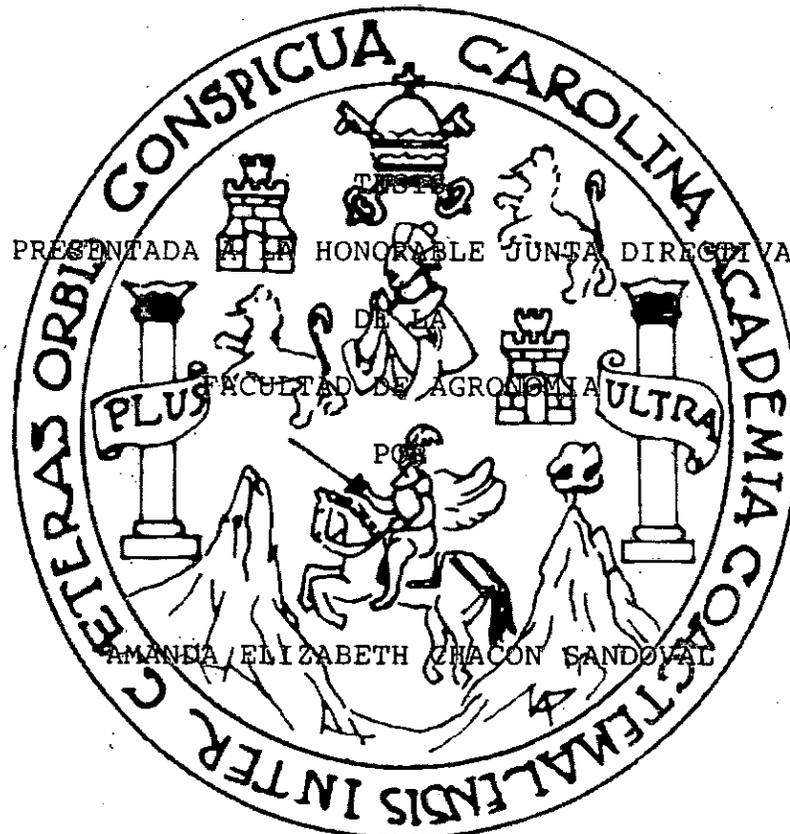


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

PROPAGACION VEGETATIVA DE Quercus tristis Liebm.
EN FUNCION DE DIAMETROS, EPOCAS DE CORTE DE LAS ESTACAS
Y LA APLICACION DE UN REGULADOR DEL CRECIMIENTO



En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

en el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, OCTUBRE, DE 1988

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
T
(1276)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Aníbal Martínez
VOCAL I:	Ing. Agr. Gustavo Méndez
VOCAL II:	Ing. Agr. Jorge Sandoval
VOCAL III:	Ing. Agr. Mario Melgar
VOCAL IV:	Br. Marco Antonio Hidalgo
VOCAL V:	P. A. Byron Milián
SECRETARIO:	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto

Guatemala, 24 de octubre de 1988

Ing. Agr.
Aníbal Martínez
Decano
Facultad de Agronomía

Señor Decano:

Tengo el agrado de dirigirme a usted para informarle que he procedido a asesorar y revisar el trabajo de tesis de la estudiante Amanda Elizabeth Chacón Sandoval, carnet 80-10090, titulado: "PROPAGACION VEGETATIVA DE Quercus tristis Liebm. EN FUNCION DE DIAMETROS, EPOCAS DE CORTE DE LAS ESTACAS Y LA APLICACION DE UN REGULADOR DEL CRECIMIENTO".

Luego de haber cumplido con las normas correspondientes de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, considero que el presente trabajo reúne los requisitos exigidos por ésta, siendo un valioso aporte científico al país y a la Universidad de San Carlos de Guatemala, por lo que me complace recomendarlo para su aprobación e impresión.

Atentamente

Ing. Agr. Juan H. González M.
ASESOR

Guatemala, 24 de octubre de 1988

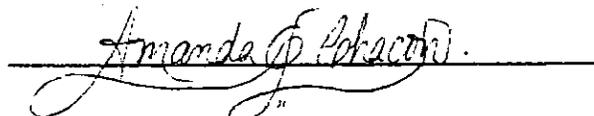
Honorables Miembros
Junta Directiva
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos

De conformidad a lo que establece la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"PROPAGACION VEGETATIVA DE Quercus tristis Liebm. en FUNCION DE DIAMETROS, EPOCAS DE CORTE DE LAS ESTACAS Y LA APLICACION DE UN REGULADOR DEL CRECIMIENTO".

Presentándolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,



Amanda E. Chacón S.

INDICE GENERAL

TITULO	PAGINA
Resumen	vi
Indice de Cuadros	viii
Indice de Figuras	ix
 CUERPO DEL TRABAJO	
I. INTRODUCCION	1
II. HIPOTESIS	3
III. OBJETIVOS	3
IV. REVISION DE LITERATURA	
1. Propagación asexual o vegetativa	4
2. Formación del callo	8
3. Proceso de enraizamiento	8
4. Auxinas	16
5. Antecedentes experimentales en la reproducción vegetativa de <u>Quercus</u> spp.	20
V. METODOLOGIA	
1. Descripción del área experimental	31
2. Material experimental	32
3. Metodología experimental	34
VI. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	
1. Variables cualitativas	41
2. Variables cuantitativas	69
3. Discusión general	82
VII. CONCLUSIONES	84
VIII. RECOMENDACIONES	85
IX. BIBLIOGRAFIA	87

PROPAGACION VEGETATIVA DE Quercus tristis Liebm. EN FUNCION DE
DIAMETROS, EPOCAS DE CORTE DE LAS ESTACAS Y LA APLICACION DE UN
REGULADOR DEL CRECIMIENTO

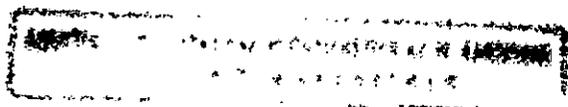
VEGETATIVE PROPAGATION OF Quercus tristis Liebm. BY STEM CUTTINGS
CONSIDERING CUTTING SEASONS, DIAMETERS AND HORMONE TREATMENT

RESUMEN

En Guatemala el área boscosa disminuye aceleradamente debido al cambio en el uso de la tierra y al creciente consumo de madera, leña y carbón, lo que hace necesaria la conservación del recurso forestal, particularmente de especies nativas de importancia social y económica, entre las cuales se encuentran los encinos o robles (Quercus spp.).

La conservación y propagación del material genético de Quercus spp. puede lograrse a través de la propagación vegetativa, asegurando individuos idénticos a los árboles de los cuales proceden con lo cual pueden mantenerse características valiosas. Este medio de propagación es importante, además, para especies con problemas en su reproducción sexual, lo cual puede conducir las a su total desaparición. Para un trabajo de esta naturaleza, es necesario conocer los aspectos fisiológicos y climáticos que determinan la propagación vegetativa, para definir lineamientos que aseguren una buena producción.

El objetivo del presente trabajo, que en su género es preliminar, fue evaluar las condiciones favorables para la propagación vegetativa de Quercus tristis Liebm. Para ello se evaluaron esta-



cas de madera dura de 20 cm de longitud con diámetros en tres rangos, con límites superiores de 8 mm, 16 mm y 24 mm, tres épocas de corte en abril, mayo y junio y la aplicación de Acido Indolbutírico (3%), con tres lecturas para cada época, las cuales se efectuaron cada 20 días. La evaluación se hizo a través de conteos, mediciones y observaciones de yemas, brotes y callos en las estacas.

El experimento se realizó en el Vivero Municipal "La Península", ubicado en la parte Norte de la Ciudad Capital, aproximadamente a 1,500 msnm. La duración total de la prueba fue de 6 meses. Se trabajó como una Serie de Experimentos en el Tiempo en tres épocas y con tres períodos de lectura cada una, en un Arreglo de Parcelas Divididas con Submuestreo, bajo Bloques al Azar, con cuatro repeticiones.

Entre los resultados más importantes se determinó que las mejores épocas de corte de las estacas son abril y junio; que los mejores resultados son con aplicación de hormona en abril y con y sin hormona en junio; que los diámetros comprendidos entre los 9 y 24 mm, son factores que combinados dan tratamientos que tienen los valores más altos para las variables relacionadas con la actividad en las yemas, la presencia y desarrollo de los brotes y la formación de callo y que los períodos de lectura en los cuales puede observarse mayor actividad son a los 40 y 60 días de establecida la prueba.

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
CUADRO 1:	Análisis de Varianza para las variables cuantitativas de la primera época (abril-junio)	70
CUADRO 2:	Análisis de Varianza para las variables cuantitativas de la segunda época (mayo-julio)	73
CUADRO 3:	Análisis de Varianza para las variables cuantitativas de la tercera época (junio-agosto)	75
CUADRO 4:	Pruebas de Tukey para efectos principales en las tres épocas	76
CUADRO 5:	Análisis de Varianza Globales para las variables cuantitativas de la Serie de Experimentos en el tiempo	80
CUADRO 6:	Pruebas de Tukey para Efectos Principales de la Serie de Experimentos en el tiempo	81

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
FIGURA 1:	Croquis de campo de la serie de experimentos en el tiempo	37
FIGURA 2:	Presencia de Yemas Activas en las estacas de la primera época (abril-junio)	43
FIGURA 3:	Presencia de Yemas Activas en las estacas de la segunda época (mayo-julio)	44
FIGURA 4:	Presencia de Yemas Activas en las estacas de la tercera época (junio-agosto)	45
FIGURA 5:	Presencia de Brotes en las estacas de la primera época (abril-junio)	47
FIGURA 6:	Presencia de Brotes en las estacas de la segunda época (mayo-julio)	48
FIGURA 7:	Presencia de Brotes en las estacas de la tercera época (junio-agosto)	49
FIGURA 8:	Presencia de Callos en las estacas de la primera época (abril-junio)	51
FIGURA 9:	Presencia de Callos en las estacas de la segunda época (mayo-julio)	52
FIGURA 10:	Presencia de Callos en las estacas de la tercera época (junio-agosto)	53
FIGURA 11:	Sectorización utilizada para determinar la posición del callo en la estaca	55

FIGURA		PAGINA
FIGURA 12:	Posición de los Callos en las estacas de la primera época (abril-junio)	56
FIGURA 13:	Posición de los Callos en las estacas de la segunda época (mayo-julio)	57
FIGURA 14:	Posición de los Callos en las estacas de la tercera época (junio-agosto)	58
FIGURA 15:	Guía utilizada para determinar la forma del callo en la estaca	60
FIGURA 16:	Forma de los Callos en las estacas de la primera época (abril-junio)	61
FIGURA 17:	Forma de los Callos en las estacas de la segunda época (mayo-julio)	62
FIGURA 18:	Forma de los Callos en las estacas de la tercera época (junio-agosto)	63
FIGURA 19:	Color de los Callos en las estacas de la primera época (abril-junio)	66
FIGURA 20:	Color de los Callos en las estacas de la segunda época (mayo-julio)	67
FIGURA 21:	Color de los Callos en las estacas de la tercera época (junio-agosto)	68

I. INTRODUCCION

Debido a la acelerada disminución del área boscosa en el país, como consecuencia del cambio en el uso de la tierra y del constante crecimiento en el consumo de leña, carbón y madera, es necesario conservar el recurso forestal y principalmente el material genético de especies forestales nativas que tienen importancia social y económica, entre las cuales se encuentran los encinos o robles (Quercus spp.).

La conservación de germoplasma de Quercus spp. puede lograrse por medio de la propagación vegetativa, asegurando así, árboles de caracteres genéticos idénticos a los árboles de los cuales proceden y especialmente en este género donde se presenta gran variabilidad. Este método permite conservar algunas especies que presentan dificultades en su reproducción, como Quercus pacayana Muller. Para ello es necesario investigar y conocer aspectos fisiológicos y climáticos, factores importantes en la propagación asexual.

El presente estudio se basó en la información obtenida sobre distintas pruebas realizadas en otros países en diversidad de condiciones y con una amplia gama de resultados.

Con el presente trabajo se pretende dar a conocer los lineamientos que permitan la propagación vegetativa de Quercus tristis Liebm. y especies similares. La utilización de dicha especie se debe a su importancia por ser una de las más abundantes en Guatemala, su presencia abarca un amplio rango de condiciones: desde lugares húmedos hasta lugares secos, localizados entre los 1,000 y 2,600 msnm, lo cual hace los resultados obtenidos, punto de referencia para otras especies en condiciones semejantes.

Por ser un trabajo pionero, en la formulación del mismo, se consideró una gran cantidad de aspectos importantes para evaluar; pero, por limitaciones de tiempo y recursos, se determinaron los más importantes: épocas de corte de las estacas, diámetros de las mismas y la aplicación de un regulador del crecimiento.

El experimento se llevó a cabo en el Vivero Municipal "La Península", ubicado al Norte de la ciudad de Guatemala, se inició en marzo y se concluyó en agosto de 1,986.

Debido a la complejidad del estudio, se utilizó una Serie de Experimentos en tres épocas, con tres lecturas en cada una, en un Arreglo de Parcelas Divididas con Submuestreo, bajo Bloques al Azar.

Los datos obtenidos en el experimento, fueron procesados en el Centro de Estadística y Cálculo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. La codificación y grabación de archivos se hizo por medio del programa LOTUS 1-2-3 (R), el procesamiento estadístico se hizo con el paquete estadístico SAS (R) y la generación de las gráficas se realizó con el programa PERSPECTIVE.

Los resultados obtenidos indican que las mejores épocas de corte de las estacas son abril y junio, además del uso de hormona en abril y en los diámetros comprendidos entre los 9 y 24 mm, cuyos tratamientos tienen los valores más altos para las variables relacionadas con la actividad en las yemas, la presencia y desarrollo de brotes y la formación de callo.

II. HIPOTESIS

La formación de tejido radicular y el desarrollo de los brotes en estacas de Quercus tristis Liebm. será diferente en función de su diámetro, época de corte y/o la aplicación de ácido indolbutírico como regulador del crecimiento.

III. OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar condiciones para la propagación vegetativa de Quercus tristis Liebm., en cuanto a diámetros, épocas de corte y la aplicación de un regulador del crecimiento.

2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

2.1 Evaluar el desarrollo de yemas y brotes, la formación de callo y la formación de raíces en las estacas de Quercus tristis Liebm.

2.2 Evaluar el efecto de los factores diámetro, época de corte y regulador de crecimiento, en la generación de condiciones favorables para la reproducción vegetativa de Quercus tristis Liebm.

2.3 Indicar diversos lineamientos que favorezcan la reproducción vegetativa de Quercus tristis Liebm. de acuerdo a los resultados obtenidos.

IV. REVISION DE LITERATURA

1. PROPAGACION ASEXUAL O VEGETATIVA

La propagación asexual se define como la reproducción de individuos a partir de porciones vegetativas de las plantas, debido a que en algunas de éstas, los órganos vegetativos tienen capacidad de regeneración (15) y aseguran que el nuevo individuo tenga las mismas características de la planta de la cual fue tomado (20).

1.1 RAZONES Y VENTAJAS DEL USO DE LA PROPAGACION ASEXUAL

La propagación vegetativa es un método cada vez más difundido, debido a diversidad de factores, entre los cuales están:

- 1.1.1 Se genera una división celular mitótica, que generalmente, duplica en su totalidad la composición genética de la planta progenitora, perpetuando sus características en las nuevas plantas (15).
- 1.1.2 Es indispensable para reproducir cultivares que no producen semillas viables (15, 20).
- 1.1.3 En algunas especies, la propagación vegetativa es más fácil, rápida y económica que la efectuada por semilla (15).
- 1.1.4 Existen plantas que nunca dan semillas (27) y otras incapaces de producir un verdadero tipo de semilla (20).

1.1.5 Incrementa la adaptabilidad de la planta a habitats o lugares particulares (20).

1.1.6 En especies vigorosas no disminuye su capacidad sexual reproductiva tanto en la producción de flores como de semillas (25).

1.1.7 Promueve uniformidad en la población (25).

1.2 PROPAGACION POR ESTACAS

La propagación por estacas, es aquella en la cual una porción vegetativa de la planta, como tallos, tallos modificados (rizomas, tubérculos, cormos y bulbos), hojas o raíces, se separa de la planta progenitora y se coloca en condiciones favorables de regeneración, formando así, raíces y/o tallos, desarrollando una planta completa e independiente, generalmente idéntica a la planta de la cual procede (15, 20). Esta propagación por estacas es posible debido a la capacidad de muchas células, aún en partes maduras, de volver a una condición meristemática (desdiferenciación) y de producir nuevos sistemas de raíz, tallo o ambos (15).

1.2.1 RAZONES Y VENTAJAS DE LA PROPAGACION POR ESTACAS

La propagación por estacas es una técnica muy empleada por lo siguiente:

1.2.1.1 Se pueden propagar muchas plantas en un espacio limitado, utilizando pocas plantas madres (15).

1.2.1.2 Es de bajo costo, rápida, simple y cómoda (15, 27).

1.2.1.3 Puede reproducirse una planta cuyas semillas son difíciles de conseguir o reproducir (7).

1.2.1.4 Permite contar con bancos de genes para su conservación, como fuente de material genético representativo (7).

1.2.2. CLASIFICACION

Las estacas, de acuerdo al material tomado, pueden dividirse en:

1.2.2.1 Estacas de tallo

1.2.2.2 Estacas de hoja

1.2.2.3 Estacas de raíz

1.2.2.4 Estacas con hoja y yema

1.2.2.5 Estructuras especializadas (tallos modificados) (15, 20).

1.3 PROPAGACION POR ESTACAS DE TALLO

La propagación por estacas de tallo se hace utilizando segmentos de ramas que contienen yemas terminales o laterales, bajo condiciones adecuadas, producen raíces adventicias y así, plantas independientes (15).

1.3.1 RAZONES Y VENTAJAS DE LA PROPAGACION POR ESTACAS DE TALLO

Este tipo de propagación es utilizado porque:

1.3.1.1 Algunas plantas producidas por semilla tienen un período juvenil largo, sin flo-

ración ni fructificación, pudiendo mostrar características indeseables, que no existen cuando se propagan con material vegetativo en estado adulto.

1.3.1.2 Puede mantenerse indefinidamente el estado juvenil, que facilita la propagación de estacas difíciles de enraizar.

1.3.1.3 Las estacas enraizadas crecen más rápidamente que las plántulas de algunas especies (15).

1.3.2 CLASIFICACION

Al requerir material para estacas, se encuentra una diversidad de tipos, desde ramas terminales suculentas del crecimiento del año, hasta madera dura de varios años de edad (15).

Las estacas de tallo pueden clasificarse de acuerdo a la naturaleza de la madera, es decir, en base a la madurez de los tejidos en la parte utilizada, de la siguiente forma:

1.3.2.1 Estacas de madera dura

1.3.2.2 Estacas de madera semidura

1.3.2.3 Estacas de madera suave

1.3.2.4 Estacas herbáceas (15, 20)

2. FORMACION DEL CALLO

Regularmente las estacas colocadas en condiciones favorables para enraizar, desarrollan o forman un callo en su extremo basal (15).

El callo ha sido definido como una masa irregular de células parenquimatosas en diversos estados de lignificación (15). Esta masa desorganizada de células, resulta del crecimiento y división celular en un medio que contenga los constituyentes requeridos (azúcar, minerales y en algunas ocasiones vitaminas y otros factores de crecimiento). Se necesita auxina para que se realice rápidamente la multiplicación celular (21).

El crecimiento del callo se origina en las células del cambium vascular y el floema adyacente, aunque diferentes células de la corteza y de la médula pueden contribuir a su formación (15).

3. PROCESO DE ENRAIZAMIENTO

En la mayoría de plantas, la raíz se forma después de cortada la estaca. El tiempo que tarda el desarrollo inicial de la raíz, es variable (15).

El enraizamiento es el desarrollo de las raíces, cuya formación está influenciada por factores fisiológicos, bioquímicos y anatómicos y por las relaciones existentes entre ellos (15).

En las estacas de tallo, la mayoría de raíces adventicias se origina de grupos de células capaces de tornarse meristemáticas (15).

Las raíces adventicias se originan en sitios y formas diferentes de las normales; se inician con la división celular, seguidas por el desarrollo de grupos de células en división hasta formar un meristemo apical de raíz, dicha raíz perfora su salida a través de la endodermis, la corteza y la epidermis (21).

3.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS

Existe una variedad de factores que determinan el enraizamiento, entre los cuales están:

3.1.1 Factores Endógenos

3.1.1.1 Edad de la planta madre y de la estaca

En las plantas de difícil enraizamiento, la edad de la planta madre es un factor muy importante. Las estacas tomadas de plantas jóvenes tienen mayor formación de raíces adventicias que las tomadas de plantas más viejas. Esto se debe a la diferencia fisiológica entre una plántula y una planta madura. La condición inmadura llamada juvenilidad es importante en la propagación (15). Los brotes juveniles enraizan más rápido y son idénticos a su progenitor (7).

Las plantas madres, al momento de cortar las estacas, deben estar en estado activo de crecimiento y no en floración, para que se encuentre en su máxima capacidad regeneradora (15).

3.1.1.2 Nutrición de la planta patrón

El estado nutritivo de la planta madre, tiene gran influencia en el desarrollo de raíces y ramas en las estacas separadas de ella. Siendo más importante la concentración de carbohidratos o almidones, seguidos de la presencia de nitrógeno, fósforo, potasio y zinc.

En las plantas progenitoras el equilibrio entre el contenido bajo de nitrógeno y alto en carbohidratos, puede favorecer el enraizamiento (15).

3.1.1.3 Posición de la estaca en el árbol padre y en la rama

Las estacas pueden tomarse de ramas laterales o terminales suculentas, siendo mejores las primeras, debido a que ya ha disminuído el crecimiento rápido y han acumulado carbohidratos, encontrándose en un estado nutritivo adecuado.

Las estacas pueden separarse de diferentes regiones de las ramas, cuya composición química varía de la base a la punta, incrementándose el contenido de nitrógeno y disminuyendo el contenido de carbohidratos. Generalmente enraizan mejor las estacas tomadas de porciones basales de las ramas debido a las altas reservas de carbohidratos, en otros casos son mejores las estacas terminales, pues posiblemente producen sustancias endógenas promotoras del enraice, o bien, hay en ellas menor diferenciación y, por lo tanto, hay más células capaces de volverse meristemáticas (15).

3.1.1.4 Época y tipo de madera utilizada

La época del año en que se hagan las estacas, en algunos casos puede tener gran influencia en el enraizamiento. Las estacas pueden hacerse en cualquier época, pero para algunas especies la estación es muy importante, determinando el éxito o fracaso del enraizamiento. El efecto del período o estación en que se toman las estacas, es un reflejo respuesta de las estacas a las condiciones ambientales particulares de cada época.

Las estacas de madera dura de especies deciduas, pueden tomarse durante la estación de reposo, desde fines de otoño hasta principios de primavera, de madera del crecimiento de la estación anterior (un año). Las estacas de madera semidura o de madera suave con hojas, pueden tomarse en la estación de crecimiento activo, usando madera parcialmente madura o suculenta, respectivamente (15).

3.1.1.5 Niveles de auxina

La producción de auxina que estimula el enraizamiento se realiza en hojas y yemas. Junto a un sinérgico, la auxina sintetiza ácido ribonucleico, que interviene en la iniciación de primordios de la raíz en estacas de tallo (15).

3.1.1.6 Cofactores de enraizamiento

Existen sustancias específicas formadoras de raíces como las rizocalinas, presentes en hojas, yemas y cotiledones, son requeridas, al igual que terpenoides oxigenados y otras sustancias no identificadas aún, para la iniciación y el desarrollo de raíces (15).

3.1.2 Factores Exógenos

3.1.2.1 Condiciones ambientales

El ambiente bajo el cual las estacas enraizan, varía según los requerimientos de cada especie, en cuanto a:

a) Humedad:

Las estacas necesitan cierto nivel de humedad para vivir. En estacas con hojas, el enraizamiento se ve estimulado, pero la pérdida de agua a través de ella, puede bajar el contenido de agua en la estaca y llegar a morir por desecación, antes que se formen las raíces (15).

b) Temperatura:

La temperatura puede regular la producción de raíces adventicias, las cuales deben desarrollarse antes del crecimiento del tallo y desarrollo de las yemas, recomendándose temperaturas mayores para la base de la estaca y menores para la parte terminal (15).

c) Luz:

La luz es un factor importante pues las estacas con hojas elaboran productos de fotosíntesis importantes para la iniciación y el crecimiento de raíces, requiriendo intensidad y longitud de luz su-

ficiente para producir carbohidratos los cuales luego podrán ser utilizados en la respiración más un excedente. En las estacas de madera dura sin hojas, se depende de los carbohidratos almacenados, las de especies deciduas inician su enraizamiento mejor en la oscuridad. Si las necesidades de auxina son satisfechas externamente, la presencia de luz parece tener un efecto inhibitor sobre la iniciación de raíces (15).

3.1.2.2 Tratamiento con reguladores del crecimiento

La aplicación de reguladores del crecimiento (hormonas), influye en la calidad y la cantidad de enraizamiento y en el tiempo y la uniformidad del mismo. De los materiales químicos sintéticos el más recomendado para estimular la producción de raíces adventicias en las estacas es el ácido indolbutírico, debido a una serie de ventajas de su uso (15).

3.1.2.3 Sustrato

El tipo del medio de enraizamiento puede afectar el sistema radical que produzcan las estacas. Atribuyéndose mayor in-

fluencia a la humedad, la cual al aumentar, produce un sistema radical fino deseable. En las plantas que enraizan con dificultad, el medio puede tener gran influencia, tanto en el porcentaje de enraizamiento como en la calidad del sistema radical que se forme (15). Existe una serie de factores a considerar, entre los cuales están:

a) Porosidad:

En el medio debe existir suficiente porosidad que permita buena aireación y alta capacidad de retención de agua al igual que un buen drenaje (15). La relación aire-agua y pH, determinan el éxito del medio de propagación (20).

b) Sanidad:

El medio debe estar libre de enfermedades e insectos (20). Para estacas tier- nas de madera suave y de madera semidu- ra, debe estar libre de hongos y bacte- rias dañinas (15).

c) Oxígeno:

Para la producción de raíces es esencial la existencia de oxígeno en el medio de enraice, su requerimiento varía en fun- ción de la especie (15).

d) pH:

La concentración de iones hidrógeno del medio de enraizamiento afecta de diversas formas. El pH del medio influye en el tipo de callo producido, el cual a su vez puede afectar la emergencia de raíces adventicias de nueva formación. Así mismo, en algunos casos, el pH es el factor limitante que determina el tipo y la extensión del desarrollo radicular (20).

4. AUXINAS

La iniciación de raíces adventicias en estacas requiere ciertos niveles de sustancias naturales vegetales de crecimiento. Dichas sustancias se dividen en grupos, algunos de ellos, son las auxinas, citoquininas y giberelinas. Siendo las auxinas las más importantes en relación a la formación de raíces en las estacas (15).

Las auxinas son sustancias de crecimiento, requeridas para la iniciación y formación de raíces adventicias en las estacas. En los tejidos del tallo, el movimiento de la auxina natural se da en dirección basipétala, es decir, del ápice a la base (15).

La auxina tiene diferentes orígenes, puede ser natural, la cual es sintetizada principalmente en las yemas api-

cales y en las hojas jóvenes; o bien, puede ser un compuesto químico sintético que actúa como auxina, entre los cuales se encuentran: El ácido indolacético, el ácido naftalenacético, el ácido indolbutírico y el ácido 2,4-diclorofenoxiacético (15).

4.1 FUNCIONES DE LAS AUXINAS

Las auxinas intervienen en diversas actividades fisiológicas, entre las cuales están:

- 4.1.1 Crecimiento del tallo
- 4.1.2 Inhibición de yemas laterales
- 4.1.3 Activación de las células del cambium
- 4.1.4 Formación de raíces por división de las primeras células
- 4.1.5 Abscisión de hojas y frutos
- 4.1.6 Síntesis del ácido ribonucleico, que interviene en la iniciación de los primordios de la raíz en los tallos (15).
- 4.1.7 Influye en la diferenciación de los tejidos
- 4.1.8 Iniciación de raíces laterales y adventicias en la raíz y en el brote.
- 4.1.9 Acumulación arriba de un sitio dañado en el tallo o la raíz, estimulando la iniciación de raíces en dicho lugar.
- 4.1.10 Regeneración de raíces perdidas aumentando la posibilidad de sobrevivencia de partes aéreas de una planta después de una lesión (21).

4.2 TRATAMIENTO DE LAS ESTACAS CON REGULADORES DEL CRECIMIENTO

En la propagación de plantas mucho depende de su habilidad para formar raíces en estacas, colocadas en un ambiente favorables para ello. La formación de raíces y su desarrollo pueden ser acelerados en muchas especies por la aplicación de reguladores a las plantas, las cuales varían considerablemente en la respuesta de enraizamiento con la hormona (20).

4.2.1 OBJETIVOS DE LA APLICACION DE REGULADORES DEL CRECIMIENTO

4.2.1.1 Aumentar el porcentaje de estacas que formen raíces.

4.2.1.2 Acelerar la formación de raíces

4.2.1.3 Aumentar el número de raíces

4.2.1.4 Aumentar la calidad de raíces

4.2.1.5 Aumentar la uniformidad del enraizado

(15)

4.2.2 LINEAMIENTOS GENERALES

La aplicación de reguladores del crecimiento, debe hacerse cumpliendo ciertas condiciones:

4.2.2.1 Las sustancias de crecimiento son efectivas en ciertas concentraciones que varían con cada planta.

- 4.2.2.2 La duración del tratamiento está muy relacionada con la concentración del material utilizado.
- 4.2.2.3 El tratamiento mejora las condiciones del enraizado y del sistema radicular y hace posible enraizar estacas de algunas especies que por lo general tienen un pobre enraizamiento.
- 4.2.2.4 El uso de reguladores solamente se justifica si acelera el enraizamiento de las estacas y produce un mayor sistema radicular.
- 4.2.2.5 Algunas especies que enraizan con dificultad bajo condiciones normales de propagación son beneficiadas por el tratamiento, pero son pocas. En estos casos, factores endógenos son determinantes y no están relacionados o afectados por sustancias de crecimiento (20).

4.2.3 METODOS DE APLICACION

Los requerimientos de las plantas o el material disponible, determinan el método a utilizar, entre los cuales están:

- 4.2.3.1 Preparación de mezclas en polvo
- 4.2.3.2 Inmersión en soluciones concentradas
(Baño corto)
- 4.2.3.3 Remojo prolongado en soluciones diluídas
(15, 20).

5. ANTECEDENTES EXPERIMENTALES EN LA REPRODUCCION VEGETATIVA DE Quercus spp.

En varios países del mundo el encino o roble (Quercus sp) es un árbol apreciado por diversos motivos, por ejemplo según relata Stanley (26) en Guatemala, se le han dado diversidad de usos al encino o roble, entre los cuales están la utilización de su madera para construcción, muebles, artesanía, la producción de carbón, leña, las hojas y frutos utilizados como alimento, la fertilización del suelo con las hojas que caen, la obtención de un calmante para dolores, la cenizas para lejía en la elaboración de jabón. Así como en otros lugares como España y Portugal en los que se obtiene el corcho de la corteza de Q. suber; la producción de taninos con Q. ilex; en la colonización de dunas con Q. suber y Q. pedunculata; para la repoblación y enriquecimiento de suelos empobrecidos; como cortafuegos principalmente en Africa; para sombra y como árbol ornamental, especialmente en Europa, Asia y Norte América; base para la elaboración de una tinta obtenida de la corteza de algunas especies (1, 9, 10, 17, 18, 24, 26).

Los encinos o robles están distribuidos alrededor del mundo abarcando un amplio rango tanto en las condiciones climáticas como edáficas. Están presentes en diversos rangos de precipitación y temperatura, de altitud y composición del suelo. Por todo ello algunas especies de Quercus son consideradas de alto valor y se buscan medios de producción y crecimiento, que sean más rápidos, económicos y que garanticen formas adecuadas (1).

Estos métodos se evalúan también para resolver problemas como la esterilidad de ciertos especímenes (26), la difícil obtención y acondicionamiento de las semillas, el corto tiempo que las semillas conservan su poder germinativo, la propagación de especies que no producen semillas en determinadas condiciones, ciertas especies extranjeras que no dan frutos en la región donde han sido introducidas, la propagación de híbridos obtenidos por cruzamiento y selección para mantener sus características (1, 26). El medio más apropiado para resolver los problemas anteriores es la propagación vegetativa de la cual existen diferentes métodos, pero por la facilidad y economía que se busca, la propagación por medio de estacas es la más conocida.

En la literatura se reporta que han existido pruebas de propagación vegetativa de encinos o robles por medio de estacas especialmente, desde principios de siglo hasta la actualidad, abarcando los estudios una serie de factores y especies, habiendo sido realizados en diversas partes del mundo.

Al principio se buscaron las técnicas para la propagación por medio de estacas y en los estudios más recientes se buscan las mejores condiciones para que crezcan las estacas que ya han enraizado, así como la morfología de su sistema radicular. Todos los trabajos realizados y los esfuerzos requeridos tienen un fin común, la conservación de Quercus spp. y en general de los bosques del mundo que día a día disminuyen y los cuales pueden desaparecer.

A continuación se sintetizan los principales resultados obtenidos.

Skinner (23) reconoce la importancia de la propagación vegetativa y hace una recopilación de datos de los trabajos hechos anteriormente, entre los cuales está una prueba con Quercus virginiana y Q. hyata, la cual tuvo resultados negativos, pues de miles de estacas sometidas a variaciones en tiempo de corte, tipo de madera, concentración de sustancias de crecimiento, medios de propagación y otros factores, se desarrollaron callos, luego raíces, pero ninguna estaca permaneció viva por más de dos meses. Las estacas fueron tomadas de árboles de 25 y 30 años de edad. En otra prueba con Q. rubra y uso de auxina se logró un 82% de enraizamiento y un 22% de enraizamiento en estacas sin tratamiento de auxina, usando madera de más de un año, tomada de árboles de 4 años. Sin embargo, cuando se usaron estacas provenientes de árboles viejos fallaron completamente para enraizar. En otro ensayo realizado con Q. robur de 8 años, logró el 56% de enraizamiento y en estacas de árboles de 20 años, se alcanzó el 34% de enraizamiento, estos resultados en las estacas tratadas con auxinas, las estacas sin tratar fallaron completamente. Skinner (23) recomienda usar individuos de rebrote por podas o recortes como sustituto del material usado en las pruebas mencionadas.

Existe un trabajo sobre inducción de crecimiento utilizando ácido giberélico en estacas de madera dura en dormancia, realizado por Larson (19), en el cual en enero de 1958, las estacas cortadas de rebrotes de un tocón y otras de árboles maduros, en la porción central de la copa, fueron tratadas con ácido giberélico y lanolina

y las estacas de control solamente tratadas con lanolina, dejando 30 yemas laterales; de 6 especies utilizadas solamente el Q. rubra L. no respondió positivamente al tratamiento, ya que rompió la dormancia de sus yemas a los 34 días en estacas tratadas y no tratadas.

Flemer (12) reconoce el valor del encino y la importancia comercial de producirlo vegetativamente debido a su gran variabilidad. El trabajo se hizo con estacas de madera suave de Q. alba que demostraron que la habilidad de enraizamiento varía con los diferentes clones. Además relata que estacas tratadas con ácido indolbútrico al 2%, en una cama abierta con neblina y sin sombra, obteniendo un enraizamiento del 50%. Las estacas enraizadas fueron almacenadas a -1°C y luego se obtuvieron crecimientos vigorosos de 26 a 30 cm en los primeros meses de plantadas.

Posteriormente Farmer (11) en 1963, realizó un trabajo con estacas de madera suave de 1 a 4 meses de Q. falcata var. pagodaefolia Ell. las cuales fueron puestas bajo niebla y tratadas con ácido indolbútrico, que enraizaron en 4 semanas. Farmer considera que es una buena técnica para el establecimiento de pequeños clones. Las condiciones del experimento fueron estacas con hojas podadas hasta y 4 y 5 cm de largo, usando diferentes concentraciones de auxina (0, 100, 200 ppm) en las cuales se tuvieron las estacas con las bases en remojo por 24 horas, se plantaron en arena, bajo niebla continua, con la cámara entre 21°C y 32°C , con un fotoperíodo de 16 horas mantenido con luz incandescente. La prueba se repitió en

marzo, mayo y junio, obteniendo los siguientes resultados: el tratamiento con IBA estimuló el enraizamiento, pero declinó con la edad de la planta madre; el crecimiento apical de las estacas enraizadas fue rápido; los mejores resultados se obtuvieron con estacas colectadas en marzo con un tratamiento de 200 ppm de IBA, lográndose un enraizamiento en el 76% de las estacas y con un promedio de 21 raíces por estaca.

En Alemania, Krahl-Urban (17), realizó una prueba donde evaluó doce combinaciones de hormonas y concentraciones, varios diámetros, épocas de corte y sustratos, reconociendo la dificultad de la propagación del Q. sessiliflora al completar 10 años de investigación, el investigador recomienda poner atención a la edad de la planta madre, a la calidad de las estacas, al tiempo de cortar e insertar las estacas, a la composición del sustrato, su humedad y ventilación, así como a la humedad y temperatura del aire y al uso de hormonas de crecimiento.

Krahl-Urban (18) continuó con las pruebas hasta 1970, teniendo la oportunidad de evaluar distintos factores y reconociendo que las limitaciones por la carencia de instalaciones y equipos más modernos no permitían obtener mejores resultados. Usó mezclas de arena turba y musgo como sustratos, consideró indispensable el uso de hormonas de crecimiento, trabajó con Q. borealis = Q. rubra.

Entre los resultados sobresalientes reportó diferencias entre los clones en su capacidad de desarrollar raíces, habiendo menor desarrollo de las mismas en estacas provenientes de los árboles padres

más viejos (mayores de 20 años); las estacas de 3 cm de diámetro empezaron a enraizar a los 30 y 45 días, siendo mayor el enraizamiento en las estacas que estaban en cuartos con calefacción, el porcentaje más alto de enraizamiento se obtuvo con el ácido indolacético al 1% con el 57% de enraizamiento y el 35% con ácido indolbutírico al 2%.

En Irlanda, Ward (28), efectuó pruebas sobre el enraizamiento de estacas de madera dura. Usó estacas de brotes de un año, colectadas durante el período de dormancia, de 30 cm a 90 cm de largo, tratadas con ácido indolbutírico en solución con alcohol en una inmersión rápida de 5 segundos, con concentraciones desde 2500 a 5000 ppm en una solución al 50% de alcohol, dejándolas secar por 30 segundos antes de insertarlas en el sustrato, el material se instaló sobre cables con calefacción. El enraizamiento se inició alrededor de las 4 semanas. Se controló el desarrollo prematuro de las yemas manteniendo las estacas enraizadas a una temperatura de 3°C antes de plantarlas. La prueba se hizo con siete plantas de diferentes especies, utilizando Q. rubra que enraizó con la concentración de 5000 ppm a 21 °C, entre los meses de febrero y marzo.

En 1973 en Inglaterra, Deen (8) tomó estacas de 12 árboles de Q. ilex, haciendo la prueba a principios de junio y a finales de junio, variando todas las condiciones. En la segunda prueba quitó la niebla o rocío y puso polietileno sobre las estacas para mantener características de alta humedad, lo levantaba periódica-

mente, cortos lapsos varias veces al día, haciéndose la evaluación a las 10 semanas. El porcentaje de enraizamiento más alto fue de 40% para las estacas cortadas de dos plantas, el 33% para estacas cortadas de otras dos plantas y las otras ocho presentaron diferentes porcentajes de enraizamiento inferiores a los anteriores.

Kleinschmit (16) ha hecho trabajos con Q. robur y Q. petraea.

Reporta trabajos hechos en 1905 y 1907 por otro investigador que obtuvo el 3% de enraizamiento. En su trabajo incluyó varios factores tales como edad, clones, época, estacas de parte basal y apical, sustancias de crecimiento y sustratos, trabajando con un total de 21,600 estacas. Redujo la superficie de las hojas hasta el 20%, se tuvieron en invernadero sin calefacción, con humedad controlada, la hormona se aplicó en polvo, luego las estacas enraizadas se metieron en tierra. El mayor porcentaje de enraizamiento fue del 82% en junio en arena gruesa. Observa que la formación de callo no difiere con la edad, pero lo que sí varía es la formación de raíces que aumenta conforme el árbol padre es más joven. Prefiriendo árboles de dos años, cuyas estacas enraizaron en un 34% hasta un 57% en arena gruesa. La prueba anterior la trabajó el 1972 y la repitió en 1973, trabajando con hormonas diferentes en distintas concentraciones, usando 4080 estacas. Evaluó los mismos factores que en la prueba anterior y usó árboles padres de hasta 180 años de edad, que reportaron un enraizamiento del 1%. Las plantas de un año dieron estacas que enraizaron en un 39%. Determinó que la época de corte sí influye en la formación del callo. Las plantas de un año con hormona llegaron a un

un máximo de enraizamiento del 85%. Dan mejores resultados el ácido naftalenacético y la mezcla de ácido naftalenacético e indolbutírico. En sustratos de arena gruesa y con hormona, se logró mayor formación de callo y de raíces. En la prueba realizada en 1974 con 5760 estacas y los mismos factores considerados en las pruebas de los dos años anteriores, indica que las estacas de un año alcanzaron el 55% de enraizamiento y las de 3 años el 65%. Determinó varias hormonas y mezclas como más adecuadas y da gran importancia a la época de corte, así como a la nutrición del árbol padre y a las condiciones de luz del material.

Cornu et al. (5) trabajó por mejorar dos especies en Francia, una de ellas es el encino (Quercus spp.). Probaron dos épocas de corte, en invernadero, con un período de enraizamiento de 3 meses, los resultados fueron de un 80 a 90% de enraizamiento en estacas de árboles jóvenes o retoños de tocones podados. Los mejores resultados se obtuvieron al aplicar mezcla de talco más 0.5% de ácido indolbutírico y 15% de Benomyl, así también se determinó que la nutrición y la tasa de crecimiento de los árboles padres dieron buenos resultados en aquellos de 5 años de edad.

Cornu et al. (4) trabajó con 3 niveles de fertilidad del sustrato y 3 diferentes niveles de pH en sustratos de turba y arena gruesa, así como dos hormonas al 0.5% en talco. Las estacas se obtuvieron de plantas de semilla de 5 años de edad, cortando material de dos meses, así también se obtuvieron estacas de árboles de 40 a 60 años, fueron cortadas en mayo y junio de 1974. Los resultados fueron de un enraizamiento del 40% en estacas de rebro-

tes de tocones, con un valor de pH de 6. Las estacas de roble muestran un comportamiento particular, pues la fertilización parece tener un efecto depresivo o inhibitorio sobre la formación de raíces, ya que el porcentaje de enraizamiento fue del 40% cuando el medio fue fertilizado y del 54% en un medio no fertilizado, la especie utilizada fue Q. petraea (M) Liebl,

Garbaye et al. (13) trabajó la propagación bajo niebla, donde las estacas enraizadas demuestran un sistema radicular plagiotrópico, dándose una inhibición del crecimiento aéreo que se puede superar en días largos. Se tuvieron temperaturas diurnas sobre 20°C y riego con una solución nutritiva para el medio. Se determinó que el crecimiento se iguala al de plantas obtenidas de semilla de un año de edad de Q. petraea (M) Liebl.

En 1976 y 1977 Smyers (24) trabajó sobre el enraizamiento de estacas de Q. rubra L. utilizando estacas duras de 6 árboles maduros, durante tres épocas y estacas suaves durante dos épocas. Se cortó el follaje y las bases de las estacas fueron lesionadas antes de aplicar la hormona que fue ácido indolbutírico en concentraciones de 10,000, 20,000 y 30,000 ppm, disuelta en 50% de agua y 50% de alcohol etílico al 95%. Las estacas testigo fueron sumergidas en la misma solución pero sin hormona. Las estacas tratadas estuvieron sumergidas durante 5 segundos y luego dejadas secar durante dos minutos y posteriormente insertadas en el sustrato de arena gruesa. Todas las estacas duras fallaron y el éxito fue limitado en las estacas de madera suave. El enraizamiento aumentó con la concentración de IBA. Con iguales tratamientos las es-

tacas de Q. ellipsoidalis que enraizaron en mayor número fueron aquellas que se trataron con 10,000 ppm de IBA y las estacas de control que presentaron las raíces más largas.

En la India se hizo un estudio, donde Chauhan (2) trabajó con 10 especies diferentes, entre las cuales estaba Q. leucotrichophora; pero los resultados fueron negativos. Las estacas fueron tomadas en dos épocas y tratadas con diferentes hormonas en distintas concentraciones y tomadas de retoños de un año, la base estuvo inmersa en la solución por 24 horas y fueron plantadas en bolsas de polietileno, se controló el riego y se hizo la evaluación a los 70 días, solamente 3 especies enraizaron no así el encino.

El estudio hecho por Riedacker (22) contiene una serie de observaciones que abarcan desde el año 1970 a 1980, durante los cuales ha trabajado con plantas obtenidas de semillas y otras obtenidas de estacas. La morfología de la raíz ha sido el objetivo de sus trabajos, observando que varía de acuerdo al origen de las plantas o estacas, así como por las condiciones del medio en el que se desarrollan. Se estudiaron plántulas de semilla y plantas de estaca de Q. robur L. notándose que producen raíces tanto verticales como horizontales, en iguales proporciones o con dominancia de una de las posiciones, además se estudiaron los ángulos de inclinación predominantes en las raíces y las diferentes respuestas a la gravedad, siendo un estudio específicamente sobre la morfogénesis de la raíz. En el caso de las raíces predominantemente horizontales, el riesgo es que al plantar en el campo si el sistema

radicular es superficial, puede ocasionar el desprendimiento de un árbol que no esté bien arraigado al sustrato.

La importancia de la juvenilidad de los árboles en la propagación de las plantas fue estudiada por Clark (3) en 1982. La juvenilidad es un punto crítico en una parte de las especies leñosas, entendiéndose por juvenilidad, la etapa de la planta en que aún no hay inducción para formar flores. La juvenilidad influye en el enraizamiento de las estacas y en su desempeño en el campo. Se ha vinculado el estado de maduración y enraizamiento en varios puntos: anatomía del tallo, niveles de co-factores del enraizamiento, niveles de inhibidores endógenos y presencia de raíces iniciales preformadas. Recomienda la utilización de brotes que surgen después de podar, pues en su mayoría, presentan una gran habilidad para enraizar. Este investigador, asigna al Q. robur, un período juvenil aún entre los 25 y 30 años.

V. METODOLOGIA

1. Descripción del área experimental

1.1 Localización del área experimental

El ensayo se desarrolló en el vivero municipal "La Península", ubicado en la parte Norte de la Ciudad Capital, con una altitud de 1,500 msnm y comprendido en la zona de vida correspondiente al Bosque Húmedo Subtropical (templado) (6).

1.2 Clima

Las condiciones climáticas imperantes durante el experimento, correspondieron a las comprendidas entre los meses de abril y agosto, tiempo durante el cual se registran variaciones notorias, entre las cuales están (14):

1.2.1 Días de lluvia media mensual

- Abril	3 días
- Mayo	12 días
- Junio	21 días
- Julio	18 días
- Agosto	18 días

1.2.2 Precipitación media mensual

- Abril	18.4 mm
- Mayo	111.3 mm
- Junio	212.6 mm
- Julio	175.5 mm
- Agosto	160.3 mm

1.2.3 Temperatura media mensual

- Abril	20.0 °C
- Mayo	20.4 °C
- Junio	19.3 °C
- Julio	19.2 °C
- Agosto	19.1 °C

2. MATERIAL EXPERIMENTAL

2.1 ESTACAS

Se utilizaron 600 estacas en cada época de corte evaluada, las cuales fueron cortadas en un bosque de encino cercano al vivero "La Península" de árboles maduros, sanos y de buena forma. Las estacas de madera dura tenían una longitud de 20 cm y los diámetros variaban de acuerdo a los rangos establecidos que fueron de 1 a 8 mm, de 9 a 16 mm y de 17 a 24 mm. Se hizo el corte basal inclinado y el corte terminal recto. El área foliar fue eliminada totalmente, cuidando no lastimar las yemas. A las estacas cuyos tratamientos lo indicaban previo al momento de insertarlas se les aplicó la hormona en polvo, se hizo el agujero en el sustrato con un plantador de madera, luego se colocaron con una inclinación de 45° en relación al nivel del sustrato, enterrándolas un tercio de su longitud, 7 cm aproximadamente, después se presionó el sustrato para evitar su movimiento. Durante el transcurso del experimento las estacas estuvieron bajo sombra de árboles de encino, con humedad constante a través de riego, libres de malezas por medio de limpiezas manuales y protegidas contra incendios o daños físicos.

2.2 SUSTRATO

El sustrato utilizado fue arena blanca de cernido grueso. Se emplearon bolsas de polietileno negro de 18x26 cm, compactándose el sustrato para dar firmeza a las estacas. Se mantuvo con humedad constante y libre de malezas.

2.3 REGULADOR DEL CRECIMIENTO

La hormona utilizada fue Acido Indolbutírico (IBA), con una concentración de 30,000 ppm (3%) en una mezcla en polvo.

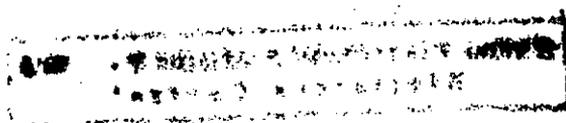
3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

3.1 DISEÑO DE TRATAMIENTOS

FACTORES	NIVELES
1. Período de lectura	1: a los 20 días 2: a los 40 días 3: a los 60 días
2. Aplicación de hormona	1: sin hormona 2: con hormona
3. Diámetro de estaca	1: de 1 a 8 mm 2: de 9 a 16 mm 3: de 17 a 24 mm
4. Época de corte	1: del 20 al 21 de abril 2: del 19 al 20 de mayo 3: del 18 al 19 de junio

3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

En la prueba se utilizó una Serie de Experimentos en tres épocas, con tres lecturas en cada época, en un Arreglo de Parcelas Divididas con Submuestreo, bajo Bloques al Azar, con cuatro repeticiones.



3.3 NOMENCLATURA DE TRATAMIENTOS

Para fines de interpretación de resultados, la nomenclatura de tratamientos fue la siguiente:

TRATAMIENTO	NIVELES
111.....	Período 1-Sin hormona-Diámetro 1
112.....	Período 1-Sin hormona-Diámetro 2
113.....	Período 1-Sin hormona-Diámetro 3
121.....	Período 1-Con hormona-Diámetro 1
122.....	Período 1-Con hormona-Diámetro 2
123.....	Período 1-Con hormona-Diámetro 3
211.....	Período 2-Sin hormona-Diámetro 1
212.....	Período 2-Sin hormona-Diámetro 2
213.....	Período 2-Sin hormona-Diámetro 3
221.....	Período 2-Con hormona-Diámetro 1
222.....	Período 2-Con hormona-Diámetro 2
223.....	Período 2-Con hormona-Diámetro 3
311.....	Período 3-Sin hormona-Diámetro 1
312.....	Período 3-Sin hormona-Diámetro 2
313.....	Período 3-Sin hormona-Diámetro 3
321.....	Período 3-Con hormona-Diámetro 1
322.....	Período 3-Con hormona-Diámetro 2
323.....	Período 3-Con hormona-Diámetro 3

3.4 DESCRIPCION DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental estuvo formada por 25 estacas colocadas individualmente en las bolsas de polietileno negro, abarcando un área de un metro cuadrado. Cada estaca constituyó una submuestra dentro de la unidad experimental.

3.5 CROQUIS DE LOS EXPERIMENTOS

En la figura 1 se presenta un croquis de campo de cada uno de los experimentos como fueron plantados en el campo.

3.6 VARIABLES RESPUESTA SELECCIONADAS

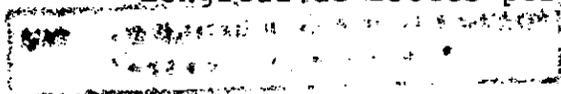
Como indicadores del efecto de los factores evaluados se determinaron variables cualitativas y cuantitativas.

3.6.1 VARIABLES CUALITATIVAS

- Presencia de Yemas Activas en cada estaca
- Presencia de Brotes en cada estaca
- Presencia de Callo en cada estaca
- Posición del Callo en cada estaca
- Forma del Callo en cada estaca
- Color del Callo en cada estaca
- Presencia de Enraizamiento en cada estaca

3.6.2 VARIABLES CUANTITATIVAS

- Número de Yemas Activas por estaca
- Número de Yemas Totales por estaca
- Número de Brotes Vivos por estaca
- Número de Brotes Totales por estaca
- Longitud de Brotes por estaca



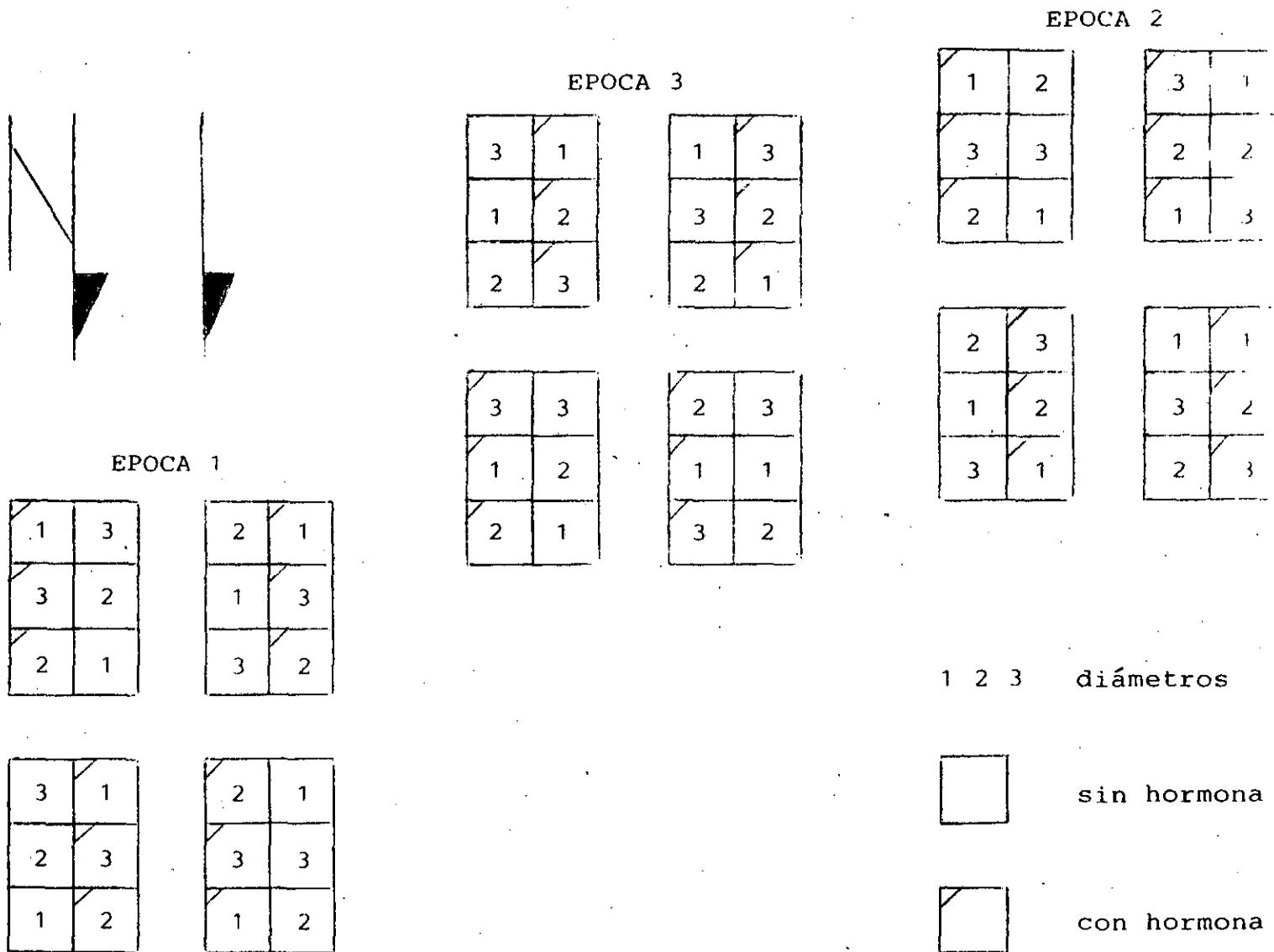


FIGURA 1: Croquis de campo de la serie de experimentos en el tiempo.

3.7 MANEJO DE LOS EXPERIMENTOS

El experimento se inició en el mes de enero de 1986 con el caminamiento del bosque, para observar sus características, posteriormente se seleccionó el material a utilizar, se determinó el lugar más adecuado para la realización de las pruebas y se hizo la preparación del terreno que se consideró necesaria. La prueba se repitió tres veces, en abril, mayo y junio, para cada una de las cuales se preparó el sustrato y el material vegetativo. Durante el transcurso de cada prueba se mantuvo riego, se hicieron limpiezas manuales periódicas y se brindó protección contra incendios u otros daños. Para cada época de corte se efectuaron tres lecturas con un lapso de 20 días cada una, totalizando un período de 60 días de evaluación para cada época. Las mediciones, conteos y observaciones se hicieron a 5 estacas de cada tratamiento, durante cada período de lectura. Se concluyó el experimento a finales del mes de agosto del mismo año.

3.8 ANALISIS ESTADISTICO DE LA INFORMACION

Los datos obtenidos en la Serie de Experimentos en el tiempo, fueron procesados en el Centro de Estadística y Cálculo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Para el efecto se procedió a la codificación y grabación de archivos por medio del programa LOTUS 1-2-3 (R). El procesamiento estadístico se efectuó con el paquete estadístico SAS (R) y la generación de las gráficas se realizó con el programa PERSPECTIVE. Para las variables cualitativas se generaron frecuencias y gráficas de barras. Las variables cuantitativas discretas fueron modificadas mediante la transformación raíz cuadrada de $x+1$. Se efectuaron Análisis de Varianza para cada época y Pruebas de Tukey solamente para los efectos principales. Posteriormente se efectuaron Análisis de Varianza para todos los datos (Serie de Experimentos) y Pruebas de Tukey para los efectos principales únicamente.

VI. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

Los resultados que se presentan a continuación, se han organizado y discutido de acuerdo a la naturaleza de las variables respuesta involucradas y de los factores que han sido evaluados, de la siguiente forma:

1. VARIABLES CUALITATIVAS

1.1 PRESENCIA DE YEMAS ACTIVAS EN LAS ESTACAS

Los resultados de la presencia de yemas activas en todos los tratamientos son altos, según se aprecia en las figuras 2, 3 y 4, en todos los casos se detectó alta presencia de yemas activas, siendo en relación a la época, la presencia mayor en la tercera época, seguida de la segunda época y por último la primera época. En general, la presencia de yemas activas aumenta en las épocas conforme avanza el tiempo y éstas se van sucediendo, debido al estado de actividad y crecimiento en que entran de acuerdo con las variaciones climáticas y el estímulo que estas ejercen, pues en la primera época se encuentran en una fase de latencia o reposo, ya en la segunda época se da inicio al crecimiento vegetativo y a la estimulación de las yemas y en la tercera época, el estímulo en las yemas es más fuerte y el crecimiento vegetativo se nota en los pequeños brotes. La gran cantidad de yemas, son un potencial para el desarrollo de brotes.

La presencia de yemas activas va en aumento conforme avanza el tiempo de establecimiento de cada prueba, pues en gene-

ral, el valor para presencia de yemas activas es mayor en el tercer período, luego está el segundo período y con el menor valor el primer período.

Respecto a la aplicación o no de hormona, la presencia de yemas activas no se ve afectada, pues en ambas condiciones el dato de presencia de yemas no varía significativamente en ninguna de las tres épocas.

En lo que se refiere a diámetro, la mayor presencia de yemas está en los diámetros menores de 8 mm, seguido de los diámetros entre 9 y 16 mm y luego del diámetro entre 17 y 24 mm.

Esta variable está determinada por el tipo de material en relación al diámetro, pues en los diámetros menores existe mayor presencia de yemas que pueden manifestar actividad con mayor facilidad.

PROPAGACION VEGETATIVA DE Quercus spp

Epoca 1 Presencia de Yemas Tesis Amanda Chacon

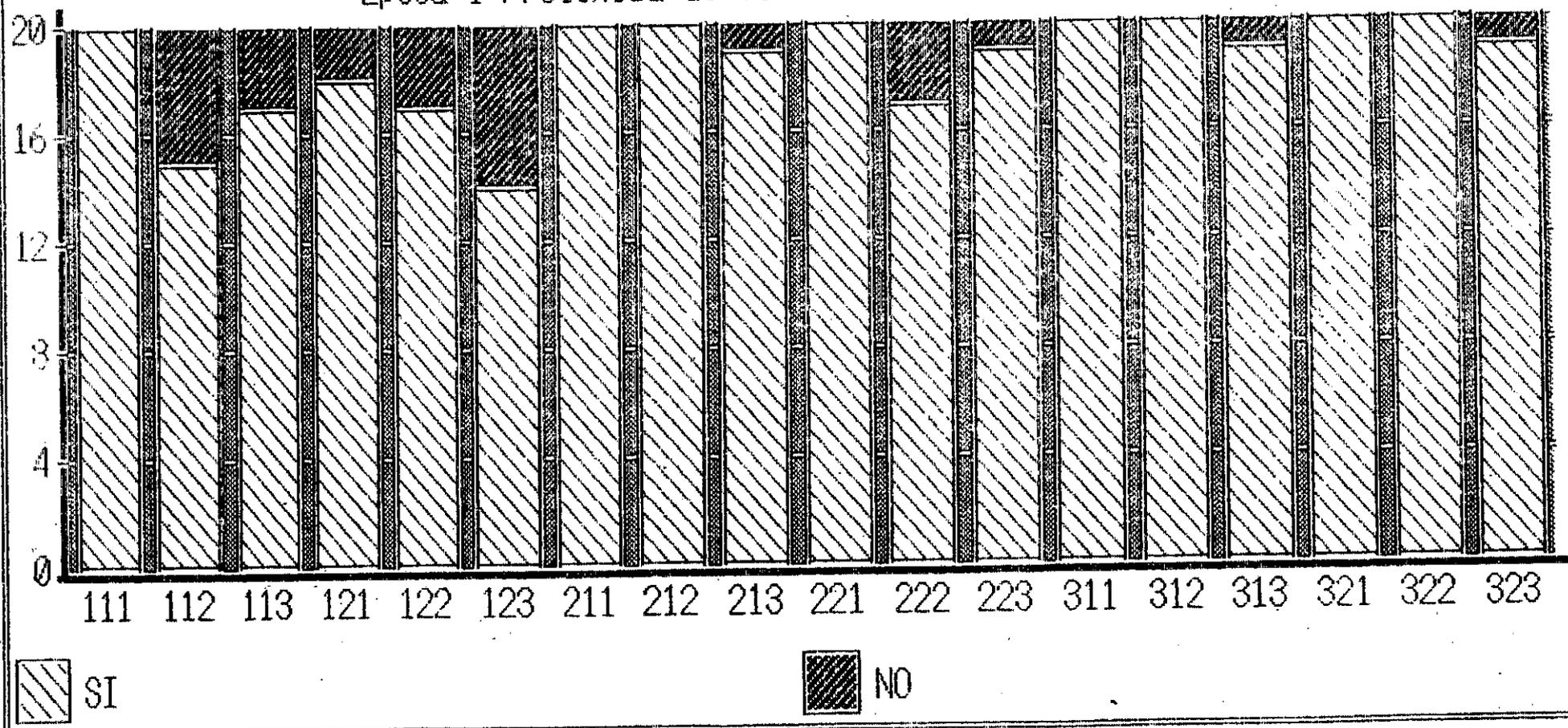


FIGURA 2: Presencia de Yemas Activas en las estacas de la primera época (abril-junio)

PROPAGACION VEGETATIVA DE *Quercus* spp

Epoca 2 Presencia de Yemas Tesis Amanda Chacon

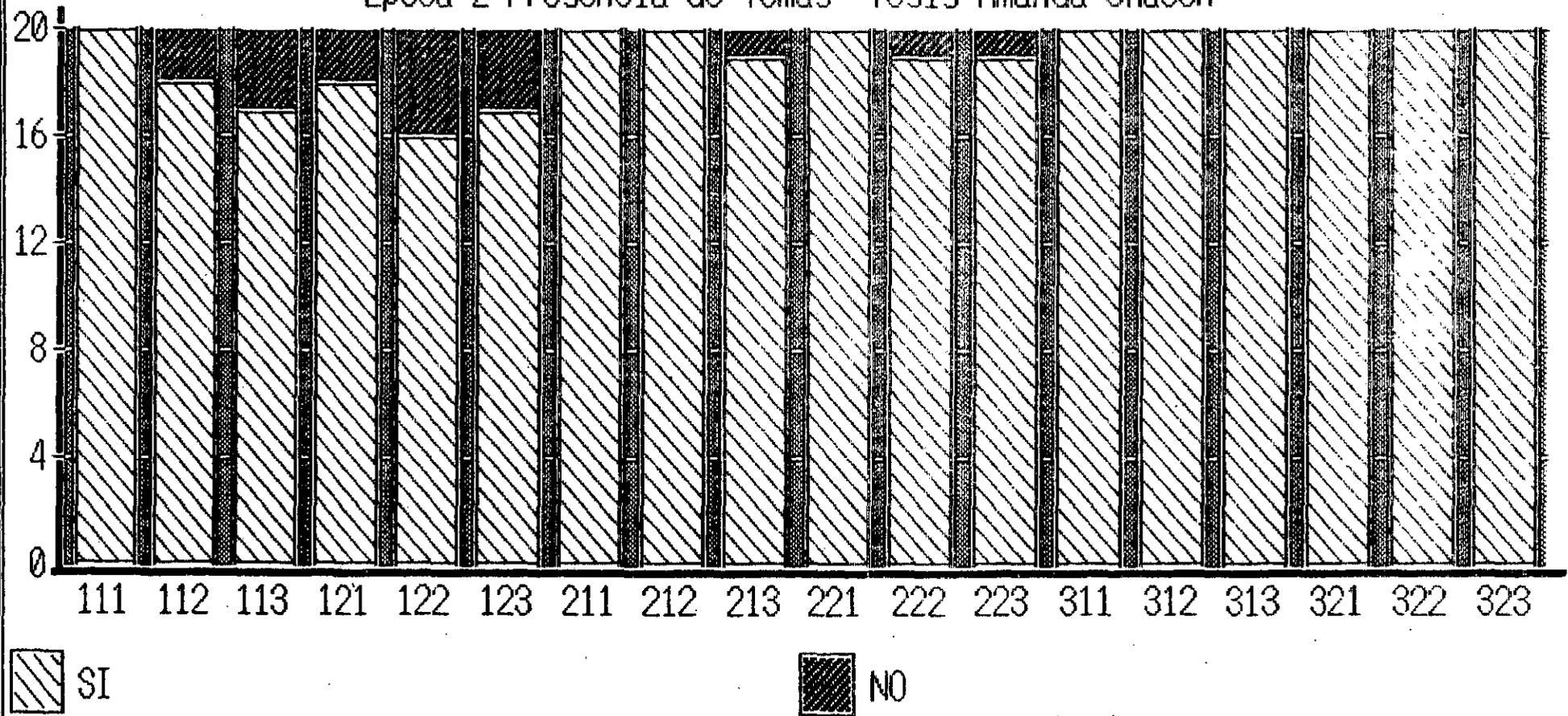


FIGURA 3: Presencia de Yemas Activas en las estacas de la segunda época (mayo-julio)

PROPAGACION VEGETATIVA DE Quercus spp

Epoca 3 Presencia de Yemas Tesis Amanda Chacon

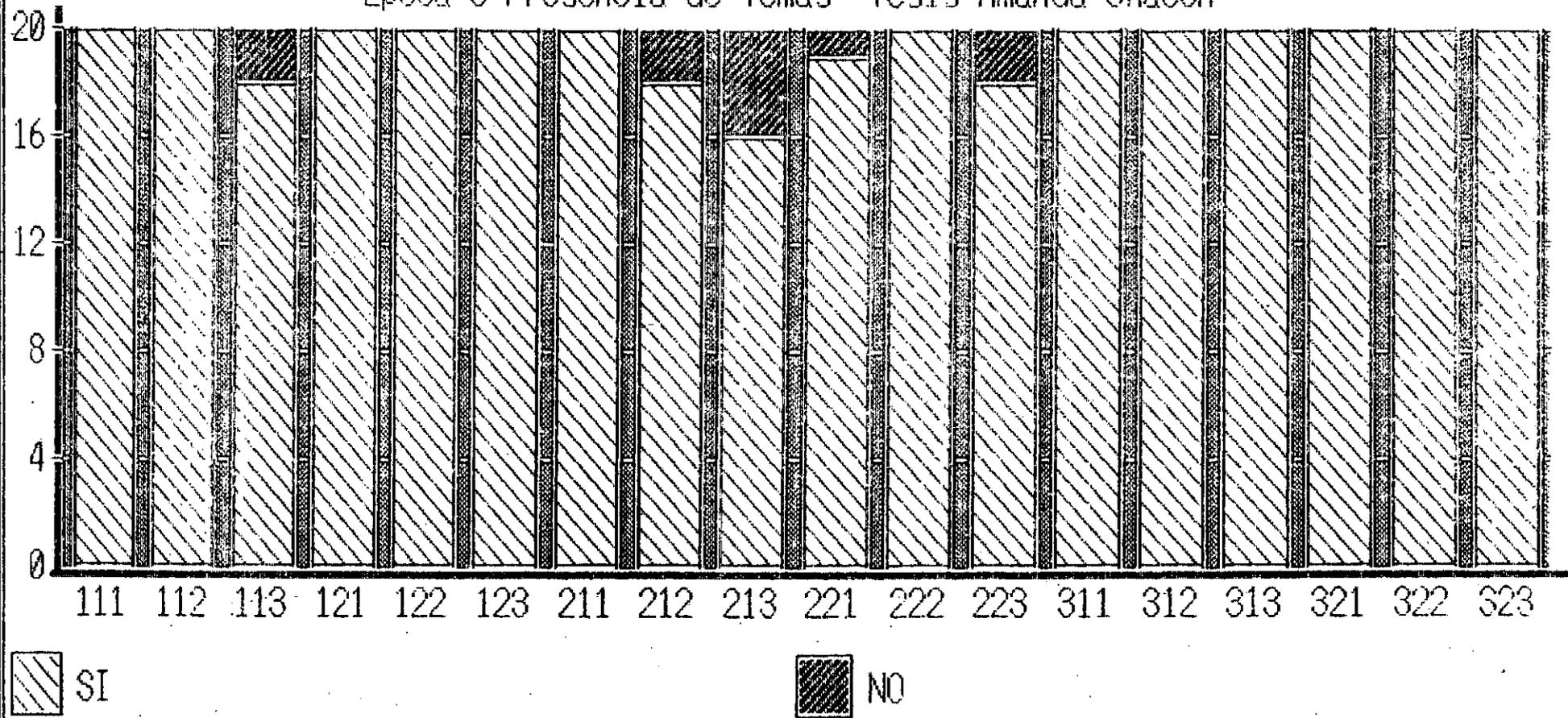


FIGURA 4: Presencia de Yemas Activas en las estacas de la tercera época (junio-agosto)

1.2 PRESENCIA DE BROTES EN LAS ESTACAS

Los datos de presencia o ausencia de brotes están presentados en las figuras 5, 6 y 7.

La presencia de brotes es mayor en la primera época en tratamientos con hormona, seguida de la tercera época sin hormona, siendo la más pobre en presencia de brotes la segunda época.

La presencia de brotes en relación al período es muy alta en el tercer período, seguido del segundo y luego por el primer período. La presencia de brotes en el primero y segundo período de las tres épocas es nula o escasa, esto se debe a que conforme va transcurriendo el tiempo de la prueba, las estacas van mostrando mayor actividad hacia los 60 días de establecida.

La presencia de brotes es mayor en la primera época cuando se aplicó hormona, al igual que en la segunda época, cuando se estimuló su aparición, pero en la tercera época, hay mayor presencia de brotes cuando no se aplicó hormona.

La presencia de brotes aumenta en relación al diámetro, siendo mayores los valores de presencia de brotes en los diámetros mayores, lo cual se debe a las reservas nutritivas de dichas estacas y su capacidad de producir y mantener brotes.

PROPAGACION VEGETATIVA DE *Quercus* spp

Epoca 1 Presencia de Brotes Tesis de Amanda Chacon

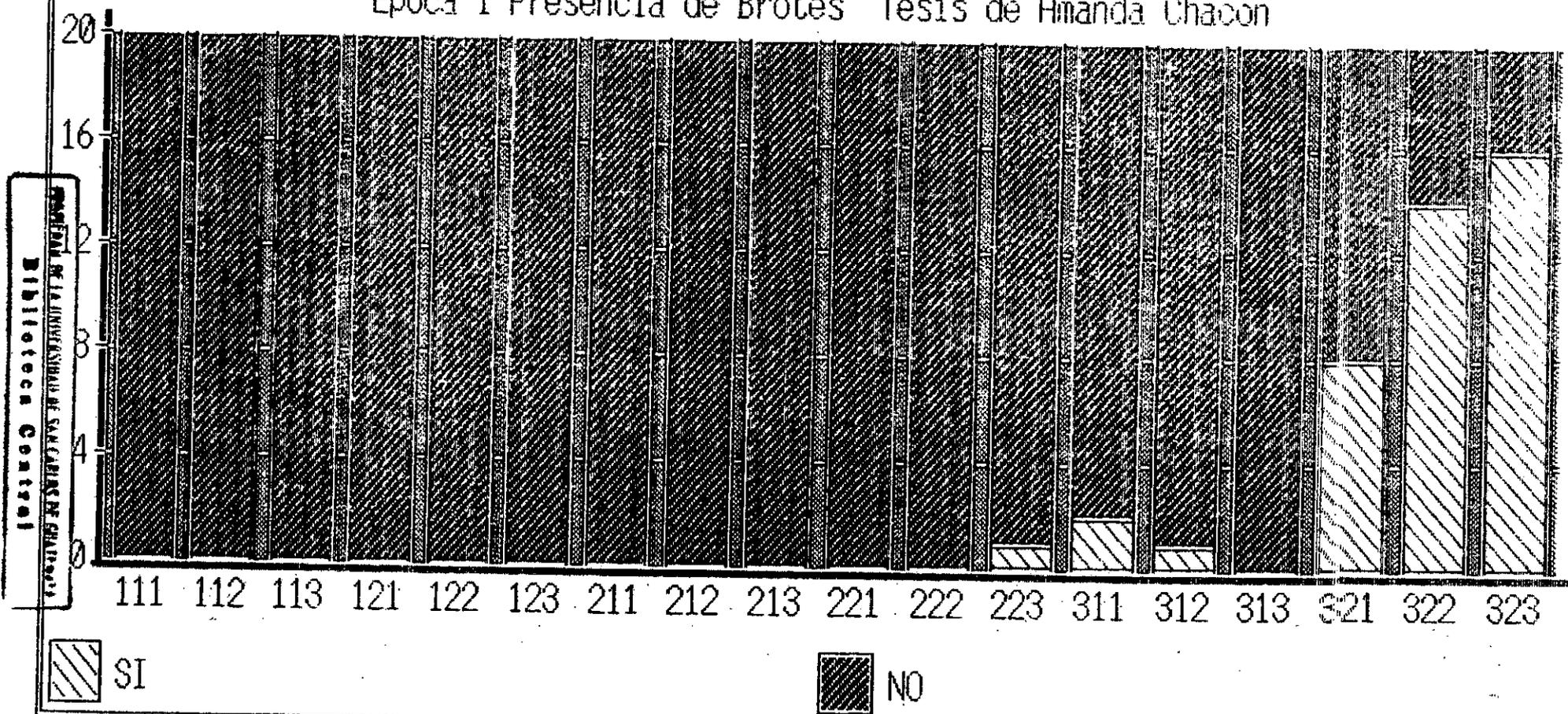


FIGURA 5: Presencia de Brotes en las estacas de la primera época (abril-junio)

PROPAGACION VEGETATIVA DE *Quercus* spp

Epoca 2 Presencia de Brotes Tesis Amanda Chacon

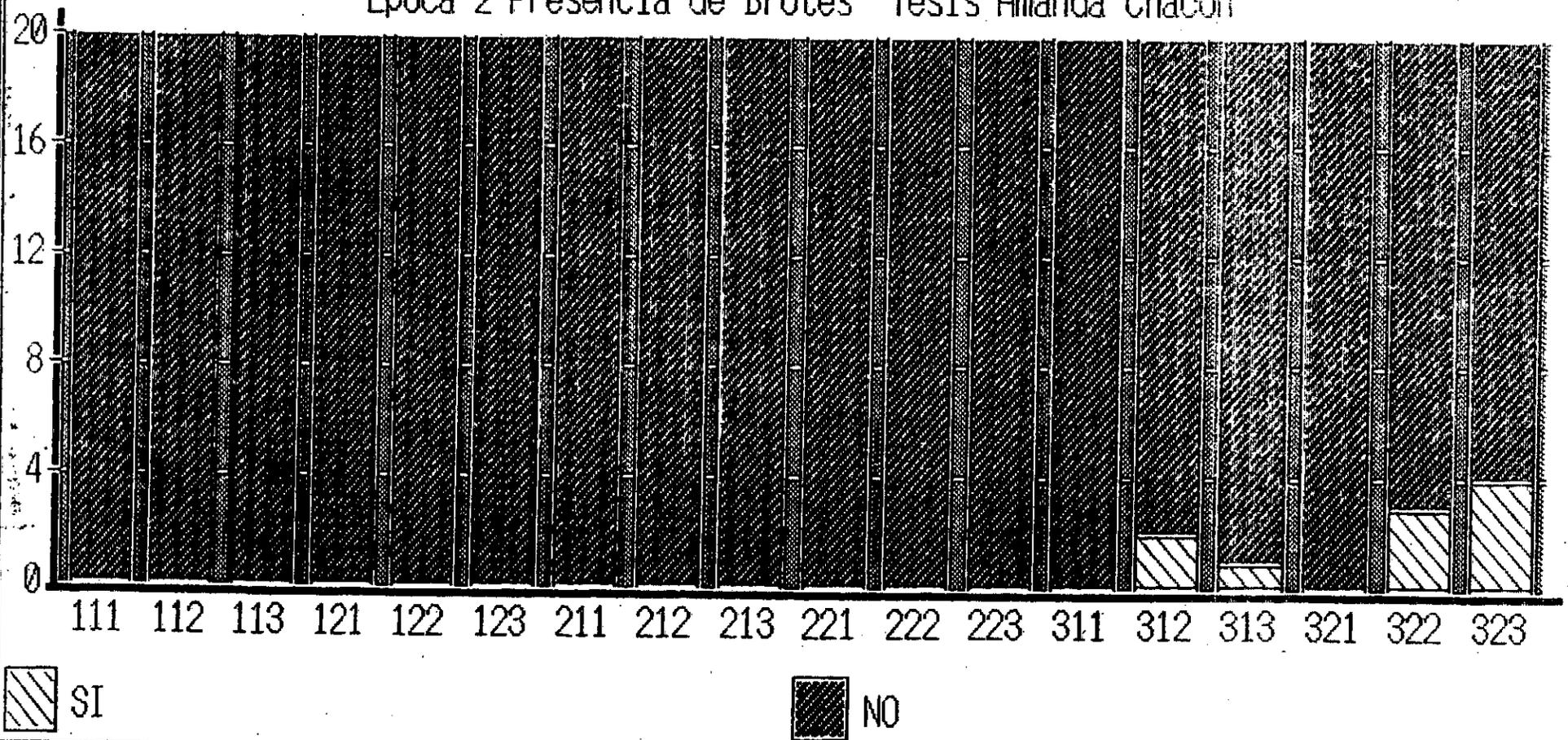


FIGURA 6: Presencia de Brotes en las estacas de la segunda época (mayo-julio)

PROPAGACION VEGETATIVA DE Quercus spp

Epoca 3 Presencia de Brotes Tesis Amanda Chacon

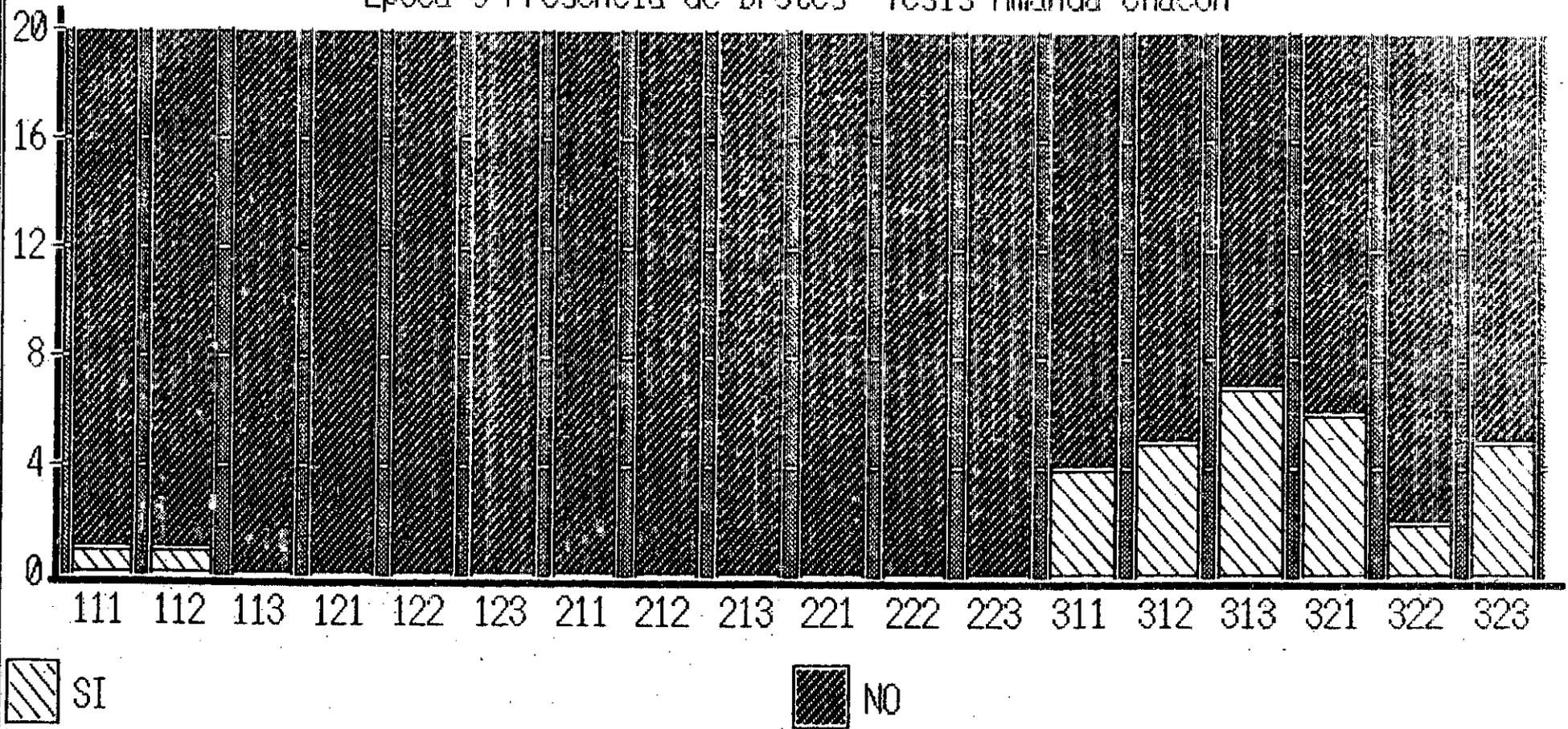


FIGURA 7: Presencia de Brotes en las estacas de la tercera época (junio-agosto)

1.3 PRESENCIA DE CALLOS EN LAS ESTACAS

Según lo muestran las figuras 8, 9 y 10, la presencia de callos es mayor en la tercera época, seguida de la primera época y por último la segunda época. Lo cual se debe a la condición del material en el tiempo que se cortaron las estacas. La presencia de callo es escasa en el primero y segundo período de todas las épocas. En el tercer período se detectó mayor presencia de callos en todas las épocas, debido a que con el tiempo que ha transcurrido para cada lectura se incrementa la actividad de la estaca.

En la primera y segunda épocas, la presencia de callos se ve favorecida por la aplicación de hormona en forma notoria, en la tercera época la presencia de callo es mayor, pero no hay diferencia cuando no se aplicó hormona en los datos del tercer período de dicha época, cuyos tratamientos con y sin hormona presentan alta proporción de callos. En las dos primeras épocas se nota el estímulo de la aplicación de hormona en la formación de callo.

En general, la presencia de callo aumenta con el diámetro para las tres épocas, lo cual se debe al tipo de material y su disponibilidad de reservas.

PROPAGACION VEGETATIVA DE *Quercus* spp

Epoca 1 Presencia de Callos Tesis Amanda Chacon

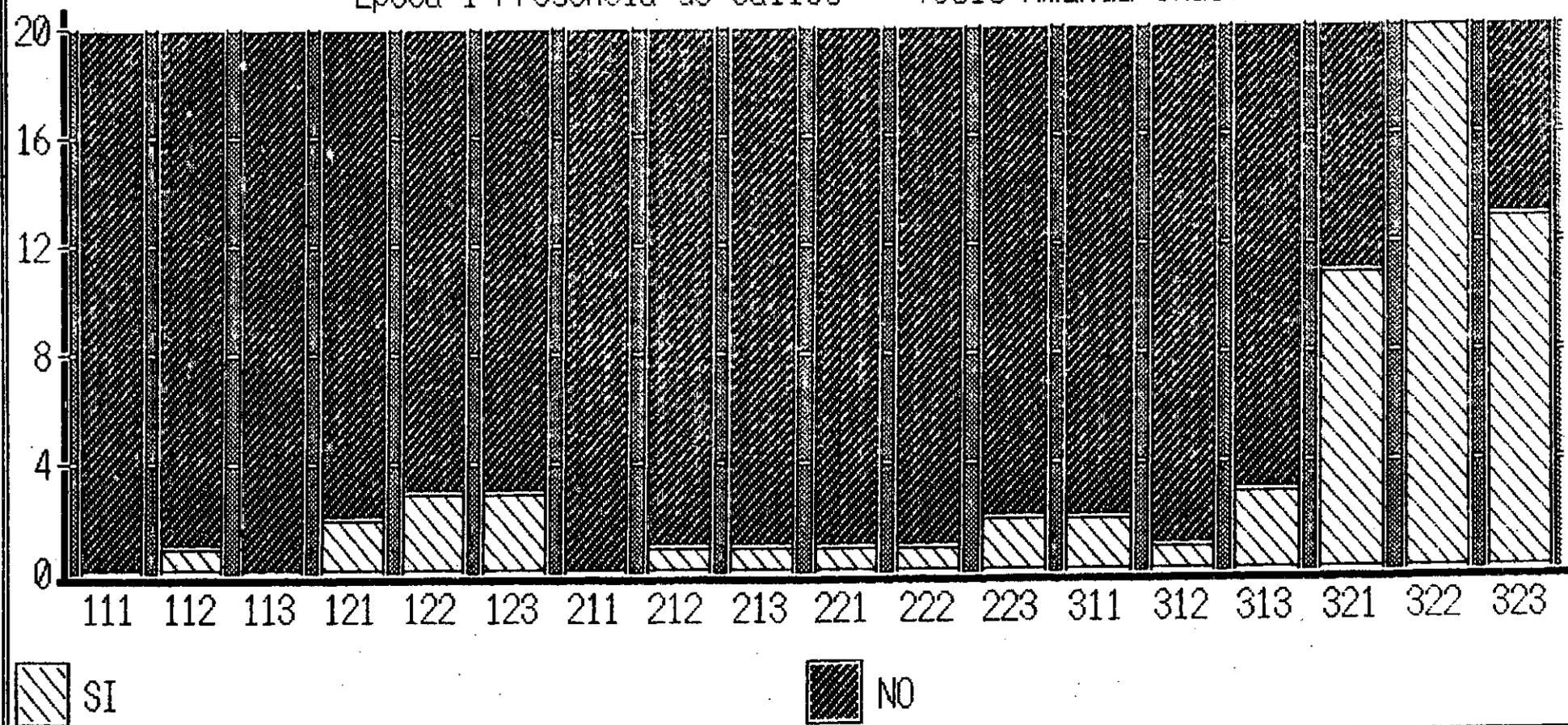


FIGURA 8: Presencia de Callos en las estacas de la primera época (abril-junio)

PROPAGACION VEGETATIVA DE *Quercus* spp

Epoca 2 Presencia de Callos Tesis Amanda Chacon

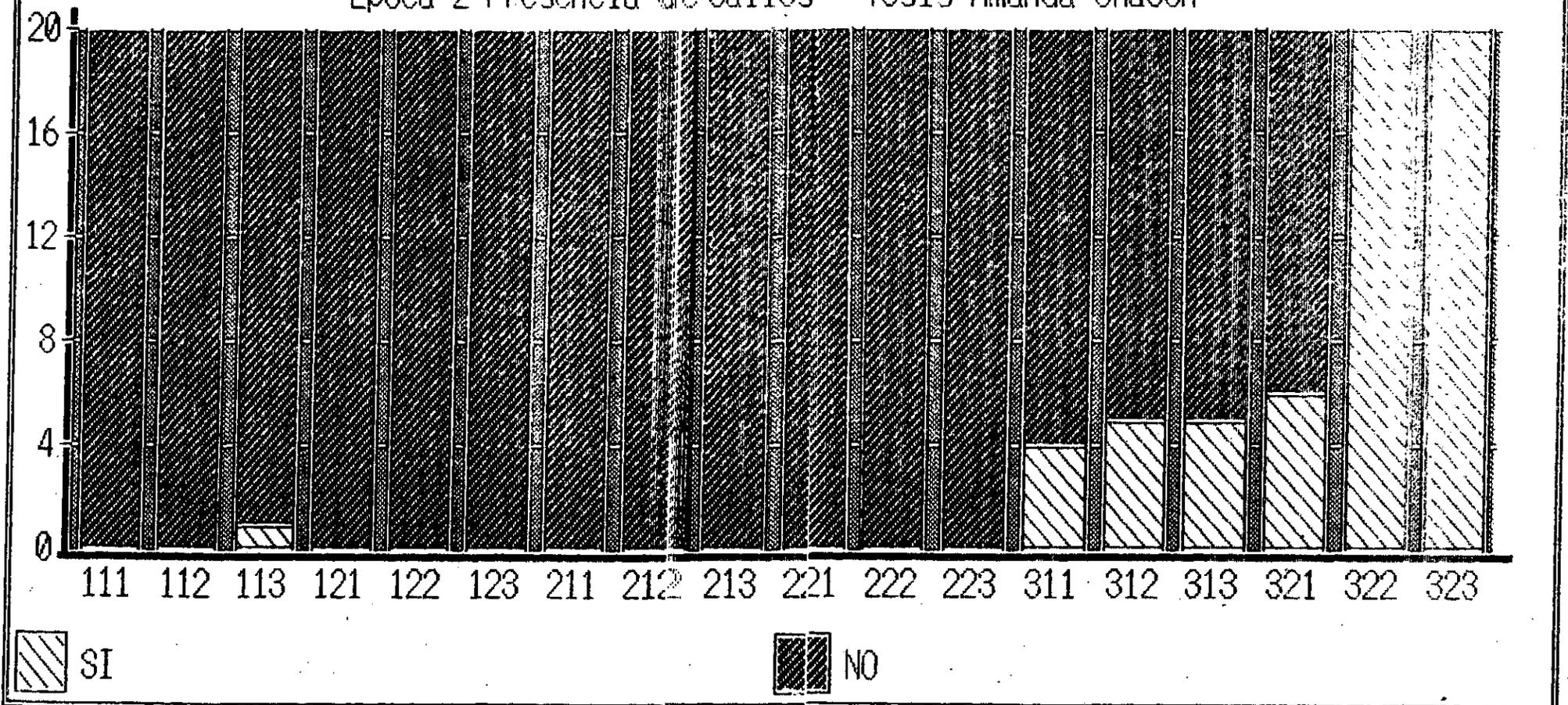


FIGURA 9: Presencia de Callos en las estacas de la segunda época (mayo-julio)

PROPAGACION VEGETATIVA DE Quercus spp

Epoca 3 Presencia de Callos

Tesis Amanda Chacon

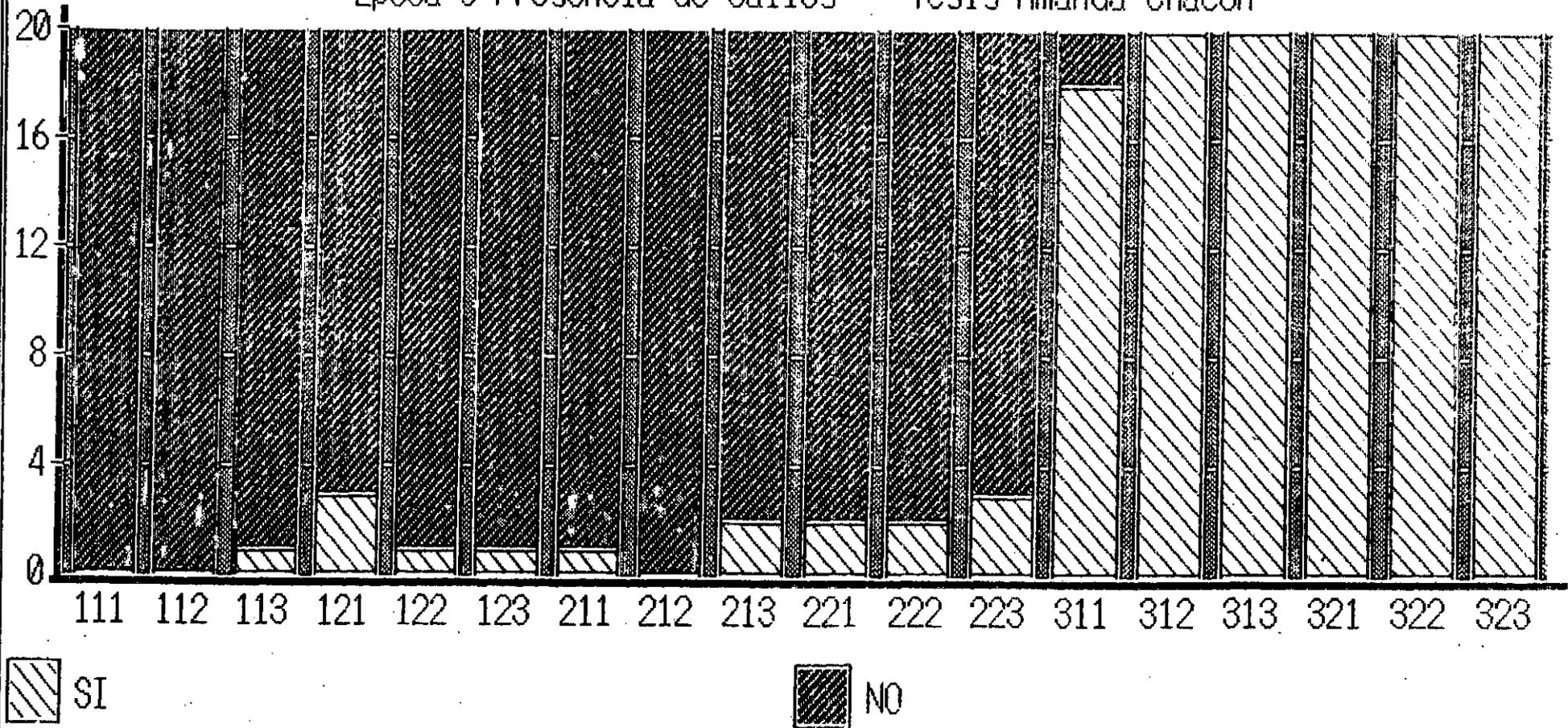


FIGURA 10: Presencia de Callos en las estacas de la tercera época (junio-agosto)

1.4 POSICION DEL CALLO EN LAS ESTACAS

Al observar las figuras 12, 13 y 14 se notan las diferentes posiciones de los callos.

En las tres épocas la posición más frecuente fue la número 4, que corresponde a la base de la estaca en los sectores 1 y 2 (ver figura 11), tanto con y sin hormona.

En la primera época, se encuentra además, en gran número, la posición que ocupa el sector 2 de la estaca; en la segunda época sigue la posición 7, que corresponde a los sectores 1, 2 y 3, o sea, toda la parte inferior de la estaca y luego la posición del callo en el sector 3 de la estaca.

En la tercera época sigue a la posición 2 la 7. Conforme fueron sucediéndose las épocas fue dándose un aumento en cuanto a las posiciones que abarcan un sector mayor de la base de la estaca. En relación a la posición del callo respecto al período, las posiciones fueron variando de las iniciales en un sector a las más completas en todos los sectores.

Conforme fue avanzando el período se fueron obteniendo las posiciones más completas, pues ya hacia el tercer período las estacas contaban con más tiempo para la formación y desarrollo del callo en su base, principalmente en los sectores 1 y 2, correspondientes a la posición 4.

Codificación utilizada en las figuras de posición de los callos:

Código 1: Sector 1

Código 2: Sector 2

Código 3: Sector 3

Código 4: Sectores 1 y 2

Código 5: Sectores 1 y 3

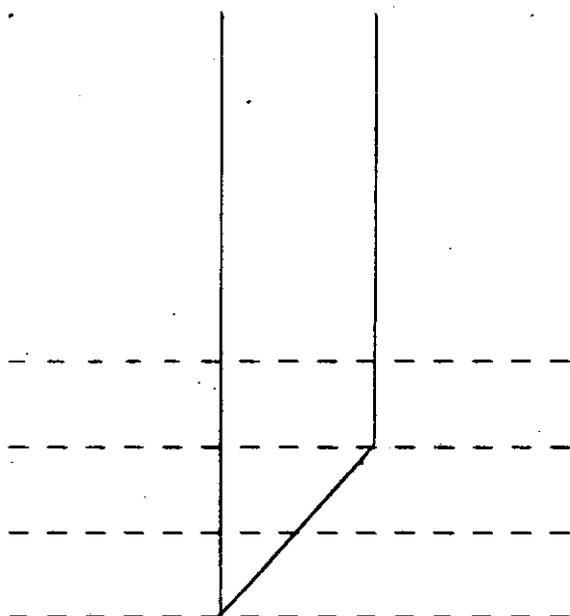
Código 6: Sectores 2 y 3

Código 7: Sectores 1, 2 y 3

SECTOR 3

SECTOR 2

SECTOR 1



(CORTE BASAL)

FIGURA 11: Sectorización utilizada para determinar la posición del callo en la estaca.

PROPAGACION VEGETATIVA DE Quercus spp

Epoca 1 Posicion de los Callos Tesis Amanda Chacon

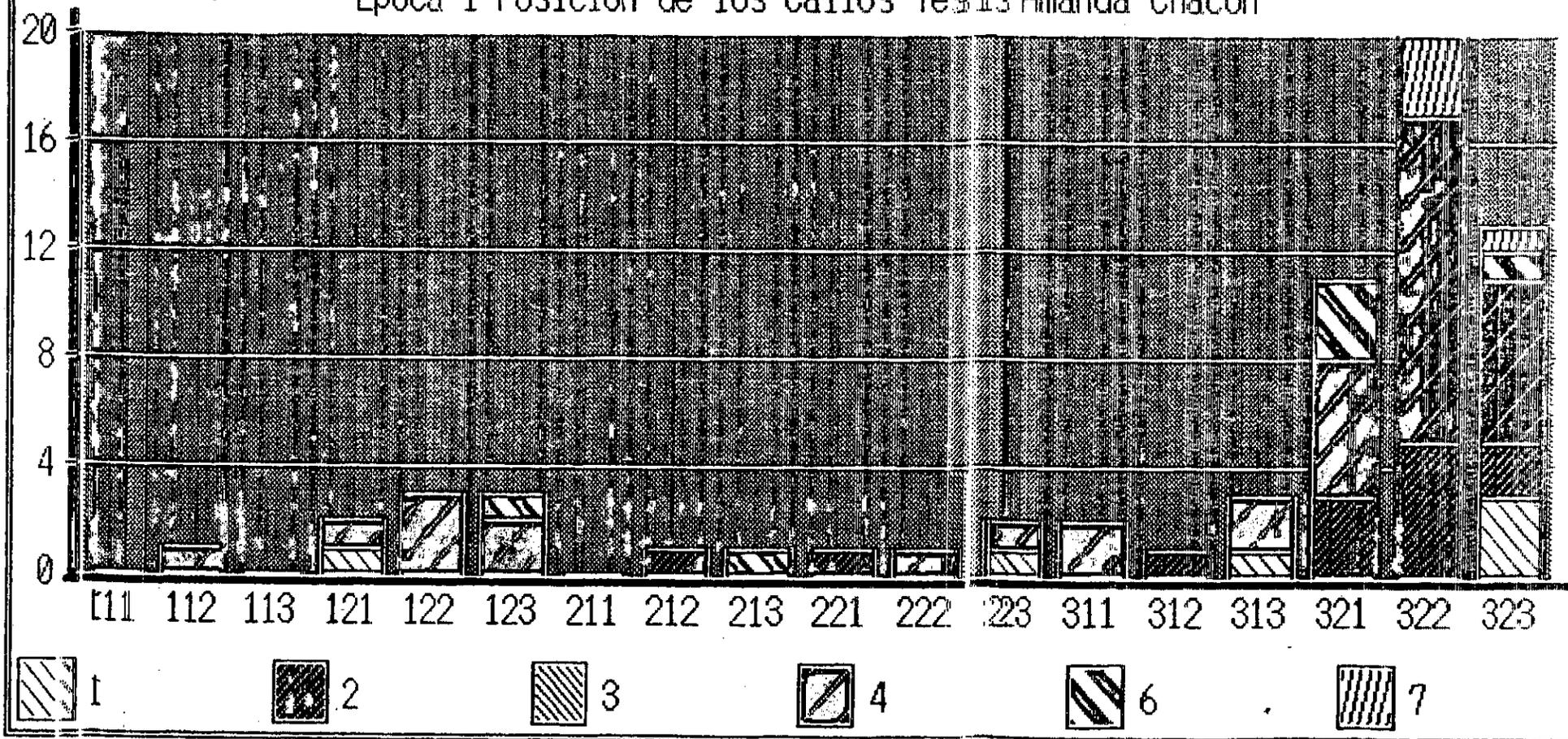


FIGURA 12: Posición de los Callos en las estacas de la primera época (abril-junio)

PROPAGACION VEGETATIVA DE *Quercus* spp

Epoca 2 Posicion de los Callos Tesis Amanda Chacon

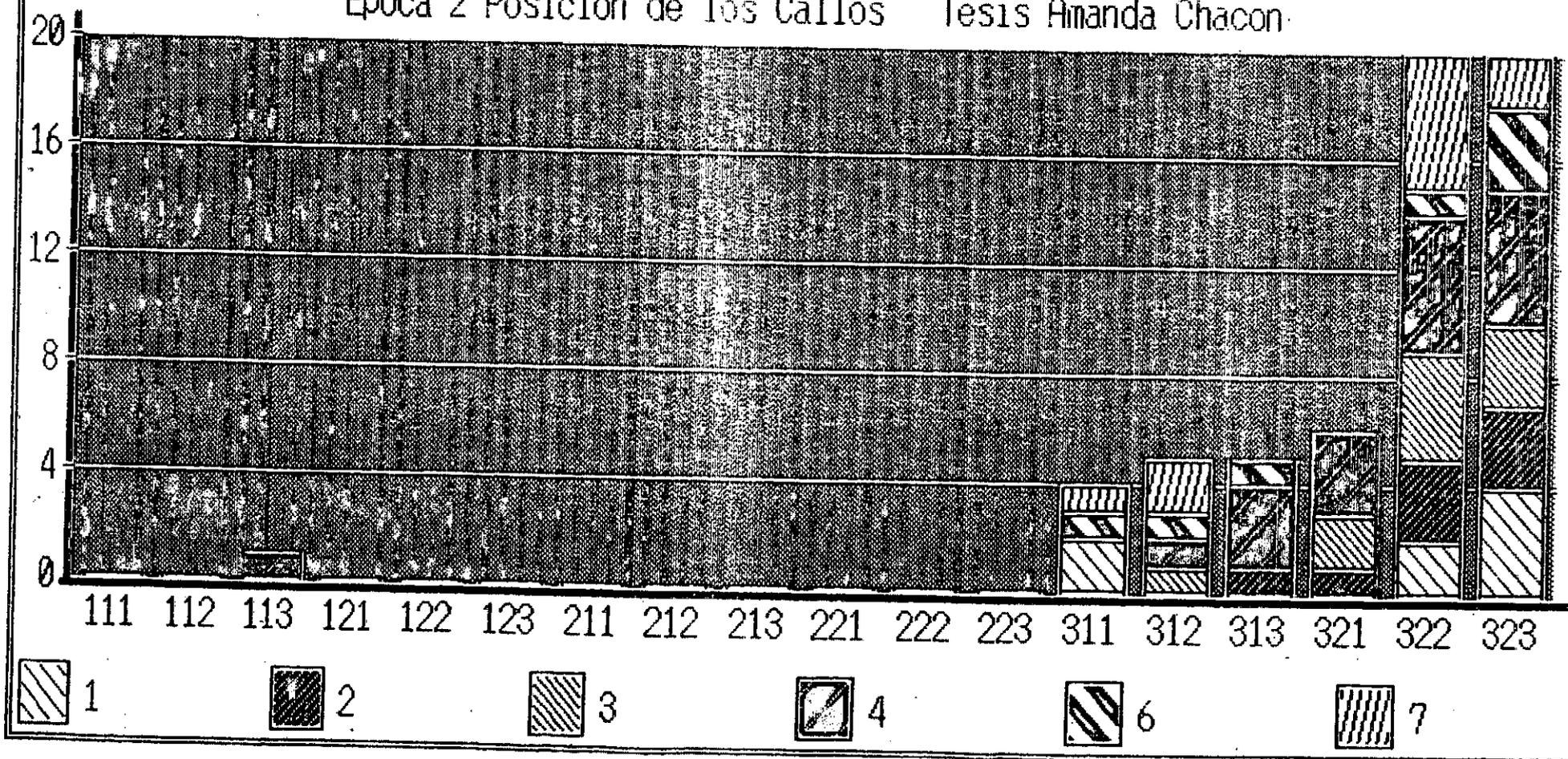


FIGURA 13: Posición de los Callos en las estacas de la segunda época (mayo-julio)

PROPAGACION VEGETATIVA DE Quercus spp

Epoca 3 Posicion de los Callos Tesis de Amanda Chacon

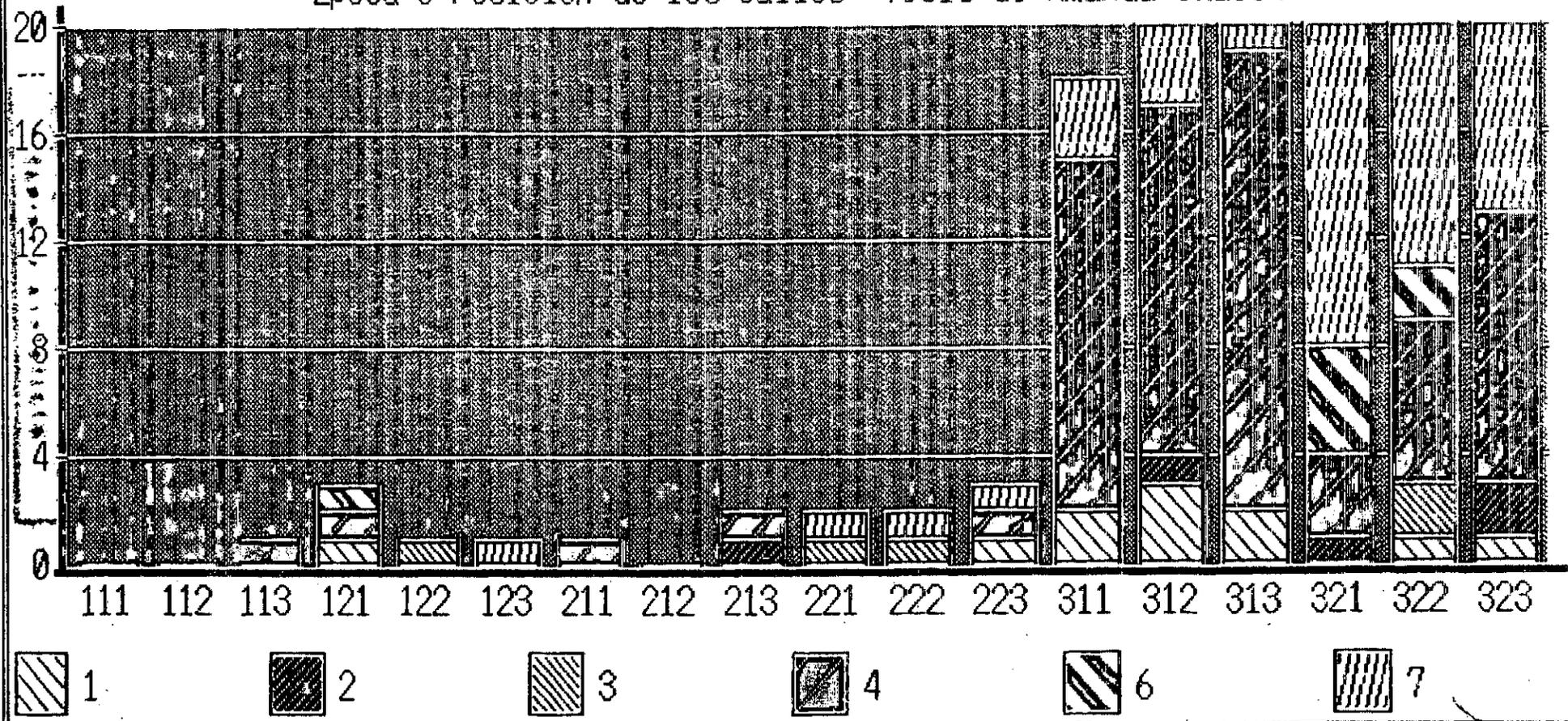


FIGURA 14: Posición de los Callos en las estacas de la tercera época (junio-agosto)

Respecto a la posición del callo en relación a la aplicación o no de hormona, en las tres épocas, la posición más frecuente fue la 4, en los sectores 1 y 2.

En general, la posición del callo varía de las condiciones más simples, en un solo sector, a las más completas, en los tres sectores, y se ve favorecida por la aplicación de hormona.

En las tres épocas la posición más frecuente en todos los diámetros es la posición 4, que comprende los sectores 1 y 2 de la estaca.

1.5 FORMA DEL CALLO EN LAS ESTACAS

Las diversas formas presentadas por los callos pueden observarse en las figuras 16, 17 y 18.

En cuanto a las épocas, la forma más presentada fue en puntos en la base de la estaca, o sea, pequeñas formaciones de callo, lo cual fue más común en la segunda y tercera épocas, mientras que en la primera época, la forma más frecuente fue un anillo cerrado completamente en la base de la estaca. En la primera época se observaron callos muy vigorosos (ver figura 15).

En cuanto a los períodos la forma del callo más frecuente fueron puntos en la base de la estaca en el primero y segundo períodos de lectura, en el tercer período de la primera época, además de puntos la forma más frecuente fue un anillo cerrado en la base.

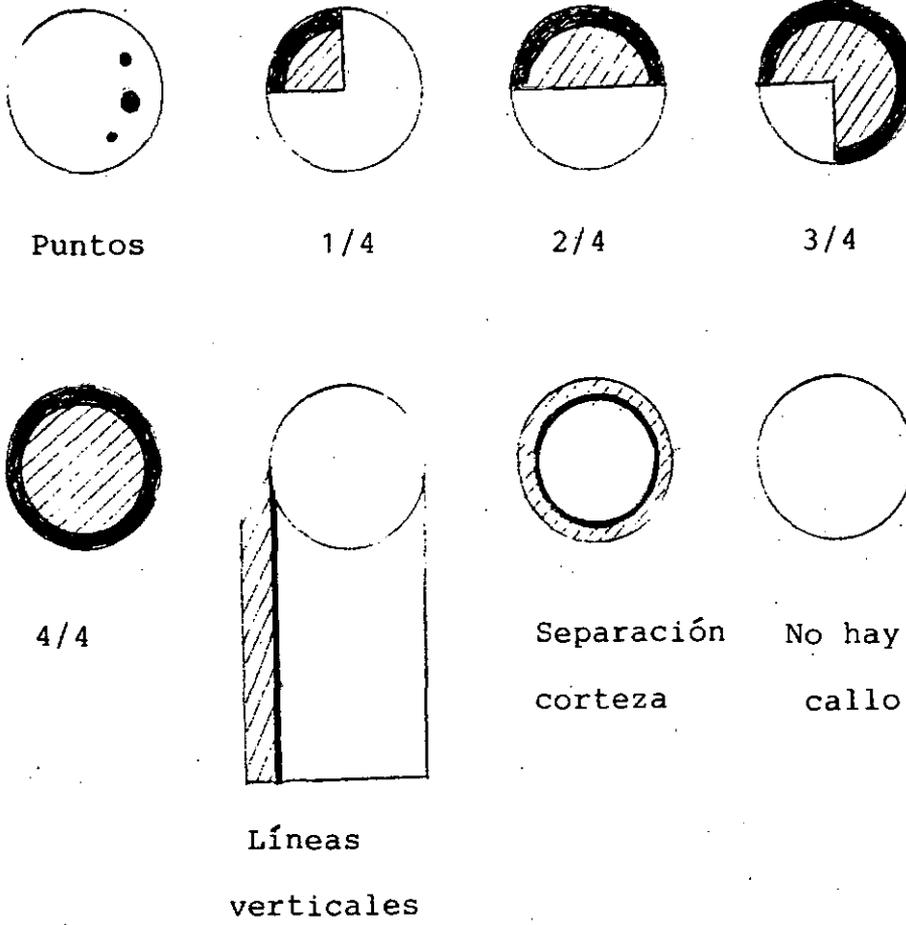


FIGURA 15: Guía utilizada para determinar la forma del callo en la estaca.

REPRODUCCIÓN DE LA FIGURA 15 DE LA GUÍA DE ESTACAS PARA LA SIEMBRA DE MADERAS DE VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA, 1980.

PROPAGACION VEGETATIVA DE *Quercus tristis*

Época I Forma del Gallo Tesis Amanda Chacón

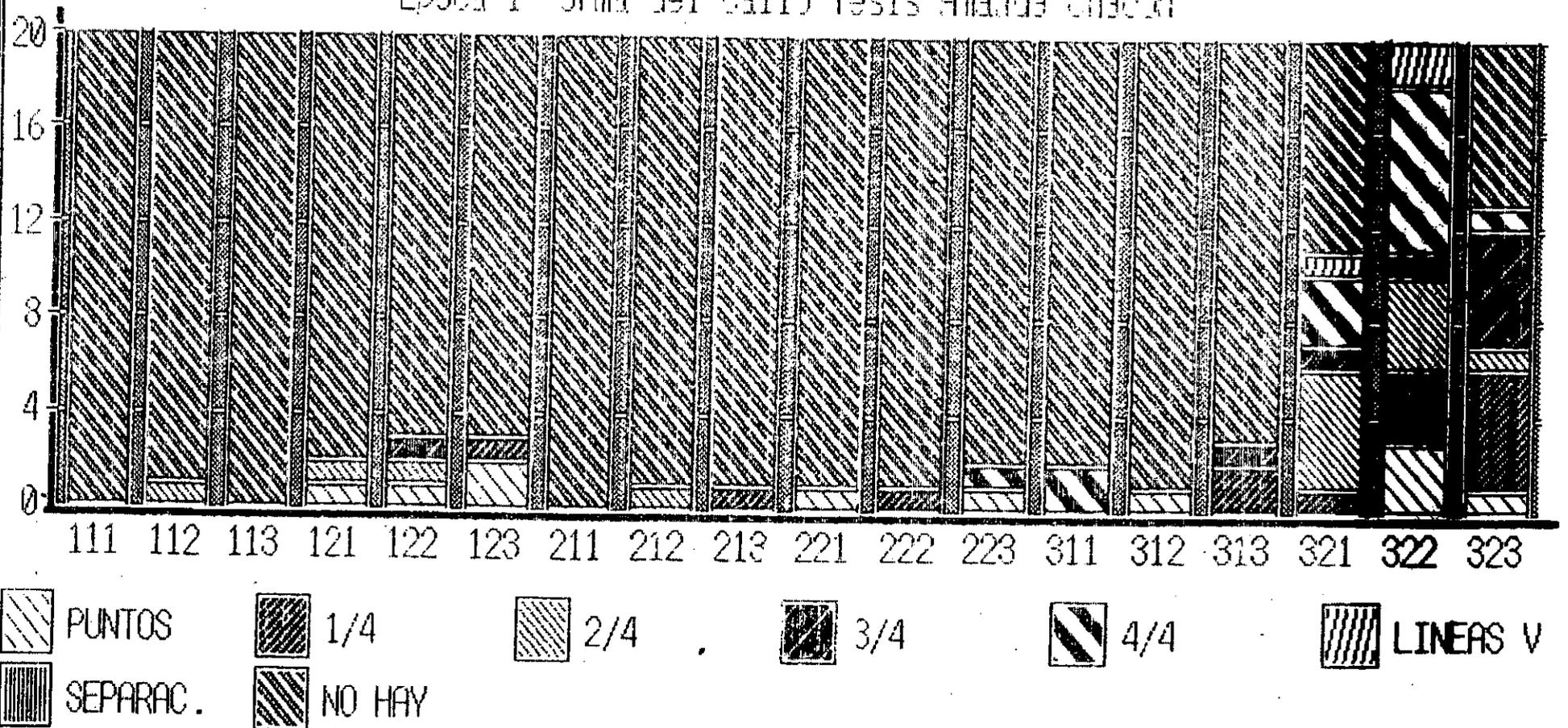


FIGURA 16: Forma de los Callos en las estacas de la primera época (abril-junio)

PROPAGACION VEGETATIVA DE *Quercus tristis*

Epoca 2 Forma del Callo lesa Amanda Chacon

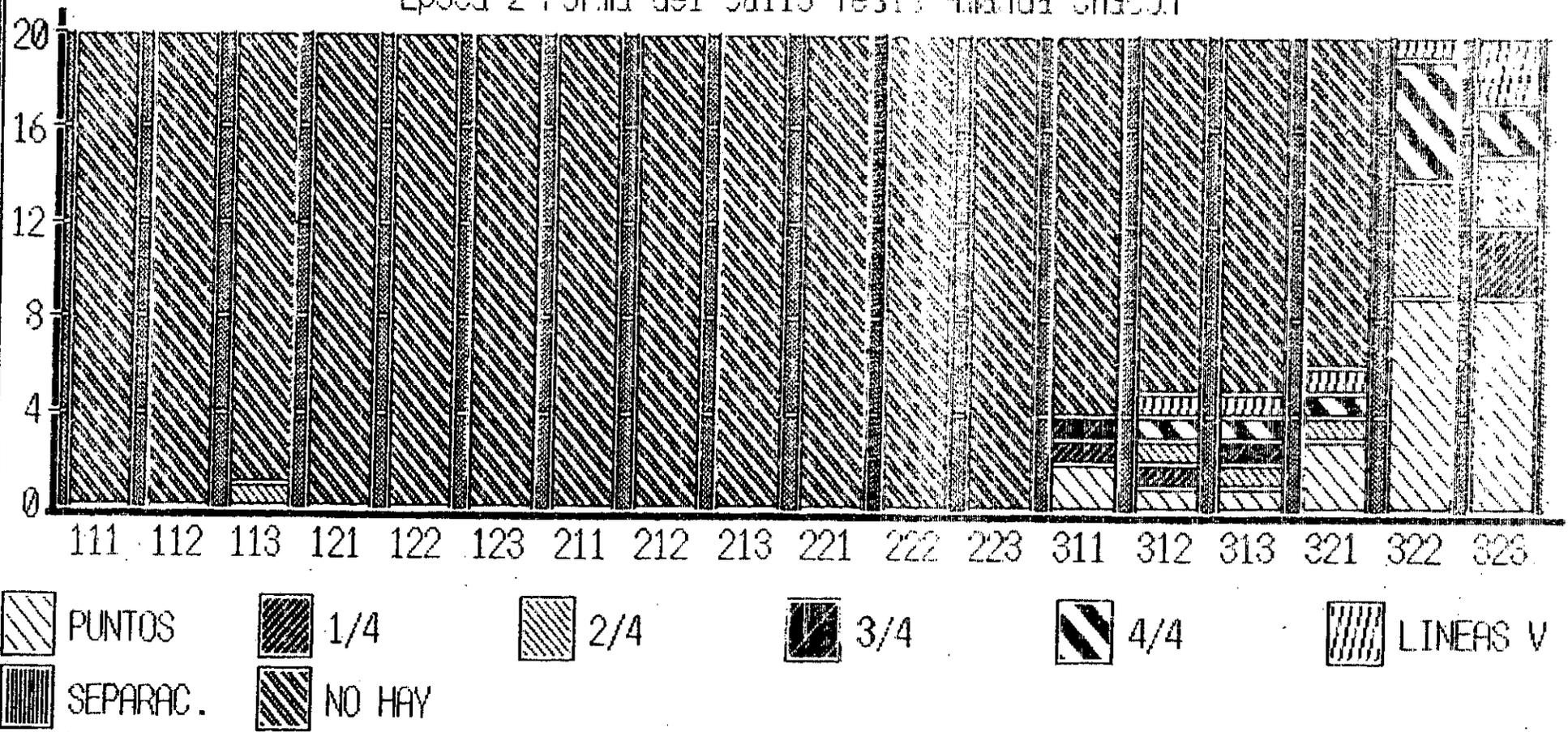


FIGURA 17: Forma de los Callos en las estacas de la segunda época (mayo-julio)

PROPAGACION VEGETATIVA DE *Quercus tristis*

Época 3 Forma del callo (en las estacas)

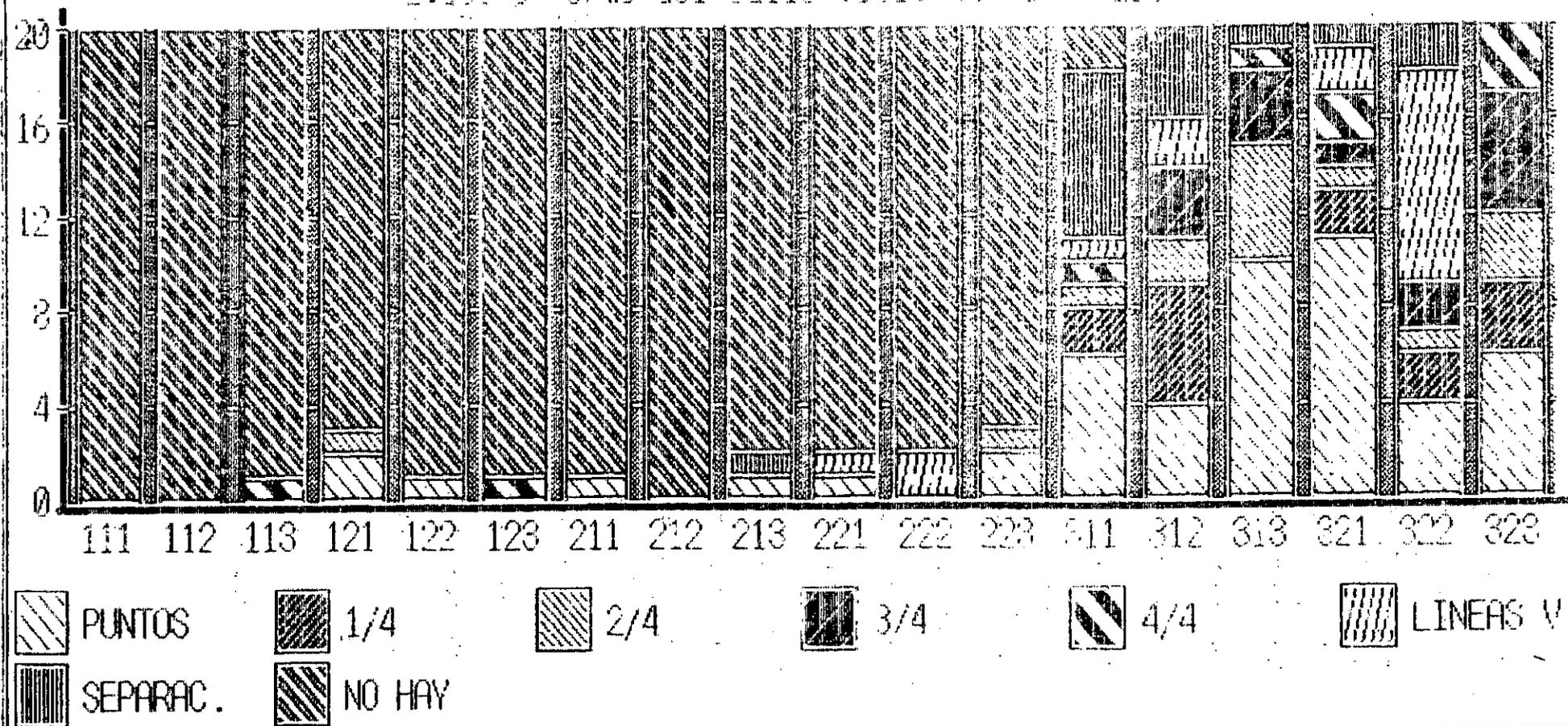


FIGURA 18: Forma de los Callos en las estacas de la tercera época (junio-agosto)

Conforme transcurría el tiempo de las lecturas, se fueron observando formas más completas en la formación del callo, obteniéndose desde puntos en la base hasta anillos completos y callos que se presentaron en líneas verticales a la estaca. En relación a la aplicación o no de hormona, en general, cuando no se aplicó hormona se presentaron pequeños puntos de callo y cuando se aplicó hormona, se llegó a obtener callos en toda la base de la estaca, formando un anillo cerrado, así como otras formaciones al lado de la estaca. La forma del callo, en función de los diámetros, presentó las formas más completas de callo en los diámetros entre 1 y 16 mm. En los diámetros entre 9 y 24 mm se presentan las formas más simples con puntos en la base o callo en una pequeña porción de ella. Esto se debe al tipo de material, pues en los diámetros más pequeños, el material es más joven y tiene mayor disponibilidad de sustancias que estimulan la formación de callo. En las estacas, en las cuales se presentaron callos, se observó diversidad de formas y combinaciones entre ellas, que variaron de acuerdo a los factores evaluados.

1.6 COLOR DEL CALLO

En los tratamientos donde se presentaron callos, se observaron diversas coloraciones, según lo presentan las figuras 19, 20 y 21.

El color de los callos que se presentó con más frecuencia en la primera y segunda épocas, fue el blanco, y en la tercera época hubo alta proporción de callos de color amarillo.

En lo que respecta al período, en el primero y segundo, el color que más se presentó fue el blanco y en el tercer período el color más frecuente es el amarillo, seguido de callos de color blanco.

Los tratamientos sin hormona presentan mayor frecuencia de callos amarillos y luego de callos blancos y cuando se aplicó hormona la coloración más frecuente fue la blanca y luego la amarilla.

En cuanto a los diámetros estudiados, en los tres se presentaron las mismas proporciones de callos con color blanco y amarillo.

Durante la toma de datos, se pudo observar una amplia variación en cuanto a color de los callos, teniéndose como colores base el blanco, marfil y amarillo, pero junto con estos, se presentó una gran cantidad de combinaciones.

PROPAGACION VEGETATIVA DE Quercus tristis

Época I Color del Callo Tesis Amador

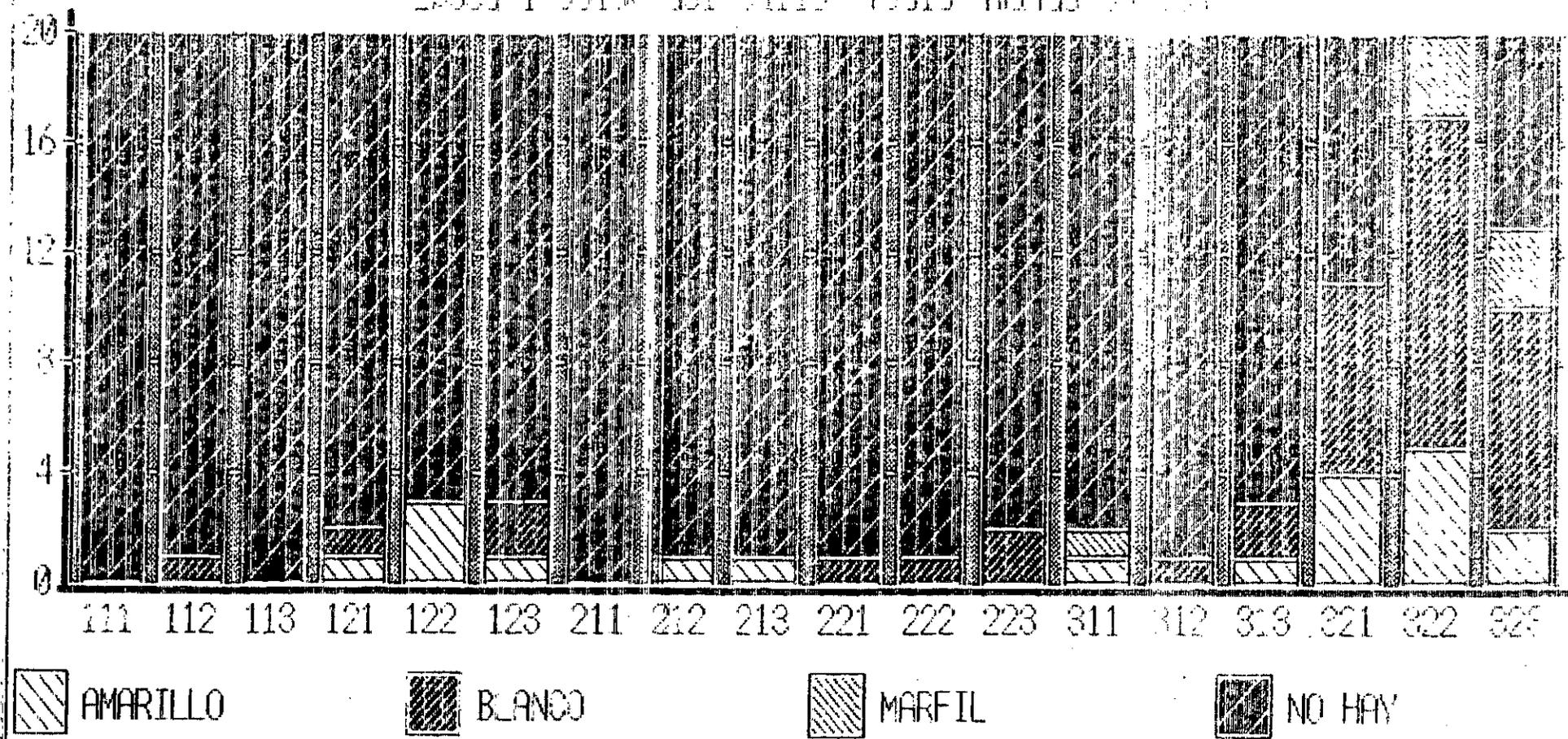


FIGURA 19: Color de los Callos en las estacas de la primera época (abril-junio)

PROPAGACION VEGETATIVA DE *Quercus tristis*

Época 2 Color del Callo Testis Amanda Chacon

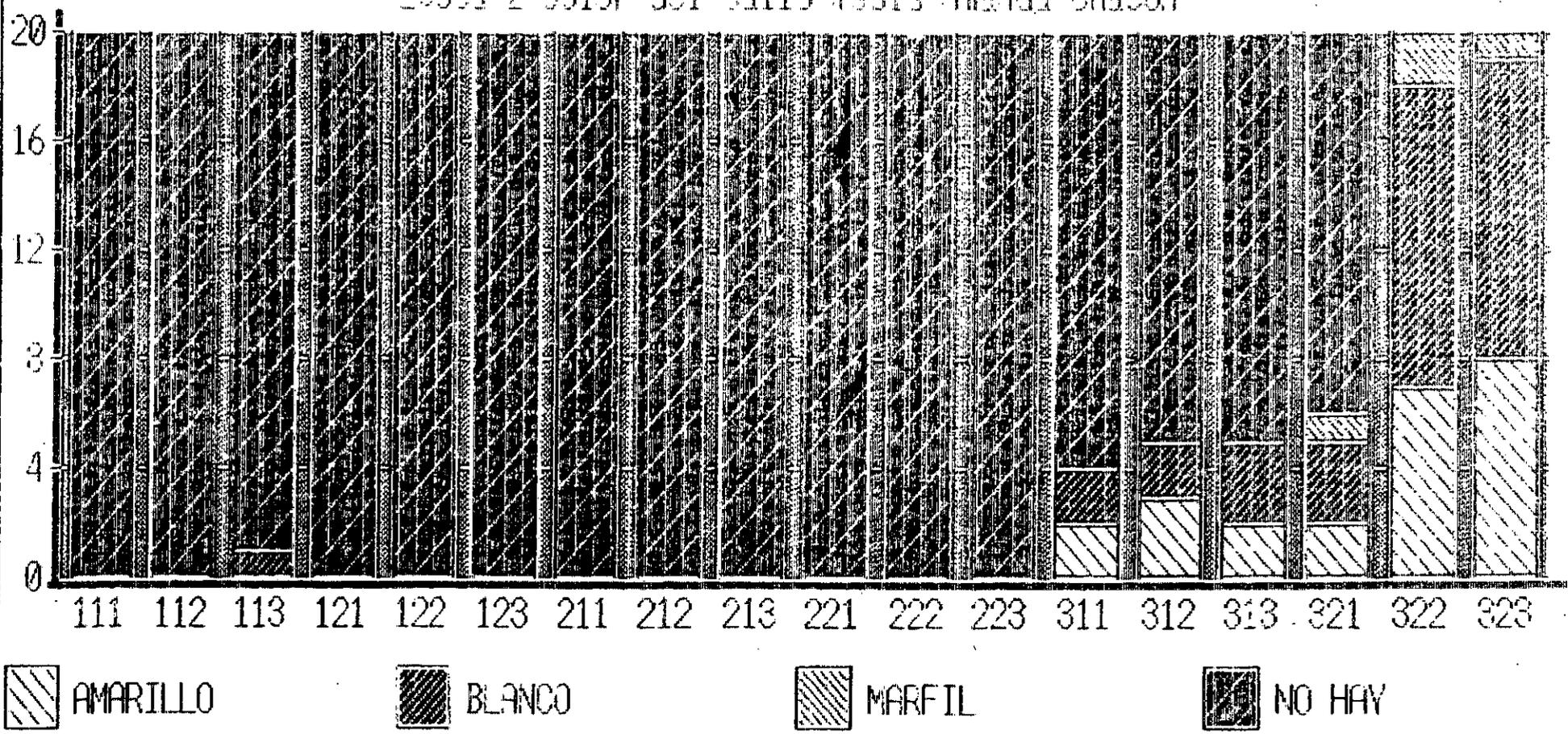


FIGURA 20: Color de los Callos en las estacas de la segunda época (mayo-julio)

PROPAGACION VEGETATIVA DE *Quercus tristis*

Época 3 Color del Callo Tesis Amanda Chacon

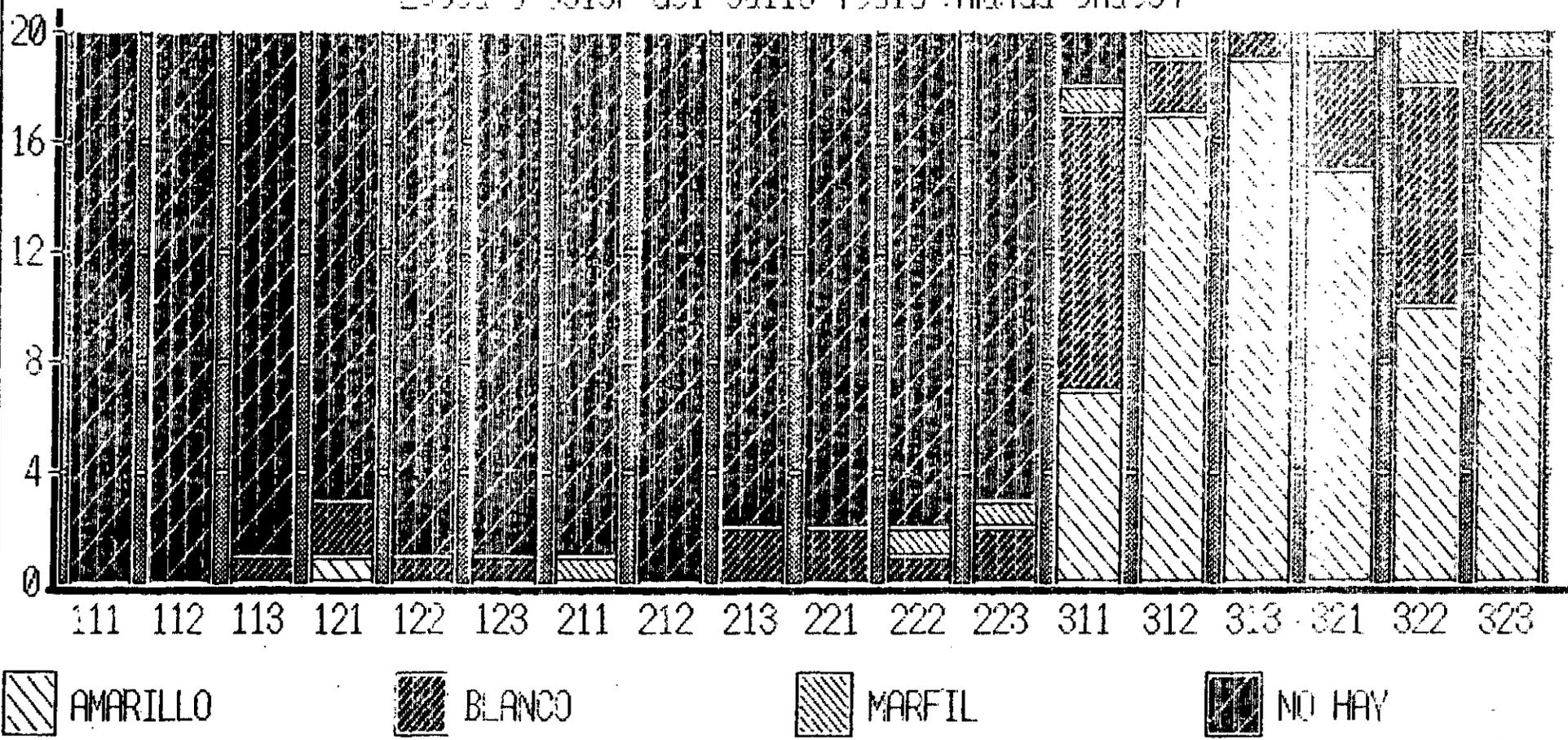


FIGURA 21: Color de los Callos en las estacas de la tercera época (junio-agosto)

2. VARIABLES CUANTITATIVAS

2.1 ANALISIS DE VARIANZA POR EPOCAS

Se efectuaron análisis de varianza para cada época, cuyos resultados se presentan en los cuadros 1, 2 y 3. Las Pruebas de Tukey para los efectos principales aparecen en el cuadro 4. Los detalles más importantes se discuten a continuación:

2.1.1 Primera Epoca

En todas las variables se observaron diferencias significativas entre períodos (lecturas). Según la Prueba de Tukey, los mayores valores de yemas activas, brotes vivos, total de brotes y longitud de brotes, se dan en el tercer período y el total de yemas es mayor en el segundo período. Esto se debe a que al avanzar el tiempo de la prueba se va dando un mayor desarrollo y actividad en el material utilizado (Ver cuadros 1 y 4).

En cuanto a la aplicación de hormona, solamente en yemas activas no hubo significancia. La longitud de los brotes y el total de brotes fueron mayores cuando se aplicó hormona, pues el desarrollo de estos sí fue estimulado; mientras que el total de yemas y brotes vivos fueron más cuando no se aplicó hormona.

En cuanto a diámetro, solamente en la variable longitud de brote no hubo diferencias significativas. Con los diámetros de 17 a 24 mm, se logró el mayor número de brotes vivos, brotes totales y longitud de brotes, lo cual se debe al tipo de material y su disponibilidad de reservas para mantener los brotes. Mientras que el mayor número de yemas activas se observó en los diámetros menores de 8 mm, lo cual se debe a que como es material más joven tiene mayor actividad y disponibilidad de yemas por área. El total de yemas por estaca, fue mayor en los diámetros de 9 a 16 mm, lo cual se debe a las características del material seleccionado. En cuanto a interacciones, aunque algunas fueron significativas, no fue posible efectuar Pruebas de Tukey, debido a lo complejo del modelo estadístico.

2.1.2 Segunda Epoca

En cuanto a períodos (lecturas), solamente en brotes vivos no hubo diferencias significativas. En todas las otras variables, los mayores resultados se presentaron en el tercer período (Ver cuadros 2 y 4).

La aplicación de hormona no produjo diferencias significativas en ninguna de las variables, de modo que en esta época, se obtienen iguales resultados con o sin aplicación de hormona. Aunque es mayor el número total de brotes cuando se aplica hormona.

Según el análisis de diámetros, solamente para yemas activas se detectaron diferencias significativas, siendo los diámetros de 1 a 16 mm los que presentaron mayores valores. En general no se presentaron interacciones significativas, lo que indica que en esta época, los factores evaluados actuaron en forma independiente.

2.1.3 Tercera Epoca

En cuanto a período solamente en longitud de brotes no hubo diferencias significativas, todas las demás variables presentaron diferencias significativas. Las Pruebas de Tukey indican que en todas las variables se obtuvieron los mayores valores en el tercer período, lo cual se debe a que con el transcurso del tiempo se manifiesta mayor actividad y desarrollo en las estacas (Ver cuadros 3 y 4). En todas las variables no hubo diferencias significativas entre aplicación o no de hormona, lo cual se debe al estado en que se encontraba la planta de la cual se tomaron las estacas, pues ya en esta época, los árboles presentan mayor actividad.

Para los diámetros sólo hubo diferencias significativas en las variables número total de yemas y de yemas activas, siendo los mayores valores para los diámetros menores de 8 mm, lo cual se debe a la disponibilidad de yemas en el material joven y más activo.

Según los Andevas, no hubo interacciones significativas, lo cual indica que los factores actuaron independientemente.

PROPAGACION VEGETATIVA DE *Quercus* spp
 TESIS DE AMANDA CHACON SANDOVAL CARNET 8010090

PRUEBAS DE TUKEY PARA EFECTOS PRINCIPALES
 MODELO PARCELAS DIVIDIDAS EN BLOQUES AL AZAR CON SUBMUESTREO

EPOCA 1:											
VARIABLES-->		YEMAS ACTIVAS		TOTAL YEMAS		BROTOS VIVOS		TOTAL BROTOS		LONG. BROTOS	
FACTOR	NIVELES	MEDIA	COMPAR.	MEDIA	COMPAR.	MEDIA	COMPAR.	MEDIA	COMPAR.	MEDIA	COMPAR.
PERIODO	1	2.355	A	3.953	B	1	A	1	A	0	A
	2	2.693	B	4.335	A	1.006	A	1.006	A	0.2	A
	3	3.007	C	4.285	AB	1.127	B	1.288	B	3.788	B
HORMONA	SIN	2.718	A	4.379	A	1.0845	A	1.0087	A	0.1	A
	CON	2.652	A	4.003	B	1.0046	B	1.1878	B	2.558	B
DIAMETRO	1	2.955	A	4.28	A	1.018	A	1.06	A	0.725	A
	2	2.679	B	4.361	A	1.043	AB	1.101	AB	1.225	A
	3	2.42	C	3.931	B	1.071	B	1.132	B	2.308	A

EPOCA 2:											
VARIABLES-->		YEMAS ACTIVAS		TOTAL YEMAS		BROTOS VIVOS		TOTAL BROTOS		LONG. BROTOS	
FACTOR	NIVELES	MEDIA	COMPAR.	MEDIA	COMPAR.	MEDIA	COMPAR.	MEDIA	COMPAR.	MEDIA	COMPAR.
PERIODO	1	2.105	A	3.78	A	1	A	1	A	0	A
	2	2.569	B	4.03	A	1	A	1	A	0	A
	3	3.566	C	4.826	B	1.02	A	1.07	B	0.347	A
HORMONA	SIN	2.761	A	4.26	A	1.011	A	1.015	A	0.153	A
	CON	2.732	A	4.164	A	1.002	A	1.032	A	0.078	A
DIAMETRO	1	2.91	A	4.285	A	1	A	1	A	0	A
	2	2.746	AB	4.278	A	1.011	A	1.04	A	0.228	A
	3	2.584	B	4.074	A	1.008	A	1.03	A	0.119	A

EPOCA 3:											
VARIABLES-->		YEMAS ACTIVAS		TOTAL YEMAS		BROTOS VIVOS		TOTAL BROTOS		LONG. BROTOS	
FACTOR	NIVELES	MEDIA	COMPAR.	MEDIA	COMPAR.	MEDIA	COMPAR.	MEDIA	COMPAR.	MEDIA	COMPAR.
PERIODO	1	2.671	A	4.494	A	1	A	1	A	0.675	A
	2	2.417	A	4.649	A	1	AB	1	A	0	A
	3	3.616	B	5.262	B	1.04	B	1.179	B	1.93	A
HORMONA	SIN	2.8	A	4.727	A	1.012	A	1.067	A	0.828	A
	CON	3	A	4.876	A	1.021	A	1.058	A	0.909	A
DIAMETRO	1	3.261	A	5.231	A	1.015	A	1.055	A	0.308	A
	2	2.878	B	4.805	B	1.012	A	1.054	A	0.833	A
	3	2.565	C	4.369	C	1.023	A	1.079	A	1.463	A

2.2 ANALISIS DE VARIANZA GLOBALIZADO (TRES EPOCAS)

En el cuadro 5 están presentados los datos en forma resumida de los Análisis de Varianza Globales que se efectuaron y en el cuadro 6 se presentan las Pruebas de Tukey correspondientes, los detalles más relevantes son:

2.2.1 Epocas

Existen diferencias significativas para épocas en todas las variables. Según las Pruebas de Tukey, se observaron los mayores valores en la tercera época para yemas activas y yemas totales, lo cual se debe a que en el mes en que fueron obtenidas las estacas, los árboles ya presentaban mayor actividad que podía ser observable, estimulada por las condiciones creadas por las lluvias.

Para las variables longitud de brotes, brotes totales y brotes vivos, los mayores valores se presentaron en la primera época, debido a las reservas con que contaban las estacas para la emergencia de brotes y su sostenimiento, al ser cortadas en una época de poca actividad visible.

2.2.2 Períodos

En todas las variables hubo diferencias significativas entre los períodos de lectura de los datos. Los mayores valores se observaron siempre en el tercer período, lo que se debe a que en el tercer período todo el material presenta indicios de mayor actividad y desarrollo, al haber transcurrido ya dos meses de establecida la prueba y es cuando la actividad es ya observable a través de las yemas y de los brotes, en su parte aérea y en los callos, en la parte inferior.

2.2.3 Hormona

Se observó diferencias significativas entre los tratamientos con aplicación de hormona, para las variables brotes totales, brotes vivos y longitud de brotes, los cuales fueron favorecidos por la aplicación de hormona, mostrando los valores más altos.

Las variables de yemas totales y yemas activas no mostraron diferencias significativas, estas variables dependen en parte del tipo de material, del diámetro y su disponibilidad natural de yemas, presentando una actividad similar cuando se aplicó o no hormona.

2.2.4 Diámetros

Únicamente en la variable longitud de brotes no se obtuvo diferencias significativas. El mayor número de yemas activas y yemas totales, se observó en estacas de diámetros menores de 8 mm, lo que se debe a las condiciones y características propias de este tipo de material y su mayor disponibilidad de yemas por área.

Los valores mayores de brotes totales, brotes vivos y longitud de brotes, fueron para los diámetros de 17 a 24 mm, debido a que estos corresponden a un tipo de material con mayor cantidad de reservas acumuladas y las cuales permiten que haya emergencia y desarrollo de brotes, que se mantienen vivos al contar con los suministros necesarios.

CUADRO 6

PROPAGACION VEGETATIVA DE *Quercus* spp
 TESIS DE AMANDA CHACON CARNET 8010090

PRUEBAS DE TUKEY PARA EFECTOS PRINCIPALES

FACTORES		YEMAS ACTIVAS		YEMAS TOTALES		BROTOS VIVOS		BROTOS TOTALES		LONGITUD BROTOS	
		MEDIA	COMP.	MEDIA	COMP.	MEDIA	COMP.	MEDIA	COMP.	MEDIA	COMP.
EPOCAS	1	2.685	A	4.19	A	1.044	A	1.098	A	1.329	A
	2	2.746	A	4.212	A	1.006	B	1.024	B	0.116	B
	3	2.901	B	4.801	B	1.017	B	1.062	C	0.868	AB
PERIODO	1	2.377	A	4.075	A	1.003	A	1.003	A	0.225	A
	2	2.559	B	4.338	B	1.002	A	1.002	A	0.067	A
	3	3.396	C	4.791	C	1.063	B	1.179	B	2.021	B
HORMONA	SIN	2.76	A	4.455	A	1.009	A	1.03	A	0.36	A
	CON	2.795	A	4.347	A	1.036	B	1.092	B	1.182	B
DIAMETRO	1	3.042	A	4.598	A	1.011	A	1.038	A	0.344	A
	2	2.767	B	4.481	A	1.022	AB	1.066	AB	0.762	A
	3	2.523	C	4.124	B	1.034	B	1.08	B	1.207	A

3. DISCUSION GENERAL

La diferente respuesta obtenida en relación a la época de corte de las estacas, se debe a que en abril los árboles permanecían en cierto estado de latencia o apenas iniciaban su actividad, en mayo algunos árboles ya presentaban mayor actividad y parte de sus reservas se habían utilizado en iniciar el crecimiento del año, otros reaccionaron inhibiendo toda actividad por el inicio del invierno y ya en junio los árboles estaban en plena actividad de crecimiento y con el establecimiento del invierno se favoreció su desarrollo, al estimular su fisiología.

En cuanto a la influencia del diámetro en las respuestas presentadas, existe un mayor número de yemas activas y totales en los diámetros menores de 8 mm, lo cual se debe básicamente al tipo de material utilizado, ya que siendo más joven tiene mayor número de yemas por unidad de área; sin embargo por esto mismo es el diámetro en el cual las reservas nutritivas son menores, no permitiendo el mantenimiento de brotes y callos en forma apreciable. Con el aumento de diámetro se incrementa la presencia y desarrollo de brotes y la formación del callo, ya que en los diámetros mayores de 9 mm hay mayor cantidad de reservas disponibles y es mayor el área expuesta en el corte basal lo que aumenta la capacidad para formar callo.

La influencia que ejerce la aplicación de la hormona es notoria en las variables relacionadas con los brotes y callos, los cuales se ven favorecidos por su uso, principalmente en las épocas de abril y mayo. En dichas épocas, por el mismo estado fisiológico de los árboles, las actividades no se han iniciado o el crecimiento empieza a producirse siendo entonces efectiva la aplicación de hormona para inducir la formación de brotes y callos. En la época correspondiente a junio, en la cual las estacas tienen ya un estímulo natural por la misma actividad de los árboles y el efecto de las lluvias en su fisiología, la hormona no tiene un efecto significativo. No es apreciable el efecto de la aplicación de hormona en el número de yemas activas y totales, pues estas variables están más relacionadas con el tipo de material que con el estímulo que se les aplique.

Los períodos de lectura fueron presentando mejores resultados, indicadores de mayor actividad, en el tercer período, correspondiente a los 60 días de establecida la prueba, ya que conforme transcurrió el tiempo se fue iniciando e incrementando la actividad en yemas, brotes y callos. Además las actividades fueron más fácilmente observables conforme transcurrió el tiempo de la prueba.

VII. CONCLUSIONES

A través del análisis e interpretación de los resultados obtenidos, pueden darse las siguientes conclusiones:

1. La presencia y actividad de yemas, la presencia y crecimiento de brotes y la formación de callo, son mayores en abril y junio y en las lecturas a los 40 y 60 días. La actividad en yemas, el número de yemas activas y totales es mayor en los diámetros menores de 8 mm y no se ven influenciadas por la aplicación de hormona; la presencia y desarrollo de brotes y la formación de callo presentan mejores resultados en los diámetros entre 9 y 24 mm y en abril y mayo sí se ven estimulados por la aplicación de hormona.
2. Las estacas cortadas en abril y junio reportan los valores más altos en las variables relacionadas con brotes y callos, en las estacas de mayor diámetro y se ven favorecidas por la aplicación de hormona en abril y mayo. Al aumentar el diámetro disminuye el número de yemas activas y totales, que es mayor en los diámetros menores. Las variables evaluadas fueron más observables conforme transcurrió el tiempo de la prueba.
3. Las mejores condiciones evaluadas son los cortes de estacas en abril y junio, con la aplicación de hormona en la primera y con diámetros comprendidos entre los 9 y 24 mm y con lecturas efectuadas a los 40 y 60 días.

VIII. RECOMENDACIONES

Debido a que la prueba efectuada fue pionera en cuanto a este punto de investigación en el país, fueron muchos los factores considerados importantes los que no se pudieron incluir en el presente trabajo, debido a limitantes de equipo y personal. Los factores incluidos en la presente investigación se consideraron los más importantes para poder dar las bases a futuras pruebas en este campo.

Las recomendaciones que se consideran relevantes se dan a continuación:

1. Continuar evaluando otros factores tales como épocas de corte de estacas, abarcando desde marzo hasta julio, la aplicación de diversas hormonas en varias concentraciones, trabajar diámetros desde 1 a 4 centímetros, especies, localidades, sustratos, edad de los árboles de los cuales se obtiene el material, uso de rebrotes por poda o tala y diferentes tipos de estacas, en cuanto a tipo de madera y posición en la rama y en el árbol.
2. Efectuar la primera lectura a los 30 días de establecida la prueba y observarla en un período total de 4 meses como mínimo, para poder observar mejor la evolución del material.

3. Limitar a un número máximo la cantidad de yemas por estaca, entre 20 y 30 yemas, así como considerar la posterior poda de brotes, para dejar un número límite previamente establecido, de acuerdo al período de desarrollo de la prueba.

4. Recolectar la información más reciente que permita conocer las técnicas más apropiadas que se han determinado para la propagación vegetativa de Quercus spp. y lo cual permita trabajar especies importantes en Guatemala.

5. Trabajar en el cultivo de meristemas en Quercus spp., principalmente para especies con dificultades de reproducción, lo cual permite trabajar con poco material vegetativo. Siendo una técnica valiosa para la reproducción de árboles tipo, principalmente en este género, que presenta gran variabilidad genética y morfológica.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. BRUMM, F.; BURCHARD, O. 1979. La multiplicación de las frondosas y de las coníferas. Trad. por Manuel Costa. España, Blume. 139 p.
2. CHAUHAN, P.P.; SEHGAL, R.N. 1980. Propagation of forest trees by stem cuttings. Indian Society of the Scientists (India) 11:155-159.
3. CLARK, J.R. 1981. Juvenility and plant propagation. The International Plant Propagators Society (EE.UU) 31:449-453.
4. CORNU, D.; GARBAYE, J.; LE TACON, F. 1975. Résultat d'un essai préliminaire sur le bouturage du chene et du hetre. Revue Forestiere Francaise (Francia) 27(2):139-140.
5. _____ et al. 1977. Recherche des meilleures conditions d'enracinement des boutures herbacées de chene rouvre (Quercus petraea (M.) Liebl.) et de hetre (Fagus silvatica L.). Annales des Sciences Forestieres (Francia) 34(1):1-16.
6. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
7. DANIEL, T.; HELMS, J.; BAKER, F. 1982. Principios de silvicultura. Trad. por Ramón Elizondo Mata. México, Mc Graw Hill. 492 p.
8. DEEN, J.L.W. 1974. Propagation of Quercus ilex by cuttings. Plant Propagator (EE.UU) 20(3):18-20.
9. FAO (Roma). 1959. Elección de especies arbóreas para la plantación. FAO. Cuadernos de fomento forestal no. 13. 375 p.
10. _____. 1964. Métodos de plantación forestal en zonas áridas. FAO. Cuadernos de fomento forestal no. 16. 265 p.
11. FARMER JUNIOR, R.E.I. 1965. Mist propagation of juvenile cherrybark oak cuttings. Journal of Forestry (EE.UU) 5(63):463-464.

12. FLEMER III, W. 1962. The vegetative propagation of oaks. Proc. Plant. Soc. (EE.UU) 12:168-171.
13. GARBAYE, J.; KAZANDJIAN, B.; LE TACON, F. 1977. Développement des boutures racinées de chene rouvre (Quercus petraea (M.) Liebl.); Premiers éléments d'une technique de production de plants. Annales des Sciences Forestieres (Francia) 34(3):245-260.
14. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. s.f. Tarjetas de registros climáticos, estación meteorológica de Guatemala, capital, años de 1970 a 1986.

Sin publicar.
15. HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. 1976. Propagación de plantas. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. 5 ed. México, C.E.C.S.A. 810 p.
16. KLEINSCHMIT, J.; WITTE, R.; SAUER, A. 1975. Möglichkeiten der züchterischen verbesserung von stiel-und traubeneichen (Quercus robur und Quercus petraea); 2 Versuche zur stecklings-vermehrung von eiche. Allgemeine Forst. und Jagdzeitung (Alemania Occidental) 146(10):179-186.
17. KRAHL-URBAN, J. 1958. Versuche zur bewurzelung von eichen-und buchenstecklingen. Silvae Genetica (Alemania Occidental) 7(2):58-65.
18. _____. 1970. Versuche zur bewurzelung von eichen-und buchenstecklingen. Silvae Genetica (Alemania Occidental) 19(4):129-131.
19. LARSON, P.R. 1960. Gibberellic acid-induced growth of dormant hardwood cuttings. Forest Science (EE.UU) 6(3):232-239.
20. MAHLESTEDE, J.P.; HABER, E.E. 1959. Plant propagation. 2 ed. New York, Willey. 413 p.
21. RAY, P.M. 1979. La planta viviente. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. 4 ed. México, C.E.C.S.A. 272 p.
22. RIEDACKER, A.; BELGRAND, M. 1983. Morphogénese des systemes racinaires des semis et boutures de chene pédoncule. Plant and Soil (Holanda) 71(13):131-146.

23. SKINNER, H.T. 1952. Vegetative propagation of oaks and suggested research techniques. Proc. Plant. Prop. Soc. (EE.UU) 2:81-85.
24. SMYERS, D.R.; STILL, S.M. 1978. Non-rootability of mature red oak and black walnut stem cuttings. The Plant Propagator (EE.UU) 24(4):8-9.
25. SPURR, S.H.; BARNER, B.V. 1982. Ecología forestal. Trad. por Carlos L. Raigorodosky. México, AGT Editores. 690 p.
26. STANLEY, P.C.; STEYERMARK, J.A. 1952. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum: Fieldiana Botany v. 24, pt. 3, p. 369-396.
27. TISCORNIA, J.R. 1972. Multiplicación de las plantas. Buenos Aires, Argentina, Albatros. 213 p.
28. WARD, S. 1974. The rooting of hardwood cuttings. Agriculture in Northern Ireland (Irlanda del Norte) 49(2):66-69.

Vo. Bo.

Patualle



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apdo Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto 2 de noviembre, 1988

"IMPRIMASE"




ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
DECANO