clima</u> ^{1/}	Temperatura media anual: 22.4°C (\bar{X} de 24 años)
	Precipitación media anual: 2643.1 mm (\bar{X} de 39 años)
	Húmeda relativa promedio: 87.6% (\bar{X} de 24 años)
	Radiación diaria promedio: 427.8 cal/cm ² (\bar{X} de 18 años)
	Evaporación diaria promedio: 87.6 mm (\bar{X} de 15 años)
	Brillo solar diario promedio: 4.54 horas (\bar{X} de 24 años)
<u>Suelo</u> (Aguirre, 1971)	
	Origen: aluvial fluvio-lacustre
	Serie: Instituto-Fase Normal
	Drenaje: franco arcillosa
	Clasificación: Typic Dystropept

^{1/} Datos obtenidos de la Estación Meteorológica del Departamento de Producción Vegetal del CATIE.

Cuadro 2A. Observaciones de precipitación, temperatura, humedad relativa, radiación y brillo solar durante la etapa de campo (junio 1982 - agosto de 1983) 1/.

Mes	Precipitación (mm)	Temperatura \bar{x} (°C)	Humedad relativa \bar{x} (%)	Radiación cal/cm ²	Brillo Solar (décimos)	Evaporación (mm)
junio	304,5	22,8	87,3	13137	144,4	108,0
Julio	531,0	21,8	90,1	11112	94,1	75,6
agosto	319,6	22,0	89,3	11973	114,4	90,5
setiembre	222,0	22,0	87,9	13128	113,8	102,8
octubre	417,0	21,4	90,1	11415	87,1	84,4
noviembre	168,9	21,2	89,1	11342	119,3	87,2
diciembre	85,0	20,9	90,2	10761	116,4	76,5
enero	130,4	21,4	87,9	12111	123,2	87,7
febrero	34,5	22,2	84,7 ⁿ	12402	139,8	99,2
marzo	218,0	22,6	85,8	13875	137,0	108,9
abril	8,8	23,1	83,2	16179	188,3	143,9
mayo	350,2	22,9	87,8	13881	134,6	108,3
Junio	226,0	23,3	87,5	13291	150,4	105,3
Julio	204,0	22,8	87,8	12193	108,1	93,2
agosto	227,0	22,8	88,0	13587	130,8	101,8

1/ Estación Meteorológica del CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Cuadro 3A. Diferencias significativas en las variables de emergencia y de rendimiento en relación con los factores de variación.

Fuente de variación	Emergencia de plantas	No. total de cormos y cormelos	Materia seca total de cormos y cormelos	No. de cormos de primera	Materia seca de cormelos de primera	No. de cormos de segunda	Materia seca de cormelos de segunda	No. de cormos comerciales	Materia seca de cormelos no comerciales	No. de cormos para propagación	Materia seca de cormos para propagación
Bloque	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peso del propágulo (A)	**	**	**	-	-	-	-	*	*	**	**
Yema terminal (B)	-	*	-	-	*	-	*	-	-	**	-
A x B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

** Diferencia significativa según el análisis de varianza al 0,01.

* Diferencia significativa según el análisis de varianza al 0,05.

- Diferencia no significativa al 0,05.

Cuadro 4A. Diferencias significativas en las variables longitud del peciolo más alto y área foliar durante el ciclo de crecimiento en relación con los factores de variación.

EDAD (días)	LONGITUD DEL PECIOLO				AREA FOLIAR			
	FUENTES		DE		FUENTES		DE	
	Bloque	Peso del propágulo(A)	Yema ter- minal (B)	A x B	Bloque	Peso del propágulo(A)	Yema ter- minal(B)	A x B
60	-	**	**	-	-	**	**	-
90	-	**	**	-	-	**	-	-
120	-	**	**	-	-	**	-	*
150	-	**	-	-	-	**	-	-
180	-	**	-	-	-	*	-	-
210	-	**	-	-	-	*	-	-
240	-	-	-	-	-	*	-	-
270	-	-	-	-	-	-	-	-
300	-	-	*	-	-	-	-	-
330	-	**	**	-	-	-	-	-
360	-	-	*	-	-	-	-	-
390	-	-	-	-	-	-	-	-

** Diferencia significativa según el análisis de varianza al 0,01,

* Diferencia significativa según el análisis de varianza al 0,05

- - Diferencia no significativa al 0,05.

Cuadro 5A. Rendimiento categorizado de cormos y cormelos de tiquisque morado (Xanthosoma violaceum) en relación con el peso del propágulo y la presencia o ausencia de la yema terminal.

TRATAMIENTO ^{1/}	PRODUCCION (kg/ha) ^{4/}							
	PRIMERA		SEGUNDA		PARA PROPAGACION		NO COMERCIAL	
	PF ^{2/}	PS ^{3/}	PF	PS	PF	PS	PF	PS
P ₁ C	1.590	615	9.795	3.744	18.000	6.462	20.615	3.436
P ₁ S	1.179	462	4.256	1.641	37.641	13.487	21.179	3.538
P ₂ C	1.590	615	7.846	2.974	15.641	5.590	15.231	2.564
P ₂ S	513	205	3.436	1.333	18.615	6.667	17.026	2.872
L ₁ C	1.590	615	3.897	1.487	11.333	4.051	14.821	2.462
L ₁ S	1.385	513	2.872	1.077	11.692	4.205	13.744	2.308
L ₂ C	1.538	564	4.205	1.590	11.487	4.103	13.385	2.256
L ₂ S	769	308	3.385	1.282	8.205	2.923	13.333	2.256
L ₃ C	2.256	872	2.974	1.128	8.154	2.923	11.692	1.949
L ₃ S	1.333	513	3.538	1.333	8.000	2.872	10.462	1.744

1/ P₁ y P₂ = propágulos de corno principal de 2500 y 750g; L₁, L₂ y L₃ = propágulos de cormelos laterales de 325, 150 y 50g respectivamente; C y S = con y sin yema terminal.

2/ Peso fresco.

3/ Peso seco.

4/ Promedio de tres repeticiones.

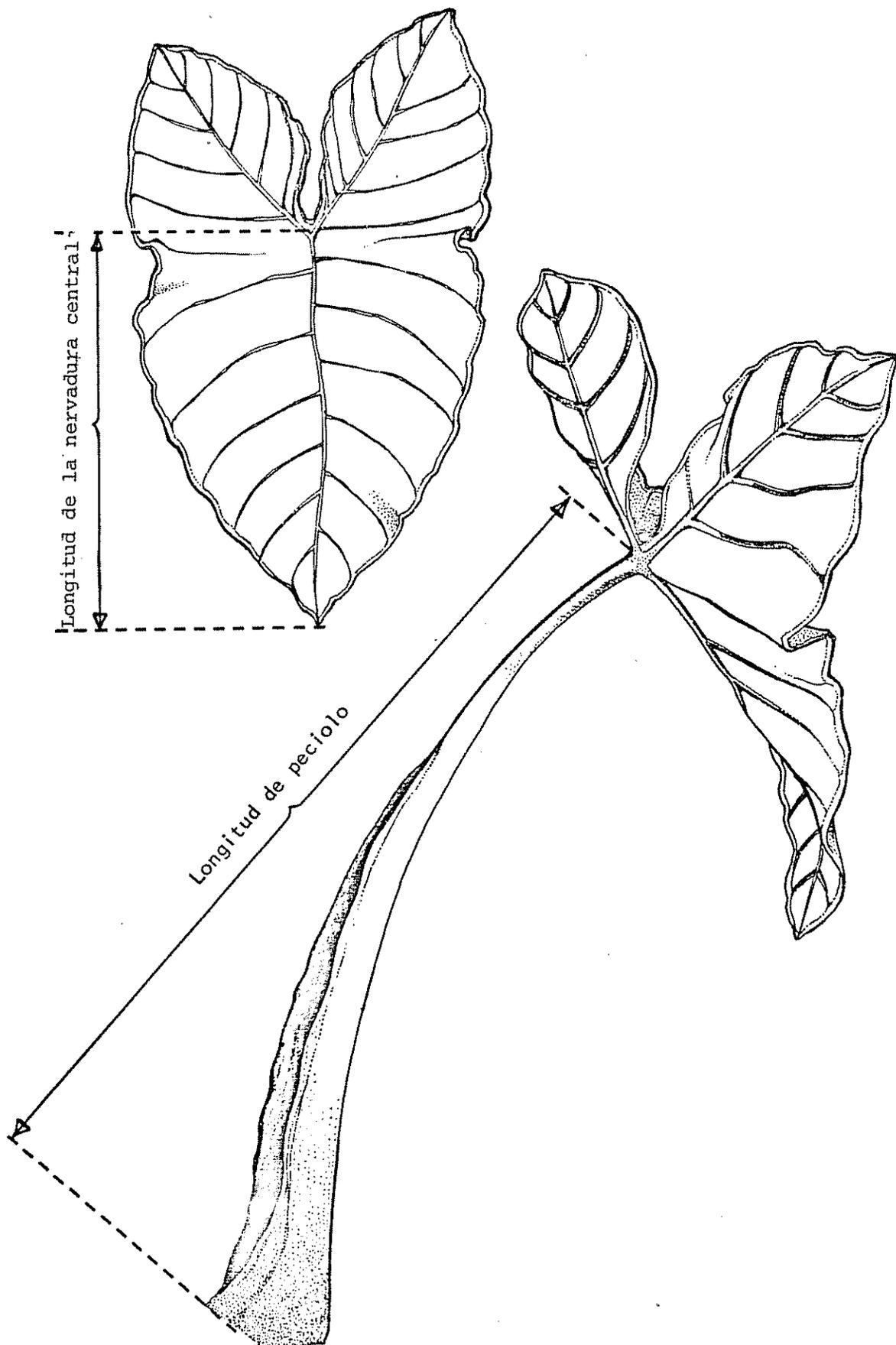


Figura 1A. Esquema de las partes foliares (longitud de la nervadura central y del peciolo) medidas en las plantas de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*).

9. APENDICE B

Cuadro 1B. Peso promedio de los cormos y cormelos, y secciones de tiquisque morado (Xanthosoma violaceum) usados como propágulos.

Seccionamiento	Sección	Peso promedio (g)	
		corno principal	corno lateral
	entero	1530	299
Transversal	apical	421	129
Transversal	media	645	109
Transversal	basal	464	58
Longitudinal	mitad	760	148
Longitudinal	cuarto	381	73
Transversal y longitudinal	pedazos	150	38

Cuadro 2B. Diferencias significativas en las variables de emergencia y rendimiento en relación con los factores de variación.

Fuente de variación	Emergencia de plantas	No. total de cormos y cormelos	Materia seca total de cormos y cormelos	No. de cormos de primera	Materia seca de cormos de primera	No. total de cormos de segunda	Materia seca de cormos de segunda	No. de cormos comerciales	Materia seca de cormos no comerciales	No. de cormos para propa gación	Materia seca de cormos para propa gación
Bloque	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A (peso)	**	*	*	-	-	*	*	*	*	**	*
B (prebro tación)	**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AB	**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C (seccio namiento)	**	**	**	*	*	**	**	**	**	**	*
AC	**	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-
BC	**	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-
ABC	**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

** Diferencia significativa según el análisis de varianza al 0,01

* Diferencia significativa según el análisis de varianza al 0,05

- Diferencia no significativa al 0,05

Cuadro 3B. Diferencias significativas en las variables longitud del peciolo más alto y área foliar durante el ciclo de crecimiento en relación con los factores de variación.

EDAD (días)	LONGITUD DEL PECIOLLO										AREA FOLIAR									
	BLOQUE					FUENTES DE VARIACION ^{1/}					BLOQUE					FUENTES DE VARIACION ^{1/}				
	A	B	AB	C	AC	BC	ABC				A	B	AB	C	AC	BC	ABC			
60	-	**	**	**	**	**	**				-	**	**	**	**	**	-			
90	-	**	*	**	**	**	-				-	**	-	**	**	**	**			
120	-	**	*	**	**	**	**				-	**	-	**	**	**	**			
150	-	**	-	**	**	**	**				-	**	-	**	**	**	*			
180	**	*	-	**	**	**	**				-	*	-	*	-	-	-			
210	-	*	-	**	**	**	**				*	-	-	**	*	**	**			
240	-	-	-	**	**	**	**				-	-	-	**	**	**	**			
270	**	-	-	**	**	**	**				**	-	-	**	**	**	**			
300	-	-	-	**	**	**	**				-	-	-	**	**	**	**			
330	**	-	-	**	**	**	**				-	-	-	**	**	**	**			
360	**	-	-	**	**	**	**				*	-	-	**	**	**	**			
390	**	-	-	**	**	**	**				-	-	-	**	**	**	**			

1/ A= peso del corno y cormelo de propagación; B= prebrotación del material de propagación; C= seccionamiento del corno y cormelo de propagación.

** Diferencia significativa según el análisis de varianza al 0,01

* Diferencia significativa según el análisis de varianza al 0,05

- Diferencia no significativa al 0,05

Cuadro 4B. Longitud del pecíolo más alto de las plantas de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) durante el ciclo de crecimiento en relación con el peso, prebotación y seccionamiento de los cormos y cornelos de propagación.

TRATAMIENTO ^{1/}	EDAD (días)											
	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390
Pcta	35,6	56,8	71,1	76,7	83,7	77,5	77,2	72,2	65,5	57,5	67,0	73,3
Pctm	36,4	55,8	68,3	70,8	71,3	63,7	62,0	57,0	52,5	46,0	50,8	63,4
Pctb	21,5	55,9	73,6	72,1	79,6	71,3	69,2	61,4	56,1	41,6	56,6	59,9
PCLm	34,0	55,1	71,7	78,6	82,7	76,8	72,7	53,6	60,7	54,0	66,6	71,9
PCLc	23,0	39,7	59,0	66,1	72,8	72,0	71,1	70,8	70,2	58,9	68,5	74,2
PCE	49,9	77,0	91,4	89,4	94,3	81,9	81,6	70,0	61,4	53,1	66,4	65,8
PCp	16,4	34,1	50,4	52,4	61,2	62,6	63,9	63,8	61,6	53,0	63,7	71,5
PSta	18,3	57,1	68,5	67,5	72,3	73,8	70,1	64,9	47,6	57,0	65,5	66,9
PStm	14,3	46,6	62,7	65,8	72,2	82,0	70,5	68,3	69,4	56,3	67,7	68,5
PStb	14,6	50,7	71,5	78,2	81,8	69,0	73,1	67,1	61,0	50,3	58,8	60,0
PSlm	15,9	44,5	58,3	63,3	74,5	71,6	80,2	79,6	77,2	70,1	78,3	84,0
PSlc	6,3	28,8	43,8	52,8	67,3	72,9	77,3	82,2	72,1	78,3	90,7	96,0
PSE	43,6	78,2	97,3	86,8	86,3	73,0	74,3	65,5	55,8	51,3	63,0	65,0
PSp	3,6	19,4	30,0	32,8	40,3	40,6	43,7	45,0	45,8	41,6	51,1	48,4
Lcta	11,5	37,1	54,3	56,3	61,8	63,3	63,4	62,5	59,9	57,5	66,4	68,0
Lctm	0,1	26,1	33,0	36,3	47,8	50,1	52,0	52,1	51,5	40,6	50,8	46,3
Lctb	1,9	16,1	28,4	32,1	44,5	48,4	51,8	54,5	54,3	52,5	62,2	65,7
Lclm	3,2	27,5	43,7	43,9	53,8	55,7	57,6	57,8	57,6	50,8	58,8	58,0
LCLc	5,0	22,3	39,8	45,1	54,9	58,6	62,3	64,0	63,6	55,9	67,4	70,5
LCE	9,9	41,5	54,1	56,1	63,7	66,9	68,4	65,4	60,0	56,8	63,6	64,8
LCP	1,6	18,3	31,4	32,2	44,6	50,2	56,0	56,5	58,3	54,3	64,0	68,4
LSta	4,8	28,8	44,4	48,2	59,3	61,8	64,8	69,7	69,0	68,0	75,7	79,3
LStm	0,0	4,8	17,4	18,2	25,6	27,9	31,1	34,5	32,1	30,8	39,3	41,9
LStb	0,0	6,8	14,5	20,0	29,4	30,0	35,8	36,5	39,0	40,8	45,5	48,0
Lslm	0,0	8,9	31,8	32,5	42,7	46,8	54,1	57,7	57,9	55,3	66,6	67,3
Lslc	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LSE	6,1	34,5	49,8	50,3	56,3	57,6	59,0	54,0	47,0	41,2	51,1	51,0
LSp	0,0	2,5	9,4	11,7	16,5	13,7	20,1	16,4	21,4	21,3	27,6	28,6

^{1/} P=como principal; L=corno lateral; C=con prebotación, S=sin prebotación, ta, tm, tb=secciones transversales apical, media y basal; lm y lc= secciones longitudinales mitad y cuarto; E=entero; p=sección pedazos.

Cuadro 5B. Area foliar de las plantas de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) durante el ciclo de crecimiento

TRATAMIENTOS ^{1/}	EDAD (días)											
	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390
Pcta	0,9	3,1	5,6	7,5	6,6	4,4	3,9	3,4	2,3	2,2	3,1	3,7
Pctm	1,3	4,3	8,5	9,1	6,4	4,6	4,1	3,8	2,2	2,3	3,2	4,1
Pctb	0,5	3,3	8,2	9,5	6,5	5,5	5,1	4,3	2,3	2,9	4,4	4,7
PCLm	1,0	4,3	8,8	11,0	7,7	5,7	4,9	3,5	2,2	3,2	4,9	4,9
PClc	0,5	1,5	3,4	6,1	5,7	4,4	4,5	4,2	2,2	2,7	4,7	4,4
PCE	1,6	5,6	10,2	10,9	8,1	4,8	4,3	3,2	1,8	2,1	3,3	3,4
PCp	0,3	1,1	2,6	3,9	4,3	4,0	3,8	3,5	1,9	2,5	3,7	4,3
PSta	0,3	2,8	7,5	8,5	5,4	4,8	4,5	3,8	2,1	3,1	4,3	4,6
PStm	0,5	,6	5,5	6,2	5,6	5,2	4,7	4,1	2,7	3,4	4,3	4,7
PStb	0,3	3,9	2,9	9,5	5,7	5,3	4,9	4,0	2,2	2,4	3,5	4,2
PSlm	0,4	2,1	5,2	7,5	7,0	6,9	7,2	6,3	4,3	5,1	6,5	7,1
PSlc	0,1	0,8	1,9	3,9	4,9	6,5	7,7	7,8	5,4	6,6	9,4	9,8
PSE	1,2	9,2	16,7	14,8	6,1	5,0	4,2	2,7	1,5	2,2	3,9	4,4
PSP	0,0	0,3	0,8	1,5	1,0	1,9	2,2	2,2	1,4	7,9	2,7	2,7
Lcta	0,1	0,9	2,1	3,3	3,1	3,1	2,9	2,4	1,6	2,1	2,9	2,5
Lctm	0,0	0,3	1,2	2,0	2,5	2,6	3,0	2,7	1,7	1,9	2,1	1,5
Lctb	0,0	0,2	0,7	1,3	1,9	2,6	3,3	2,6	2,3	2,9	3,2	3,3
Lclm	0,0	0,5	1,9	2,3	2,9	3,2	3,1	3,1	2,0	2,3	2,9	2,7
Lclb	0,0	0,4	1,4	2,4	3,0	3,6	4,2	3,5	2,4	3,2	4,4	3,5
LCE	0,0	1,2	3,6	4,4	4,0	4,4	4,2	3,2	2,0	2,8	3,5	3,3
LCP	0,0	0,2	0,6	1,3	1,8	2,5	3,0	2,4	2,1	2,9	3,4	3,3
LSta	0,0	0,5	1,9	2,4	2,6	3,2	4,0	3,2	2,2	3,0	3,9	3,8
LStm	0,0	0,0	0,4	0,8	1,1	1,1	1,4	1,2	1,0	1,4	1,5	1,6
LStb	0,0	0,1	0,3	1,0	1,8	1,9	2,5	2,5	1,8	2,5	3,4	3,2
LSlm	0,0	0,03	0,0	1,6	2,2	2,9	3,4	3,0	2,3	3,4	4,5	4,1
LSlc	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LSE	0,0	0,9	2,9	3,0	2,9	3,5	2,6	2,2	1,1	1,3	1,9	1,9
LSP	0,0	0,0	0,2	0,3	0,6	0,6	1,1	0,6	0,7	1,6	1,5	1,6

^{1/} P= corno principal; L= corno lateral; C= con prebotación; S= sin prebotación; ta, tm, tb= secciones transversales apical, media y basal; lm y lc= secciones longitudinales mitad y cuartos; E=entero; P=sección pedazos.

Cuadro 6B. Rendimiento categorizado de cormos y cormelos de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) en relación con el peso, prebrotación y seccionamiento de los cormos y cormelos de propagación evaluados.

TRATAMIENTO ^{1/}	PRODUCCION (kg/ha) ^{4/}							
	PRIMERA		SEGUNDA		PARA PROPAGACION		NO COMERCIAL	
	PF ^{2/}	PS ^{3/}	PF	PS	PF	PS	PF	PS
PCTa	1.559	595	5.897	2.241	10.303	3.687	10.267	1.723
PCTm	1.010	385	3.281	1.451	11.969	4.282	8.574	1.441
PCTb	1.605	610	4.544	1.728	13.231	4.733	13.108	2.200
PCLm	954	364	5.108	1.944	11.954	4.333	12.421	2.082
PCLc	831	318	3.897	1.482	11.651	4.169	12.338	2.072
PCE	1.410	538	8.345	3.190	11.754	4.205	14.528	2.436
PCp	1.549	590	3.656	1.390	8.267	2.959	9.062	1.472
PSta	610	231	4.323	1.641	11.549	4.132	12.564	2.108
PStm	697	267	4.697	1.790	10.154	3.636	8.256	1.385
PStb	1.015	385	3.554	1.349	13.313	4.764	12.923	2.169
PSlm	1.251	477	5.328	2.026	13.831	4.949	13.410	2.251
PSlc	990	374	3.785	1.441	9.990	3.574	9.497	1.595
PSE	385	144	6.333	2.410	19.087	6.831	15.569	9.615
PSp	36	15	856	328	2.954	1.050	3.667	615
LCTa	708	267	2.231	846	5.903	2.113	14.779	2.041
LCTm	108	41	349	133	2.913	1.041	5.026	841
LCTb	179	67	1.010	385	3.374	1.205	4.297	723
LCLm	405	154	1.892	718	5.744	2.092	7.277	1.221
LCLc	36	15	2.128	810	5.021	1.795	6.985	1.174
LCE	605	231	2.585	985	6.826	2.995	13.231	2.206
LCp	0	0	467	374	3.179	1.144	5.179	867
LSta	1.062	405	2.231	851	2.446	2.159	7.456	1.251
LStm	0	0	374	143	1.846	662	2.287	385
LStb	36	15	1.010	385	2.323	831	3.133	528
LSlm	400	154	1.062	405	3.344	1.195	4.108	687
LSlc	0	0	0	0	0	0	0	0
LSE	821	313	2.185	831	5.979	2.138	8.492	1.426
LSp	0	0	256	97	995	354	1.769	303

1/ P y L= propágulos de cormo principal y cormelo lateral respectivamente; C y S= con y sin prebrotación; ta, tm y tb= secciones transversales apical, media y basal; lm y lc= secciones longitudinales mitad y cuarto; E= entero; p= sección pedazos.

2/ Peso fresco.

3/ Peso seco.

4/ Promedio de tres repeticiones.

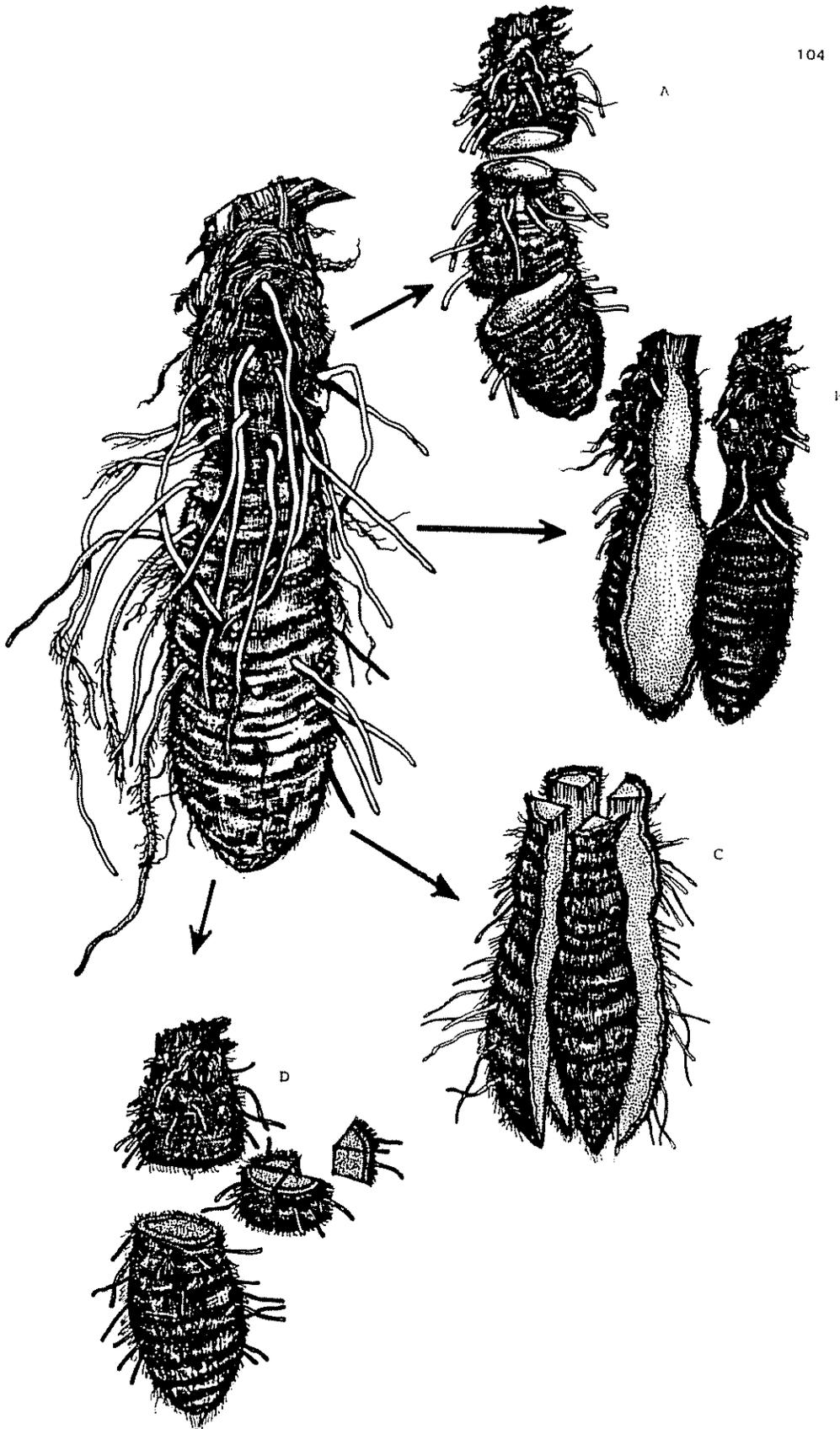


Figura 1B. Tipos de seccionamiento del cormo y cormelo de propagación de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*).
 A: transversal, B: longitudinal mitad, C: longitudinal cuartos, D: pedazos.

PARCELA GRANDE P x C

PARCELA GRANDE P x S

ta	lm	p	tb	tm	E	lc	tb	lm	ta	p	E	lc	tm
ta	tm	lc	E	p	lm	tb	ta	E	lc	p	tm	lm	tb

PARCELA GRANDE L x S

PARCELA GRANDE L x C

Fig. 2B. Distribución de los tratamientos en las parcelas grandes y pequeñas de acuerdo al diseño del experimento.

P=como principal; L=cormelo lateral; C=con prebrotación; S=sin prebrotación; ta, tm y tb= secciones transversales apical, media y basal respectivamente; lm y lc= secciones longitudinales mitad y ucartos; E=entero; p=sección pedazos.