

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



METODO DE EVALUACION DE LA INFESTACION DE
PLAGAS FORESTALES (*Dendroctonus adjunctus* en *Pinus hartwegii*)
EN EL PARQUE NACIONAL NEVADO DE COLIMA

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A:

RUBEN DARIO GUEVARA GUTIERREZ

LAS AGUJAS, MPIO. DE ZAPOPAN, JAL. 1987



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

19 de Agosto 1986

~~ELENO FELIX ESCOBEDO, Director
ING. ROBERTO SANCHEZ MARTINEZ MENDEZ, Asesor
ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL, Asesor~~

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento que a la Comisión de Examen de Tesis se le ha designado para el desarrollo de la misma a los señores: **QUE ESCUELA."**

RUBEN DARIO GUEVARA GUTIERREZ

presentado por el PASANTE _____

han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
Facultad de Agricultura

Expediente:

Número:

Junio 19, 1987.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

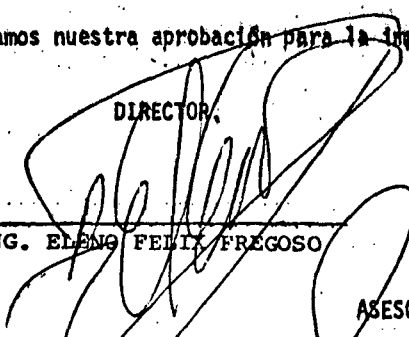
Habiendo sido revisada la Tesis del Pasante _____

RUBEN DARIO GUEVARA GUTIERREZ, titulada -

"METODO DE EVALUACION DE LA INFESTACION DE PLAGAS FORES
TALES (*Dendroctonus adjunctus* en *Pinus hartwegii*) EN EL
PARQUE NACIONAL NEVADO DE COLIMA."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.


DIRECTOR,



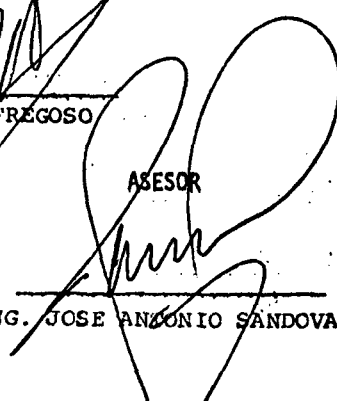
ING. ELENA FELIX FREGOSO

ASESOR

ASESOR



ING. HUMBERTO MARTINEZ HERREJON.



ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

DEDICATORIA

A MIS PADRES Y HERMANOS:

Por su esfuerzo e interés mostrado en mi desarrollo profesional y humano.

Por toda su paciencia ofrecida durante esta fase de mi vida.

Por darme su ejemplo bajo sus personas y vislumbrando el camino a seguir dándome la oportunidad de ofrecerles lo que en mí forjaron.

POR TODO LO ANTERIOR

¡GRACIAS!



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

A G R A D E C I M I E N T O S

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA Y FACULTAD DE AGRICULTURA:
Por haberme permitido el paso como estudiante en los
planteles de nuestra ALMA MATER.

A MI DIRECTOR Y ASESORES DE TESIS

ING. ELENO FELIX FREGOSO.

ING. HUMBERTO MARTINEZ HERREJON.

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.

Por todas las facilidades en la elaboración del
presente trabajo y por aquellos conocimientos -
en la época de estudiante, los cuales me serán
de gran utilidad en el desenvolvimiento de mi -
vida profesional.

AQUELLA PERSONA:

Con la cual sin sus conocimientos no
hubiera sido posible la realización
de esta tesis.

A MIS COMPAÑEROS DE GRUPO Y ORIENTACION:

Por toda su amistad, ayuda y comprensión en
los días difíciles de estudiante.



I N D I C E

PAGINA

I.-	I N T R O D U C C I O N -----	1
II.-	O B J E T I V O S -----	3
III.-	REVISION DE LITERATURA-----	4
IV.-	MATERIALES Y METODOS:	
4.1.-	Descripción de la zona-----	15
4.2.-	Materiales usados-----	15
4.3.-	Metodología-----	16
4.3.1.-	Determinación de las categorías-----	17
4.4.-	Determinación del número óptimo de puntos de muestreo-----	19
4.4.1.-	Toma de muestras en el campo-----	19
4.4.2.-	Determinación del Area Basal-----	20
4.4.3.-	Determinación de los parámetros de cuantificación del Índice de Valor de Importancia-----	20
4.4.4.-	Cálculo del Índice de Valor de Importancia-----	22
4.4.4.1.-	Transformación arco-seno de los in- dices de valor de importancia-----	22
4.4.5.-	Estabilización de la varianza-----	23
4.4.6.-	Determinación de la relación error/ esfuerzo de muestreo-----	24
4.4.7.-	Obtención del modelo F(n)-----	26
4.4.8.-	Modelo teórico para F(n)-----	26

4.4.8.1. Cálculo de las constantes a, b y c----26
 4.4.8.2. Obtención del método teórico para
 F (n)-----27
 4.4.9.- Aplicación del método-----29

V.- RESULTADOS Y DISCUSIONES.

5.1.- Nivel de infestación-----32
 5.2.- Area Basal-----33
 5.3.- Densidades-----35
 5.4.- Dominancias-----36
 5.5.- Frecuencias-----37
 5.6.- Indices de Valor de Importancia-----38
 5.7.- Transformación arco-seno de los I.V.I.40
 5.8.- Estabilización de la Varianza-----41
 5.9.- Prueba de U o Curtosis-----44
 5.10.- Cálculo de las constantes a, b y c----46
 5.11.- Aplicación del modelo teórico F(n)----53
 5.12.- Aplicación del método-----58
 5.13.- INDICES DE VALOR DE IMPORTANCIA-----60
 5.14.- Prueba de Hipótesis-----67

VI.- CONCLUSIONES -----68

VII.- RESUMEN -----70

BIBLIOGRAFIA -----73

INDICE DE GRAFICAS

	PAGINA
Gráfica 1.- Determinación de la relación error/ esfuerzo-----	14
Gráfica 2.- Modelo para la curva de Varianza-----	25
Gráfica 3.- Estabilización de la varianza-----	43
Gráfica 4.- Prueba de Curtosis-----	45
Gráfica 5.- F(n) Observada-----	48
Gráfica 6.- Determinación de la constante -a- -----	49
Gráfica 7.- Recta de las constes a, b y c-----	52
Gráfica 8.- Curva para F(n) teóricos-----	55
Gráfica 9.- Registro de los I.V.I. -----	62
Gráfica 10. Relación de frecuencia de árboles con categoría de plagado y resistente-----	64
Gráfica 11. Relación de frecuencia de árboles con categoría de Dañado y Muerto en Pie-----	65
Gráfica 12. Relación de frecuencia de árboles con categoría de Muerto Tirado y Tocon-----	66

I.- I N T R O D U C C I O N

I.- INTRODUCCION

Dentro de las plagas más destructivas de los árboles de coníferas así como de los árboles desiduos, encontramos más comunmente las del género *Dendroctonus*, de la familia *Scolytidae* (orden *coleoptera*). La cual representa la plaga forestal de mayor importancia en México por los daños que representan desde el punto de vista económico.

Dada la importancia que revista la acción perjudicial de las plagas forestales desde el punto de vista económico y ecológico, las dependencias que se encuentran directamente responsables de la atención de los problemas fitosanitarios de los bosques requieren de evaluaciones precisas del grado de infestación de estos mismos.

Aunque existen diversos métodos para evaluar este grado de infestaciones (evaluaciones a "ojo", conteos directos, muestreo secuencial y fotografías aéreas al infrarrojo), estos son considerados como poco confiables, o bien, sofisticados y muy costosos.

Por tal motivo, es necesario disponer de un método que sobre una base cuantitativa nos permita evaluar el grado de infestación de un bosque o rodal con el menor error y costo posible. Ya que comunmente se trabaja a esti

maciones a "ojo" las cuales, si bien llegan a resultar --
aceptables dependiendo de la experiencia del técnico, és -
tas carecen de un fundamento científico y cuantitativo.

Dicho lo anterior, será de gran importancia con -
tar con un método de muestreo que siendo económico y prác-
tico nos permita obtener resultados confiables.

II.- O B J E T I V O

II.- OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es el de elaborar un método de muestreo que evalúe la infestación de las plagas forestales - (Dendroctonus adjunctus), el cual nos proporcione resultados en forma más eficiente y confiable con respecto al daño que dicha plaga esté provocando en el bosque. Tratando a la vez que dicho método se realice con el menor gasto posible (en cuanto a costo y tiempo).

III.- REVISION DE LITERATURA

III.- REVISION DE LITERATURA

Las plagas forestales presentan al igual que la mayoría de los insectos una distribución espacial del tipo contagioso, razón por la cual al efectuarse muestreos sobre estos, es frecuente obtener resultados sesgados.

La gran mayoría de estas especies viven entre la corteza exterior y la madera sólida de los árboles forestales. Existen tres tipos de ataque principal de las plagas forestales sobre los árboles, que son:

1).- Los mayates de las ramitas y los conos, estos barrenan hacia el interior de los conos de los árboles y al corazón de las ramitas alimentándose de la madera.

2).- Los mayates de la Ambrosia o de la madera, -- los cuales barrenan hacia dentro de esta última y el corazón de la madera fuera de estación en las cabañas de troncos o construcciones rústicas.

3).- Las especies más destructivas y más conocidas son las llamadas descortezadoras, las cuales minan justamente debajo de la corteza de los árboles en pie, alimentándose del cambium y de los tejidos adyacentes, dejando grabados característicos tanto en la superficie interna de la corteza como en la madera.

El polvo de la perforación es de color rojizo --
siendo empujado fuera de los túneles en donde cuelga de la
corteza o se acumula alrededor de la base de los árboles,-
con frecuencia es exudada la sabia la cual se seca forman-
do brea negra y tubos de resina por la entrada de los túne-
les.

La alimentación de estas plagas destruye el cam -
bium, afloja la corteza y mata rápidamente el árbol general-
mente de arriba hacia abajo.

Dentro de las manifestaciones que presenta la plaga forestal Dendroctonus adjuntus a los árboles, encontramos las siguientes:

- Disminución de la reproducción del árbol.
- Disminución de la lozania y crecimiento normal.
- Daños en la madera en los procesos de transformación y beneficio.
- Daño en la madera industrializada.
- Transmisión de enfermedades.
- Muerte de los árboles.

El ciclo de estos insectos es de un promedio de 98 días, con un mínimo de 70 y un máximo de 180 días. Presentándose el ciclo corto en Primavera-Verano y el ciclo largo en Otoño-Invierno.

La distribución que presentan los árboles afectados por descortezadores del pino son del tipo contagioso, por lo que, si se muestrearan solo árboles plagados o insectos sería necesario señalar un procedimiento para la distribución espacial del tipo contagioso; por otro lado, en caso de muestrear el estrato arboreo en su conjunto, podemos asumir la condición aleatoria de la distribución por lo siguiente:

La tendencia más marcada entre los vegetales es hacia distribuciones contagiosas, sin embargo, las plantas anuales y los árboles (en caso de rodales multiespecíficos) se aproximan a la distribución aleatoria (Muller-Dombois 1974).

Dentro de los métodos de muestreo para vegetales (incluyendo el estrato arboreo) se reconocen básicamente dos grandes grupos, que son:

- 1).- Métodos de área definida.
- 2).- Métodos de medición de distancias.

Los llamados métodos de área definida, aún cuando se les considere útiles presentan el inconveniente de requerir un cierto tiempo en la definición del área en estudio (círculo, cuadrado, etc.) en condiciones de campo.

Los métodos de medición de distancias, son conocidos como "Métodos Winsconsin", que utilizan generalmente tres parámetros cuantitativos que son:

- Dominancia.
- Densidad.
- Frecuencia.

Siendo los estimadores de la Dominancia el área basal o la cobertura (Curtis 1959). Por lo referente a la densidad, sus valores absolutos se pueden determinar a partir de la medición de las distancias entre individuos o entre el punto de muestreo y el individuo.

Cottan y Curtis en 1956, publican un trabajo en el cual someten a prueba una comparación de cuatro métodos de medición de distancias, habiéndose obtenido los mejores resultados con el método de "Cuadrantes con Punto Central o Puntos en Cuadrante", cuya validación matemática fue -- efectuada por Morisita en 1954, y el cual ha sido cada vez más utilizado.

Esta técnica nos permite determinar diferencias cuantitativas entre las especies de un rodal, a partir de las densidades, dominancias y frecuencias absolutas y relativas por especie las cuales quedan implícitas en el Indi-

ESCUELA DE AGRICULTORES
BIBLIOTECA



ce de Valor de Importancia (I.V.I.), dicho índice es una suma de los parámetros relativos mencionados con anterioridad.

El I.V.I. es un parámetro que discrimina la importancia de una especie con respecto a otra; este parámetro puede ser transformado en Porcentaje de Importancia (P.I.) por una simple división entre tres (Risser y Risser, 1971).

Algunos autores mencionan que los Métodos de Medición de Distancias solo son aplicables a distribuciones -- aleatorias, de acuerdo al trabajo de Mawson (1957), al -- aplicar el Método de Cuadrantes con Punto Central dio como resultado una subestimación del 27.6% para el número to -- tal de individuos presentes.

Por otro lado, es común que el dato de los muestreos se enfoquen hacia la obtención de los estimadores -- más exactos y más precisos posibles, dejando sin considerarse en muchos casos el aspecto de costos y el tiempo de -- muestreo. Lo anterior es entendible en el caso de trabajos que son realizados sobre universos de muestreo pequeños, -- la situación opuesta se presenta en el caso de trabajos rutinarios sobre grandes universos, como son los casos de -- pastizales y de poblaciones de importancia económica como lo son las plagas forestales.

El Método de Cuadrantes con Punto Central utiliza las distancias del punto al árbol, en el cálculo de la llamada distancia media (D), área media (D²), densidad absoluta y dominancia absoluta en las formas siguientes:

$$D = \frac{d}{N}$$

r... radio.

d... distancia del punto al árbol.

$$D^2 = \text{Area Media.}$$

$$\text{Densidad Absoluta} = \text{área}/D^2$$

N... número de árboles o cuadrantes medidos.

Dominancia

Absoluta = Area Basal
media de - X
la especie
(i).

Densidad absoluta
de la especie (i)

En donde el Índice de Valor de Importancia (I.V.I.)

I.V.I. = Dominancia + Frecuencia + Densidad
relativa · relativa relativa

El presente trabajo consiste en una modificación del método de Cuadrantes con Punto Central diseñado por -- Curtis en 1940. En el cual se eliminan las distancias del punto al árbol.

Es posible prescindir del dato de la distancia de acuerdo a lo siguiente:

$$\text{Area Basal} = \pi r^2 \quad (\text{Cottan y Curtis 1956}).$$

$$\text{Dominancia Relativa (i)} = \frac{\text{Areas basales de la especie (i)} \times 100}{\text{Area basal de todas las especies}}$$

$$\text{Densidad relativa (i)} = \frac{\text{Número de individuos de la especie (i)} \times 100}{\text{Número total de individuos.}}$$

Finalmente tenemos:

$$\text{Frecuencia absoluta (i)} = \frac{\text{Número de puntos con (i)} \times 100}{\text{total de puntos}} \quad (\text{a})$$

$$\text{Frecuencia relativa (i)} = \frac{\text{Frecuencia absoluta de la especie (i)} \times 100}{\text{Frecuencia total de las especies}} \quad (\text{b})$$

En donde (a) y (b) se pueden reducir a:

$$\text{Frecuencia Relativa (i)} = \frac{\text{Número de puntos con (i)} \times 100}{\text{Suma de todos los (i)}}$$

Algunos autores como Van Dyne et al (1963), Cameron (1951) y Cochran (1963), presentan métodos de muestreo en los que es posible sacrificar exactitud hasta un cierto nivel pero por otro lado se gana en términos de tiempos y costos.

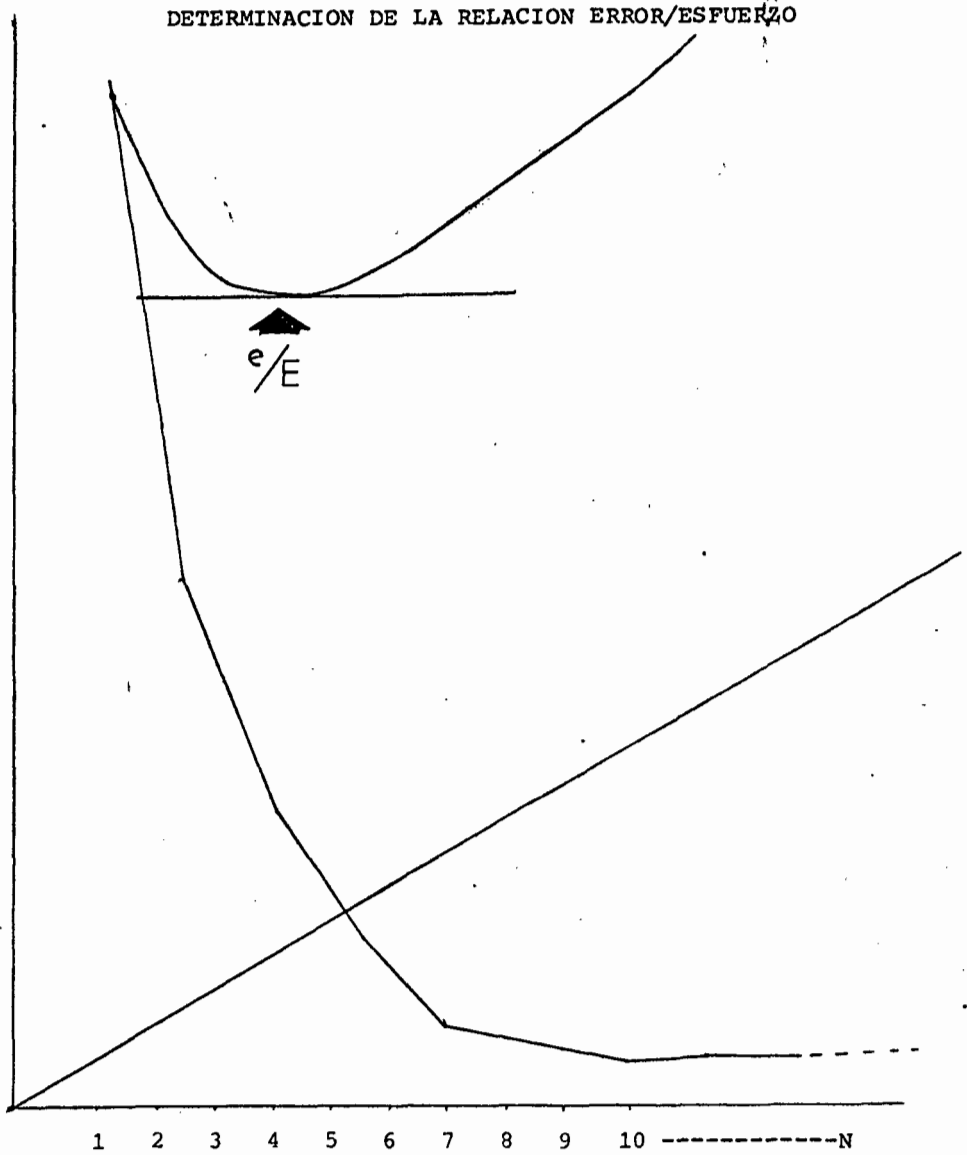
Los resultados obtenidos en la evaluación del -- tiempo o costos de muestreo, definen en muchos casos si un estudio podrá o no ser llevado a cabo.

Tomando en consideración que en el área de mues - treo se tomará un mínimo de puntos por hectárea, tendremos que tomar en cuenta el error a que estamos expuestos; ya -- que este método esta basado en función del error obtenido - del análisis estadístico y al esfuerzo que se realiza al to mar dichas muestras.

Si se muestrea una pequeña parte del rodal (elegida al azar) y tomando diferentes números de muestras, el -- error obtenido y el esfuerzo realizado para cada número de muestras será diferente; tomar un número muy grande de mues tras en un área determinada tendrá un error muy pequeño pero un esfuerzo muy grande y por el contrario, tomar un núme ro pequeño de muestras produce un error muy grande pero el esfuerzo es mínimo. (Gráfica I).

Por lo cual, tendremos que encontrar el mínimo --
error admisible y con el menor esfuerzo al realizar dicho
muestreo; expresandolo de otra manera se encontrará en re-
lación error-esfuerzo optima.

GRAFICA I
DETERMINACION DE LA RELACION ERROR/ESFUERZO



IV.- MATERIALES Y METODOS

IV.- MATERIALES Y METODOS

4.1.- DESCRIPCION DE LA ZONA:

El trabajo de campo se llevó a cabo en el Par - que Nacional Nevado de Colima, en el paraje denominado Hues calapa a los alrededores del refugio la Joya Estado de Ja - lisco.

El tipo de vegetación de la zona corresponde a - un bosque de pino, el cual en su estrato predomina el *Pinus hartwegii* a una altura de 3221 m.s.n.m., latitud 19°30' Nte. Longitud 103°36' W.

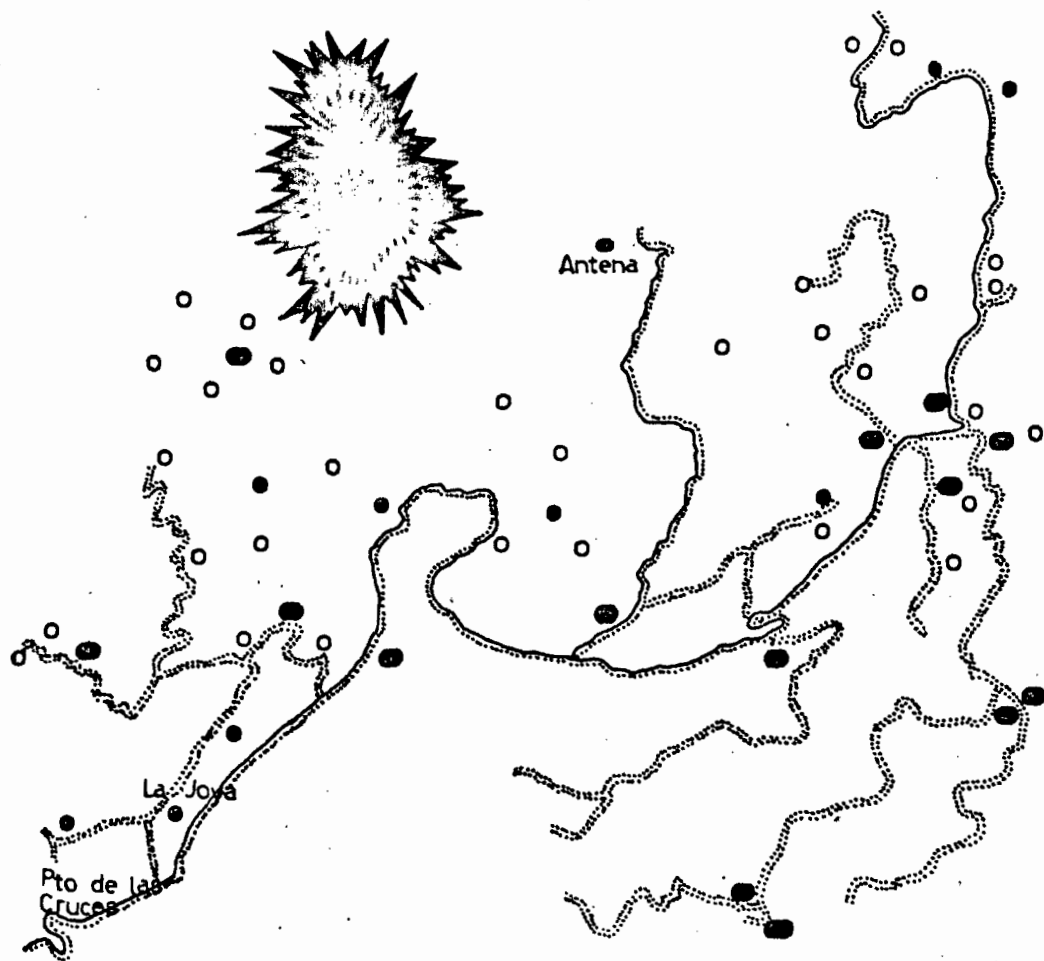
En el área de estudio se colectaron insectos des - cortezadores que fueron identificados como pertenecientes a la especie *Dendroctonus adjuntus*.

Siendo ésta una área de recreación, aparte del - daño observado por descortezadores lo encontramos también - afectados por los diferentes turistas que visitan dicho par - que.

4.2.- MATERIALES UTILIZADOS:

El material usado es el siguiente:

- Brújula.



UNIVERSIDAD D GUADALAJARA

Dirección Técnica Forestal Occ.

Parque Nac. Nevado de Colima

Localización de
las áreas
plagadas

Z. Plagada ●
Z.a Intervenir ●
Brecha gral. ---
Brecha sec. ---

- Forcípula.
- Altimetro.
- Calculadora de bolsillo.
- Hacha o machete.
- Cinta métrica.



4.3.- METODOLOGIA:

El presente trabajo propone una metodología de muestreo la cual requiere de un mínimo de equipo, poco tiempo en el sitio de muestreo, así como calculos sencillos. Con esto se llega a obtener un ahorro económico en cuanto a personal y al tiempo de muestreo.

El procedimiento para muestrear la zona, fué de la forma siguiente:

Una vez en el campo, se elige un área de la cual se muestreará un determinado número de puntos; tomando datos de los puntos muestreados tales como categoría, especie y diámetro a la altura del pecho (D.A.P.). Una vez realizado el trabajo de campo, ya en el trabajo de oficina se realizó una selección al azar de puntos de muestreo, para lo cual se efectuó un sorteo por serie de puntos ejemplificandolo de la forma siguiente: 5 puntos, 10 puntos, 15 puntos, 20 puntos hasta n puntos, en donde cada punto

estará representando un árbol en el campo, lo cual es como si esa serie de puntos se eligiera en el campo.

El ahorro que se obtiene con esto es considerable ya que si el mismo número de sorteos se hubieran realizado directamente en el campo posiblemente tardaríamos -- igual cantidad de días que los sorteos. En donde el objeto de todo esto, es el determinar el número de árboles por -- muestrear por hectárea que con un esfuerzo mínimo se obtenga también un error mínimo.

goria.

Siendo el tiempo, así como el ahorro económico de gran importancia en este estudio.

A dicho método de muestreo se le efectuó una serie de modificaciones como son la eliminación de las mediciones de distancias, así como las diferentes especies del estrato arboreo.

A cambio de estas modificaciones, se usan categorías de árboles cuyas características para su identificación se describen inmediatamente.

4.3.1.- DETERMINACION DE LAS CATEGORIAS.

SANO.- Arboles dominantes en general, sin defor

maciones o tumoraciones muy evidentes, la corteza se encuentra en buen estado, follaje verde y no presenta grumos de resina sobre la corteza.

PLAGADO.- Son árboles que presentan grumos de resina de color blanco cremoso o rojizo en un número mayor de cinco (si el número es menor a cinco, la clasificación dependerá del estado general del árbol). Follaje verde-amarillento o rojizo, madera con mancha azul-violáceo.

RESISTENTE.- Arboles con presencia de grumos de resina de color amarillento pero cristalizados, follaje verde, madera sin manchas azules.

DAÑADO O SUSCEPTIBLE.- Arboles con follaje verde pero con la corteza dañada por incendio, cinchado, ocoteo, rayos, tumores, deformaciones graves, etc., frecuentemente son árboles dominados o bien con hasta cuatro grumos de resina no cristalizados.

MUERTO EN PIE.- Arboles secos, sin folla o follaje rojizo.

MUERTO TIRADO.- Son árboles derribados por tala, vientos o desplomados, no se incluyen los restos ya en pudrición.

TOCON.- Base de árboles derribados pero sin la presencia física del tronco, no se incluirán aquellos que se encuentran en estado de pudrición.

4.4.- DETERMINACION DEL NUMERO OPTIMO DE PUNTOS DE MUESTREO:

Una vez definidas las categorías de identificación con los cuales se trabajó en el campo, se procedió a delimitar el área de estudio de la manera siguiente:

4.4.1.- TOMA DE MUESTRAS EN EL CAMPO:

Una vez elegida el área a muestrear, se procedió a delimitarla para lo cual nos auxiliamos de la brújula y la cinta métrica; eligiendose de tal manera un área de dos hectáreas.

Se realizó el muestreo de un determinado número de puntos al azar, en este caso 150 puntos (árboles), tomando datos como la especie, categoría, diámetro a la altura del pecho. Para que estos puntos no fueran muestreados dos veces se etiquetan o se marcan con una señal.

Se registra el tiempo utilizado para el total de puntos muestreados, obteniéndose un promedio del tiempo

para cada punto. Este tiempo será requerido para cálculos posteriores del método como se muestra en fórmulas siguientes:

4.4.2.- DETERMINACION DEL AREA BASAL (A.B.).

Ya registrados los datos de campo, estos se organizan por categoría y diámetro, procediéndose a el cálculo del A.B. de acuerdo a su diámetro para cada categoría.

Fórmula para el cálculo del Area Basal:

$$A.B. = \pi r^2$$

A.B. área basal.
r..... radio.

4.4.3.- DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DENSIDAD, DOMINANCIA Y FRECUENCIA RELATIVAS RESPECTIVAMENTE.

Como se mencionó anteriormente los métodos de medición de distancias utilizan generalmente tres parámetros cuantitativos, los cuales se obtienen de la forma siguiente:

DOMINANCIA.- En donde él area basal o la cobertura son el estimador para su cálculo. Esto es:

$$\text{Dominancia Relativa} = \frac{\text{A.B. (Yi)}}{\text{A.B. (Yij)}} \times 100$$

A.B. (Yi).. A.B. de cualquier categoría con determinado diámetro.
A.B. (Yij).. Sumatoria total de las A.B.

DENSIDAD.- Este parámetro se encuentra estimado de acuerdo al número de árboles con un determinado diámetro de una categoría con respecto al número total de árboles.

$$\text{Densidad Relativa} = \frac{\text{Ni - esimo}}{N} \times 100$$

Ni-esimo... punto de una categoría.
N..... Número total de puntos.

Esta nos indica el volumen de nuestra población del área muestreada.

FRECUENCIA.- Al igual que la densidad, se encuentra estimada de acuerdo al número de puntos con un determinado diámetro que presenta cualquier categoría con respecto a su total de puntos.

$$\text{Frecuencia Relativa} = \frac{\text{Ni-esimo}}{N(ij)} \times 100$$

Ni-esimo... Punto de una categoría con un determinado diámetro.
Nij... Sumatoria de puntos de esa categoría.

Esta nos indica el número de puntos pertenecientes a una determinada categoría con respecto al área muestreada.

4.4.4.- CALCULO DEL INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I).

Con el cálculo de los tres parámetros mencionados en el punto anterior se procedió al cálculo de los I.V.I. para cada diámetro de cada categoría.

El empleo de dichos parámetros para su cálculo es de la forma siguiente:

$$I.V.I. = (Dr) + (Dor) + (fr)$$

Dr...	Densidad relativa.
Dor..	Dominancia relativa.
Fr...	Frecuencia relativa.

De los I.V.I. calculados se efectuaron sorteos por series de números aleatorios para: 2, 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120 y 150 puntos.

4.4.4.1.- TRANSFORMACION ARCO-SENO DE LOS VALORES DEL I.V.I.

La transformación arco-seno tiene como objeto -

no estar manejando cifras tan grandes como lo son los da -
tos de los I.V.I. con lo cual se reduce el error al máximo
posible.

4.4.5.- ESTABILIZACION DE LA VARIANZA (S^2)

Se calcularon las varianzas para cada serie de
datos tomados al azar mediante el sorteo realizado (2, 5,-
10, 20, 40, 60, 80, 100, 120 y 150). Mediante la obtención
de la varianza se podrá observar que al disminuir el núme-
ro de puntos el error tiende a disminuir, de tal manera, -
obtendremos un determinado punto de muestreo en donde a --
partir de su varianza (error) las subsecuentes varianzas -
no tendrán gran diferencia con respecto a éste siendo así
descriminados. Dicho en otras palabras obtendremos la míni
ma varianza y a su vez su estabilización. (Gráfica 2).

A las varianzas obtenidas se les aplicó el mode
lo de regresión lineal simple, tratando que el error esta-
dístico se redujera lo más posible.

Para la obtención de la varianza utilizamos la
siguiente fórmula::

$$S^2 = a + b e^{-c(n-2)}$$

S^2 ... Varianza.
a.... Constante.

La cual se deduce de la gráfica 2 b.... Constante.

c.... Constante.

n.... Puntos de muestreo.

4.4.6.- DETERMINACION DE LA RELACION ERROR/ESFUERZO DE MUESTREO.

La presente relación se obtiene de la forma siguiente:

Dado el error como $\bar{e} = f(n)$

Sabiendo que

$$\bar{e} = t \sqrt{s^2/n}$$

Definiendo el esfuerzo de muestreo como

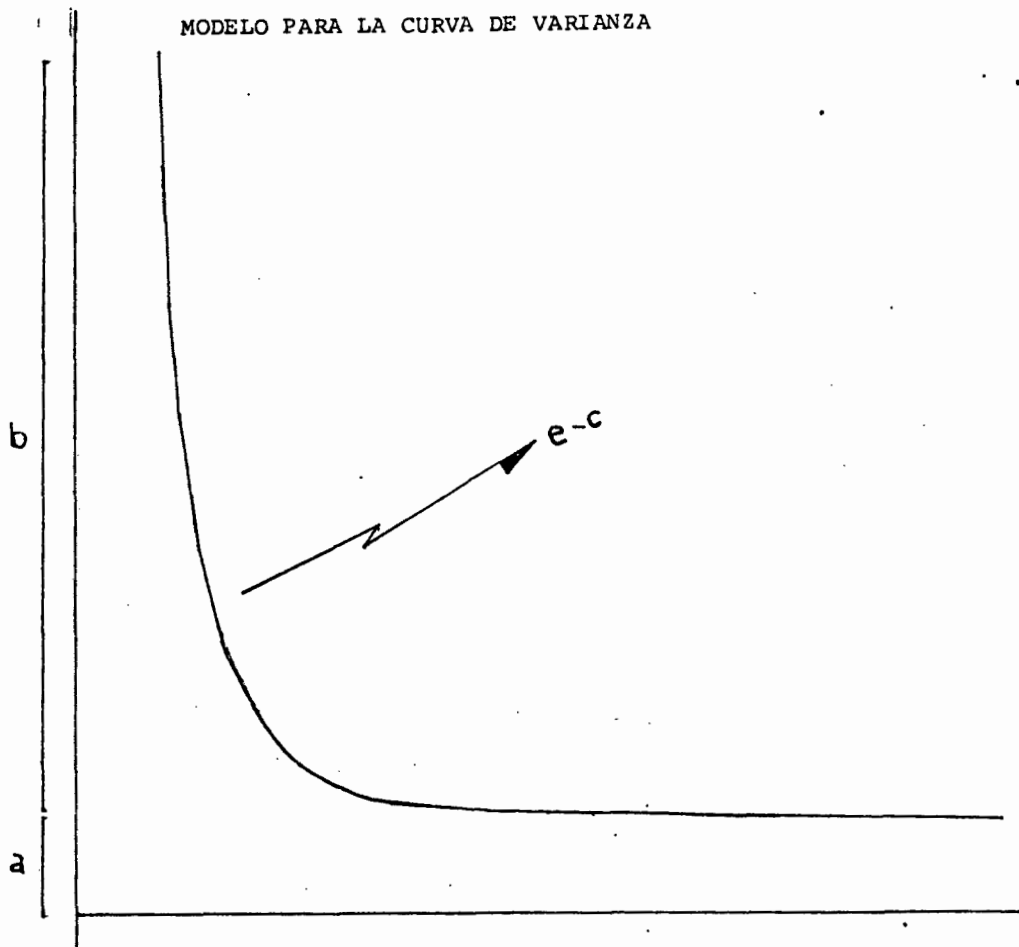
$$E = n \cdot T$$

Multiplicando el Error por el esfuerzo tenemos:

$$e. E = t \sqrt{s^2/n} \cdot n \cdot T$$

GRAFICA 2

MODELO PARA LA CURVA DE VARIANZA



DEDUCCION DE LA FORMULA DE LA VARIANZA MODELO

$$s^2 = a + b e^{-c(n-2)}$$

4.4.7.- OBTENCION DEL MODELO PARA F(n).

Una vez determinada la relación error/efuerzo - podremos definir una función de inferencia.

F(n) tal que

$$F(n) = t_i \text{ Si } T \sqrt{ni}$$

Esta función nos permite definir el punto F(n) - mínimo, el cual corresponde al punto óptimo de muestreo.

4.4.8.- MODELO TEORICO PARA F(n).

4.4.8.1.- OBTENCION DE LAS CONSTANTES a, b y c.

El cálculo de los valores de las constantes fué mediante el método iterativo de asignación de valores arbitrarios, métodos numéricos.

Para la obtención de la constante a, fué necesario realizar el cálculo de esta misma mediante tanteos (para diferentes valores), con el fin de encontrar a la -a- -- que mejor se ajustara a la recta. Dichos datos fueron sometidos a la regresión lineal simple, obteniéndose así a las otras dos constantes siendo éstas la pendiente -c- y la ordenada al origen -b-.

Se calcularon los coeficientes de determinación y de ajuste de los diferentes valores de $-a-$.

4.4.8.2.- OBTENCION DEL MODELO TEORICO PARA F(n).

Los valores obtenidos son sometidos a una serie de modelos de curvas teóricas, resultando el mejor ajuste para la ecuación exponencial negativa la cual obtenemos de la siguiente manera:

En donde n ... Número de puntos de muestreo.

t ... Estadístico de estudent.

T .. Tiempo.

S^2 ... Varianza.

E ... Esfuerzo de muestreo.

e ... Error.

a ... Constante.

b ... Constante.

c ... Constante.

Teniendo a $S^2 = a + b e^{-c(n-2)}$

Dado que $e = t \sqrt{S^2/n}$

Sustituyendo tenemos $e = t \sqrt{\frac{a+b e^{-c(n-2)}}{n}}$

Sabiendo que $F(n) = e \cdot E$

En donde $E = n \cdot T$

Sustituyendo $F(n) = t \sqrt{\frac{a+b e^{-c(n-2)}}{n}} n \cdot T$

Elevando al cuadrado

$$F^2(n) = t^2 T^2 \frac{a + b e^{-c(n-2)}}{n} n^2$$

Sacando la raíz cuadrada obtenemos finalmente:

$$F(n) = T t \sqrt{n [a + b e^{-c(n-2)}]}$$

Con dicha fórmula obtendremos el número óptimo de árboles a muestrear por hectárea.

De tal manera que reuniendo los resultados hechos hasta ahora tendremos que:

- Mínima varianza.
- Estabilización de la varianza.
- $F(n)$ observada.
- $F(n)$ Teórica.

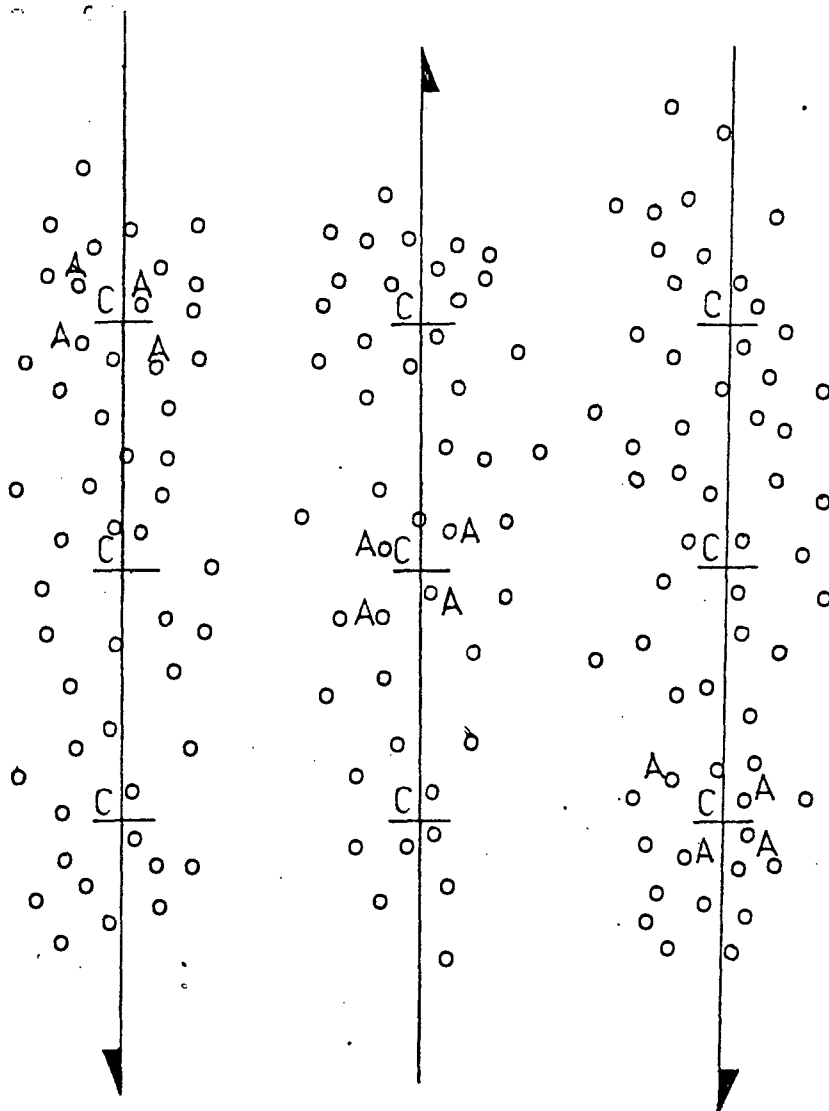
4.4.9.- APLICACION DEL METODO.

Para la aplicación de método de estudio en el campo, se reconocerá el área que presenta el foco de infestación, en el cual se muestrea el número de puntos óptimo por hectárea previamente calculados.

Para llevar a cabo este muestreo, se procedio a delimitar el área mediante una serie de trazos de líneas --perpendiculares y paralelas con la ayuda de la cinta métrica y estacas. Las tomas de puntos de muestreo fué de acuerdo a la técnica del método de cuadrantes con punto central como lo muestra la figura I; en donde los puntos estaban se parados entre sí 30 mts. en forma regular, asignándoles un número o letra a dichos puntos,

El área total de la zona muestrada es de 10 ha. las cuales se consideraron adecuadas para llevar a efecto el muestreo; siendo el presente método el adéuado para el muestreo de áreas grandes por el ahorro que nos esta representando, lo cual se puede entender sabiendo que en áreas pequeñas los ahorros de costo y tiempo no son de gran im--portancia.

FIGURA No. 1



Cuadrante a partir del cual muestreamos C

Punto muestreado. oA

Los cálculos estadísticos requeridos, una vez -
aplicado el método en el campo son los siguientes:

- a).- Cálculo de las áreas basales por categoría.
- b).- Cálculo de las dominancias relativas.
- c).- Cálculo de las densidades relativas.
- d).- Cálculo de las frecuencias relativas.
- e).- Cálculo de los I.V.I.
- e.1).- Transformación arco-seno de los I.V.I.

Posteriormente de haber obtenido los resultados anteriores, procedimos a efectuar la relación existente en tre las diferentes categorías encontradas mediante la ayuda de los I.V.I. (porcentajes).

Para tratar de observar el resultado práctico - en cuanto al error de los datos obtenidos se calcularon -- las desviaciones de los I.V.I.

V.- RESULTADOS Y DISCUSIONES .

V.- RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1.- NIVEL DE INFESTACION.

La presentación del cuadro 1, nos proporciona el primer enfoque respecto al estado en que se encuentra nuestro rodal el cual se clasificó por categorías que ya fueron previamente definidas.

CUADRO 1.- RELACION DEL NIVEL DE INFESTACION DEL PINUS HARTWEGII.

CATEGORIA	No. PUNTOS	%
1.- Sano	65	43.3
2.- Plagado	60	40.0
3.- Resistente	11	7.3
4.- Dañado	4	2.7
5.- Muerto en pie	4	2.7
6.- Muerto tirado	6	4.0

En este caso los muertos tirados no fueron tomados en cuenta por considerarse que no representan una vía de infección para otras unidades.

5.2.- AREA BASAL:

El cálculo del área basal nos proporciona la superficie ocupada por una categoría determinada. El cuadro 2 presenta dicha relación en la cual podemos observar la diferencia existente entre las categorías de sano contra plagado, y sano contra las de plagado, resistente y dañado observándose diferencias significativas y poco significativas respectivamente.

CUADRO 2.- AREAS BASALES Y FRECUENCIAS DE ARBOLES CLASIFICADOS EN CATEGORIAS
DE ACUERDO A SU CLASIFICACION.

C A T E G O R I A

S A N O			PLAGADO			RESISTENTE			DAÑADO			M. EN PIE			M. TIRADO		
No.	Diam.	A. B.	Diam.	No.	A.B.	No.	Diam.	A.B.	No.	Diam.	A.B.	No.	Diam.	A.B.	No.	Diam.	A.B.
1	10	78.539	15	6	1060.29	1	15	176.715	1	10	78.54	3	10	235.62	2	15	353.43
2	15	353.43	20	10	3141.59	2	20	628.32	1	20	314.159	1	20	314.16	1	25	490.874
6	20	1884.954	25	11	5399.625	1	25	490.874	1	25	490.874			549.779	1	30	706.86
8	25	3926.99	30	11	7775.46	3	30	2120.58	1		451590.431				2	40	2542.86
15	30	10603.02	35	2	1924.23	1	35	922.115			2474.013						4093.96
10	35	10583.24	40	9	11309.76	3	40	3769.91									
11	40	12536.37	45	8	12723.48			8148.514									
2	45	3180.832	50	3	5890.50												
4	50	7853.98			49924.935												
2	55	4751.658															
4	60	11309.73															
		67092.774															

EN DONDE EL AREA BASAL TOTAL

$$A.B. = 131917.87 M^2$$

5.3.- DENSIDADES.

Los cálculos de las densidades son presentados - en el cuadro 3. Este nos proporciona la categoría que estará cubriendo mayor área, con esto podemos observar que los árboles con un diámetro de 30 cm. en la categoría de sanos presenta una mayor densidad, lo cual quiere decir que estos son los de mayor área cubierta.

CUADRO 3.- DENSIDADES DE LOS PUNTOS MUESTREADOS PRESENTADOS POR CATEGORIA DE ACUERDO A SU DIAM.

CATEGORIA	DIAMETRO (cm)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
SANO	0.66	1.33	4.0	5.33	10.0	7.33	6.66	1.33	2.66	1.33	2.66
PLAGADO		4.0	6.66	7.33	7.33	1.33	6.0	5.33	2.0		
RESIST.		0.66	1.33	0.66	2.0	0.66	2.0				
DANADO	0.66		0.66	0.66				0.66			
MTO. EN PIE	2.0		0.66								
MTO. TIRADO		1.33		0.66	0.66			1.33			

5.4.- DOMINANCIAS.

La dominancia nos esta indicando la especie que esta predominando dentro de un bosque, tendremos mediante el cuadro 4 a la categoría que este predominando en nuestro rodal, esto es de acuerdo al área basal que presente.

De tal manera los árboles con diámetro de 45 -- cm. y con categoría de plagado son los que presentan una mayor dominancia con respecto a las demás categorías.

CUADRO 4.- DOMINANCIAS DE LOS ARBOLES DE ACUERDO A SU CATEGORIA.

CATEGORIA	DIAMETRO (cm).										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
SANO	0.059	.268	1.43	2.98	8.03	8.02	9.05	2.41	5.95	3.60	8.57
PLAGADO		.804	2.38	4.09	5.89	1.46	8.57	9.64	4.46		
RESIST.		.134	.476	.370	1.61	7.29	2.86				
DAÑADO	.059		.238	.372				1.21			
MTO. EN PIE	.176		.238								
MTO. TI RADO		.268		.372	.536			2.41			

5.5.- FRECUENCIA.

Los resultados de las frecuencias presentados en el cuadro 5 nos proporcionan la cantidad de árboles con un determinado diámetro y categoría que más se repiten, esto es el mayor número de veces que lo encontramos en nuestro muestreo. De tal forma tenemos que los árboles que más veces se repiten son los de diámetro de 30 cm. con una categoría de sano.

CUADRO 5.- FRECUENCIA DE ACUERDO AL DIAMETRO
Y CATEGORIA.

CATEGORIA	DIAMETRO (cm).										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
SANO	1.54	3.08	9.23	12.3	28.1	16.9	15.4	30.8	6.15	3.08	6.15
PLAGADO		10.0	16.3	18.3	18.3	3.33	15.0	13.3	5.0		
RESIST.		9.09	18.2	9.09	27.3	9.09	27.3				
DAÑADO	25.0		25.0	25.0				25.0			
MTO. EN											
PIE			25.0								
MTO. TI											
RADO		23.3		16.6	16.6			23.3			

5.6.- INDICES DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I.)

Los valores del parámetro del I.V.I. que se presenta en la tabla 6 nos indicara el grado de importancia que tiene una categoría con respecto a otra discriminándola de esta manera. En dicha tabla podemos observar los valores de la categoría sanos los cuales nos darán una mayor representación en cuanto a la composición de la zona.

CUADRO 6.- RESULTADOS DEL I.V.I. A PARTIR DE
LOS PARAMETROS DE ESTIMACION

CATEGORIA	DIAMETRO (Cm)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
SANO	2.22	4.67	14.6	42.3	41.0	32.3	15.6	6.70	14.9	7.90	17.3
PLAGADO		14.8	26.0	29.4	31.1	6.00	19.5	27.9	11.4		
RESIST.		9.79	19.7	10.0	30.6	10.4	31.8				
DAÑADO	25.7		25.6	26.0				26.9			
MTO. EN PIE			25.9								
MTO. TI RADO		34.6		17.0	17.1			36.7			

Los datos obtenidos una vez efectuado el sorteo de los puntos de muestreo por series, serán presentados en el cuadro 7. Dichos datos nos estarán representando mayor información de la zona muestreada al aumentar el número de puntos, esto es un menor error pero un máximo esfuerzo.

CUADRO 7.- SERIES DE SORTEOS DE DATOS
ALEATORIOS

No. Muestras	I.V.I.
2	33.29
5	84.30
10	172.80
20	274.20
40	586.80
60	957.00
80	1253.60
100	1567.00
120	1954.80
150	2375.82

5.7.- TRANSFORMACION ARCO-SENO DE LOS VALORES
DEL I.V.I.

Los datos anotados en el cuadro 8 muestran la -
disminución de los valores que presentan los datos del I.V.
I. (ver cuadro 6). Esto es, esta transformación disminuye
en mayor grado el error estadístico.

CUADRO 8.- TRANSFORMACION ARCO-SENO DE LOS
I.V.I.

CATEGORIA	DIAMETRO (cm).										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
SANO	1.27	2.55	8.41	25.0	24.2	18.8	8.97	3.84	8.56	4.53	9.66
PLAGADO		8.51	15.1	17.1	18.1	3.44	16.0	16.2	6.55		
RESIST.		5.62	11.4	5.73	17.8	7.90	17.5				
DANADO	14.5		14.9	15.1				15.6			
MTO. EN PIE	50.4		14.5								
MTO. TI RADO		19.9		9.80	9.87			21.5			

5.8.- ESTABILIZACION DE LA VARIANZA (S^2).

El cuadro 9 presenta los valores de las varianzas (normalizadas), las cuales proporcionan al número de puntos de muestreo al partir del cual la varianza llega a estabilizarse; esto es, que a partir de "X" punto los subsiguientes no tendrán diferencia aparente, al mismo tiempo se obtiene la mínima varianza, y el error máximo que podemos aceptar.

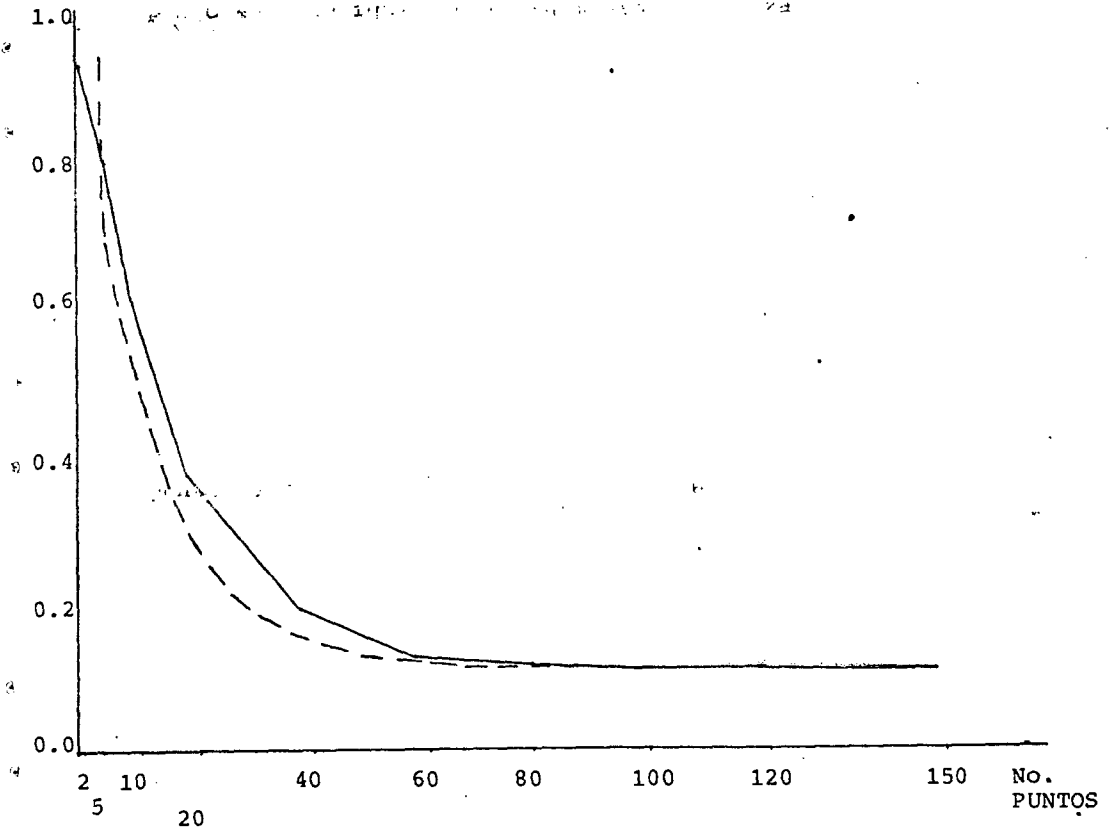
Quedando la estabilización de la varianza en el punto 40.

CUADRO 9.- ESTABILIZACION DE LA VARIANZA

No. Puntos	S^2
150	0.112
120	0.112
100	0.114
80	0.119
60	0.138
40	0.198
20	0.398
10	0.631
5	0.812
2	0.948

Para poder tener una mayor comprensión de estos resultados, se presentan en la Gráfica No. 3.

GRAFICA No. 3
 VARIANZA NORMALIZADA S^2



ESTABILIZACION DE LA S^2

La estabilización de la varianza es encontrada a partir del punto 40 y de igual forma la mínima varianza.

5.9.- PRUEBA DE U δ CURTOSIS.

La Prueba de Curtosis δ Prueba de U, aplicada a los valores teóricos, como una comprobación más que tiene la estabilización de la varianza; en cuyos valores teóricos ya escarán incluidos todos aquellos factores antes mencionados (grado del error, estimación del esfuerzo, número de muestra o puntos, y categoría). Obteniéndose los siguientes resultados.

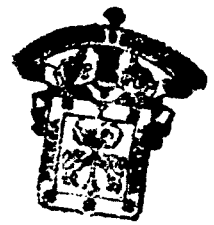
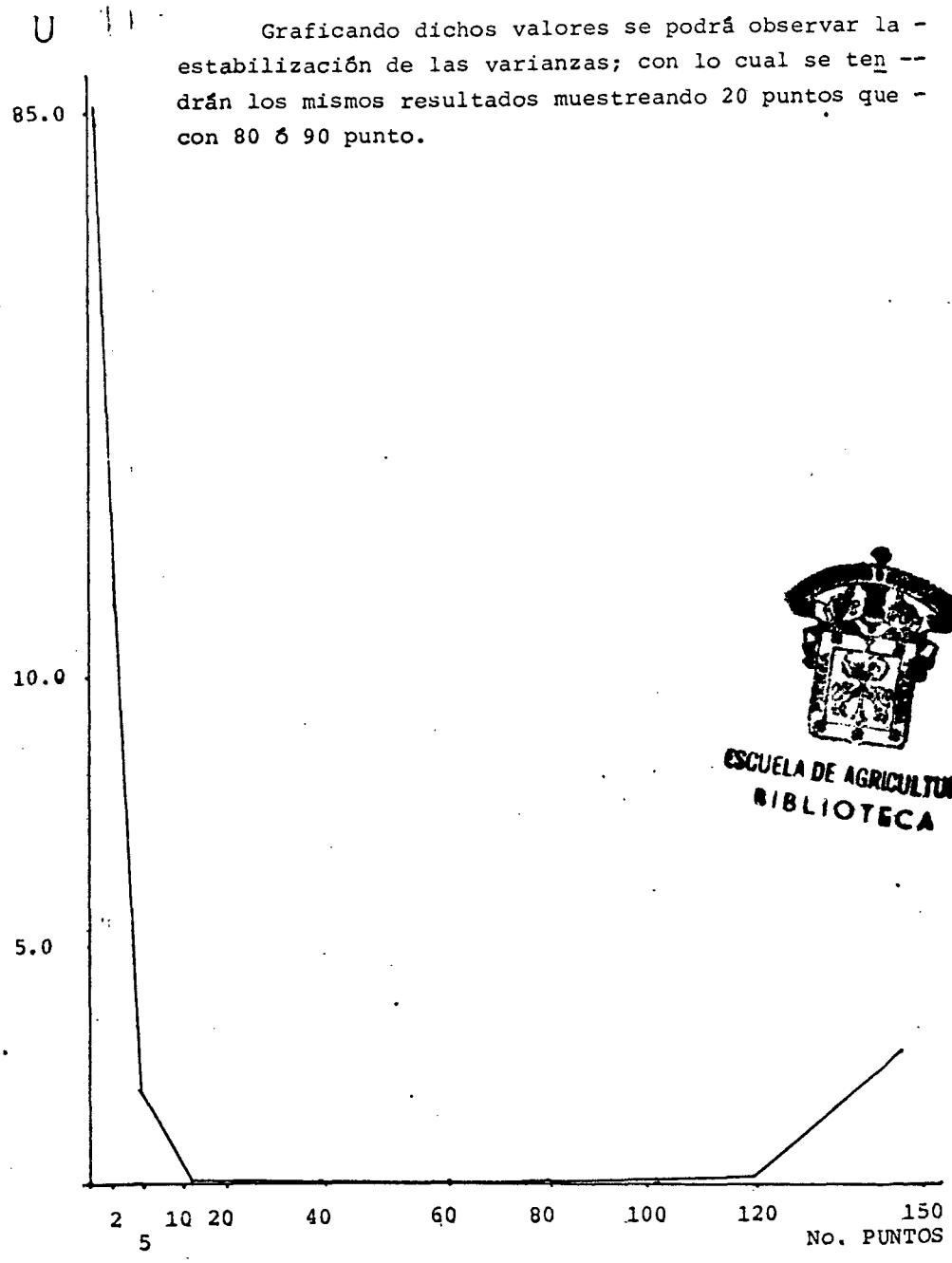
CUADRO 10.- PRUEBA DE U

PUNTOS	U OBTENIDA	SIGNIFICANCIA
2	83.8	S. a 0.05
5	10.4	"
10	1.69	N.S. a 0.05
20	0.014	"
40	4×10^{-13}	"
60	0.0003	"
80	0.01	"
100	0.05	"
120	0.09	"
150	2.48	S. a 0.05

GRAFICA 4

PRUEBA DE U ó CURTOSIS

Graficando dichos valores se podrá observar la estabilización de las varianzas; con lo cual se tendrán los mismos resultados muestreando 20 puntos que con 80 ó 90 punto.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

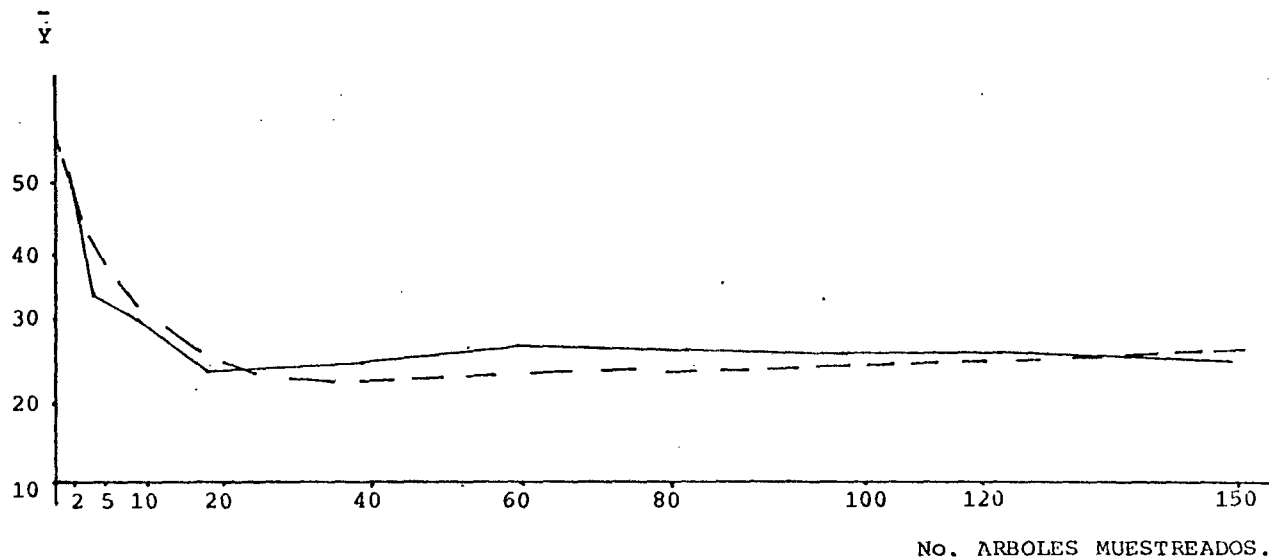
5.10.- CALCULO DE LAS CONSTANTES a, b y c.

El cuadro 10 muestra los resultados para la constante "a", los cuales fueron obtenidos mediante el método iterativo de asignación de valores. La introducción de la constante es con el fin de que los datos experimentales se ajusten al modelo teórico $F(n)$; por tal motivo se efectuó una serie de tanteos para el cálculo de a , observándose que los datos que mejor se ajustaban es de $a = 2.0$ y $a = 2.2$ lo cual se observa en el siguiente cuadro y se manifiesta en la gráfica 6.

CUADRO 11.- CALCULO DE LA CONSTANTE -a- A PARTIR DE LA CUAL SE OBTIENEN LAS CONSTANTES b y c.

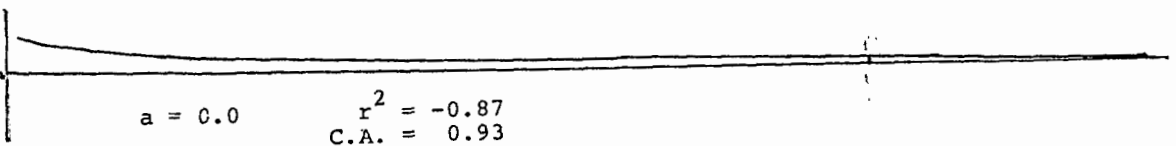
No.	\bar{Y}	$\left[\frac{\bar{Y}}{t \cdot T} \right]^2$	$\frac{1}{n}$	$\ln \left[\left(\frac{Y}{t \cdot T} \right)^2 \frac{1}{n} - a \right]$				
				a = 0	a = 1.6	a = 2.0	a = 2.2	a = 2.4
2	48.6	138.50		4.93	4.91	7.09	4.91	4.90
5	33.97	56.84		4.04	4.01	4.004	4.00	3.99
10	31.31	29.86		3.39	3.34	3.327	3.32	3.31
20	23.65	9.40		2.23	2.05	2.001	1.97	1.95
40	24.70	5.38		1.68	1.32	1.217	1.57	1.01
60	26.63	4.24		1.44	0.97	0.805	0.71	0.61
80	26.09	3.07		1.12	0.38	0.067	-0.14	-0.40
100	26.03	2.46		0.89	-0.15	-0.787	-1.36	-2.88
120	27.01	2.21		9.70	-0.49	-1.880	-4.61	
150	26.10			0.50				

GRAFICA 5
F(n) OBSERVADA



Curva que presenta el número de puntos a muestrear por hectárea,
calculados en forma práctica.

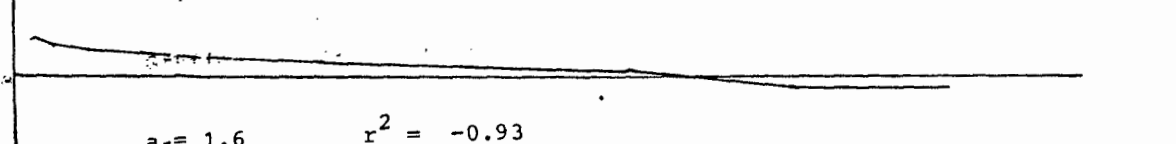
GRAFICA 6.- DETERMINACION DE LA CONSTANTE -a-



$$a = 0.0$$

$$r^2 = -0.87$$

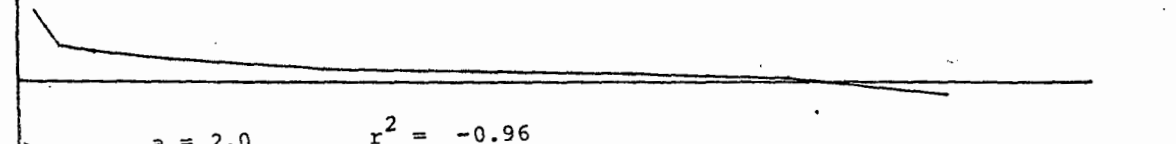
$$\text{C.A.} = 0.93$$



$$a = 1.6$$

$$r^2 = -0.93$$

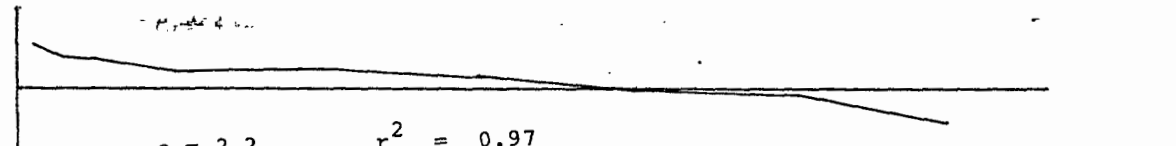
$$\text{C.A.} = 0.97$$



$$a = 2.0$$

$$r^2 = -0.96$$

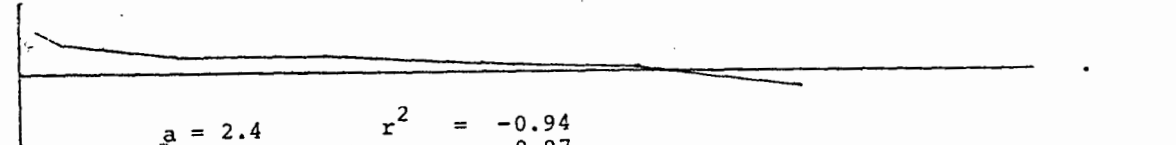
$$\text{C.A.} = 0.98$$



$$a = 2.2$$

$$r^2 = 0.97$$

$$\text{C.A.} = 0.98$$



$$a = 2.4$$

$$r^2 = -0.94$$

$$\text{C.A.} = 0.97$$

Gráficas de la constante -a- en las cuales se demuestra que tanto $a = 2.0$ y $a = 2.2$ tendrán el mejor ajuste para el modelo.

De la gráfica 6 se tiene finalmente que $a = 2.0$, a los valores de $-a-$ calculados para cada serie de puntos - se les aplicó la regresión lineal simple obteniéndose la mejor recta posible (ver gráfica 7) cuyos datos son presentados en el cuadro No. 12.

CUADRO 12.- REGRESION LINEAL DE LOS VALORES
DE LA CONSTANTE $-a-$

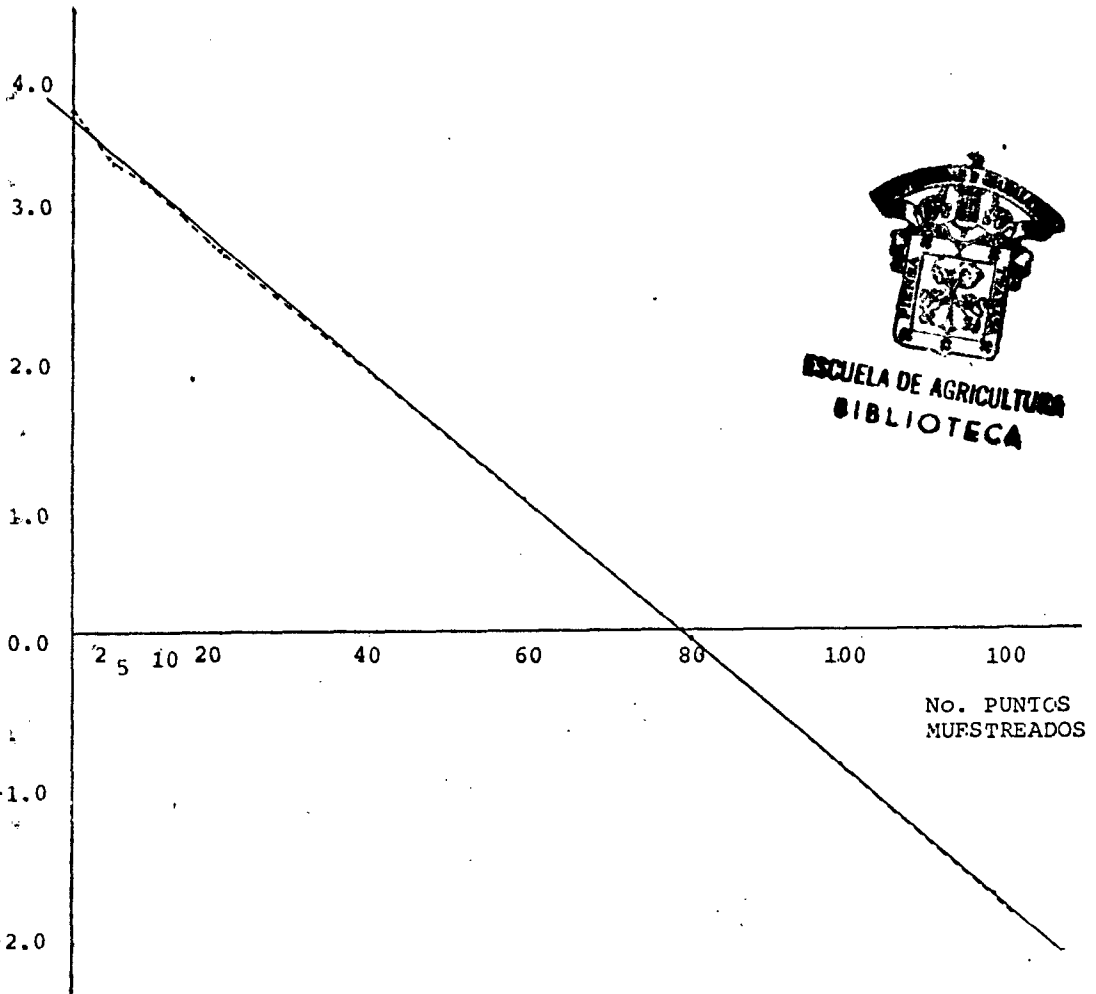
X	y	\hat{Y}
2	7.072	3.47
5	4.004	3.338
10	3.327	3.11
20	2.001	2.656
40	1.217	1.746
60	0.805	0.837
80	0.067	-0.072
100	-0.787	-0.98
120	-1.88	-1.89

Sabiendo que la constante $-b-$ es la ordenada - al origen tenemos que $b = 4.495$ la cual nos esta indicando cual es el error máximo para un punto de muestreo.

De tal manera para la constante $-c-$ sabiendo --
que esta es igual a la pendiente, tenemos que $c = -0.0596$
la cual estará indicando el deslizamiento del error al au-
mentar el número de muestras. (Ver gráficas 2 y 3).

GRAFICA 7

RECTA PARA LAS CONSTANTES a, b Y c.

VALORES DE \hat{Y} 

ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

No. PUNTOS
MUESTRADOS

Ajuste para los valores de -a- encontrados.

5.11.- APLICACION DEL MODELO TEORICO F(n).

Para el cálculo del número óptimo de puntos a muestrear por hectárea se requirio de los siguientes datos:

- Constantes a, b y c sus valores son:

$$a = 2.0$$

$$b = 4.495$$

$$c = -0.0596$$

- El tiempo promedio utilizado por punto muestreado al entero más cercano, en donde:

$$T = 1 \text{ minuto/punto}$$

t estadístico de estuden.

número de puntos muestreados.- n

Dichos datos se aplicaron al ajuste de métodos numéricos a la función teórica exponencial negativa.

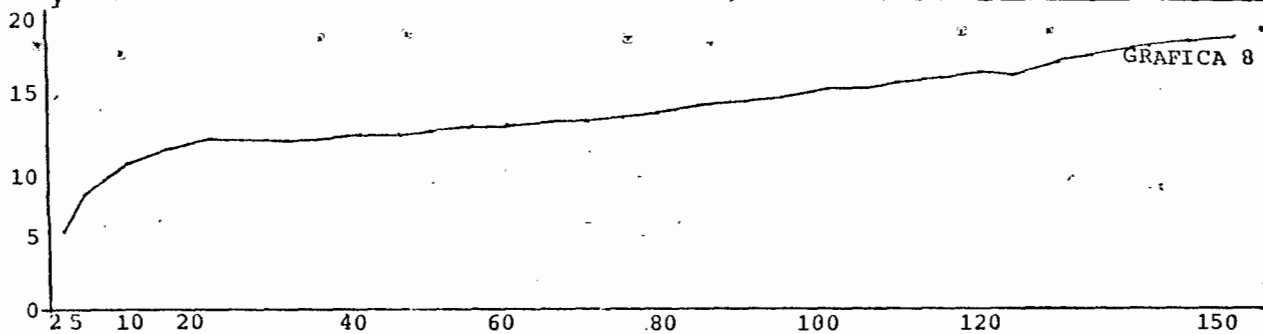
$$F(n) = t T \sqrt{n \left[a + b e^{-c(n-2)} \right]}$$

Cuyos valores se presentan en el cuadro número 13 y manifestados en la gráfica 8.

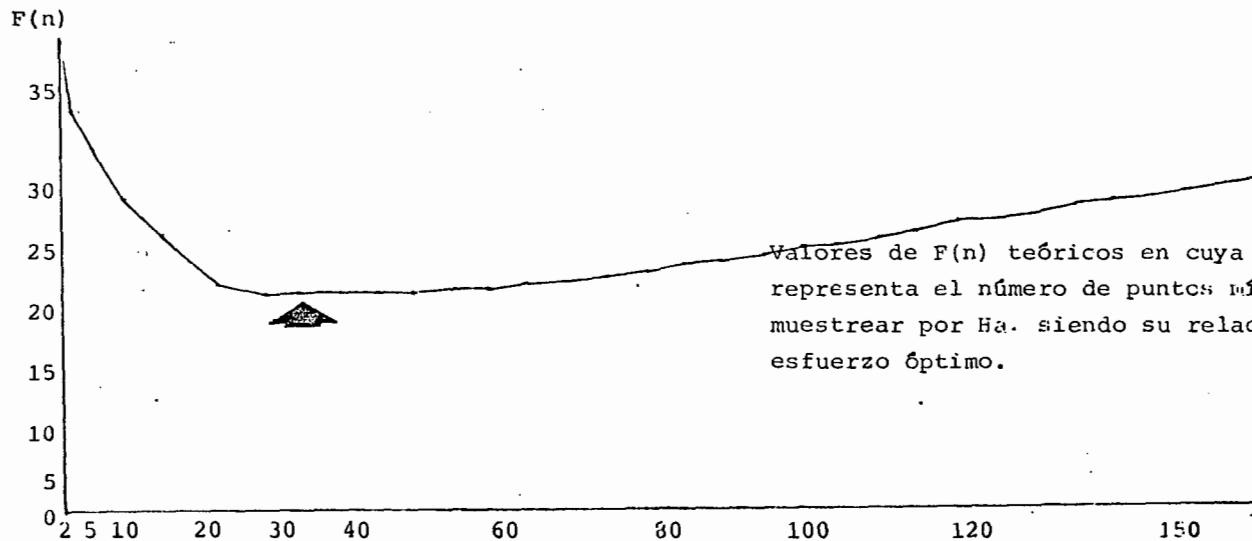
CUADRO 13.- DATOS PARA F(n) TEORICOS.

<u>n</u>	<u>Y'</u>	<u>F(n)</u>
2	5.37	33.906
5	7.87	16.778
10	9.85	18.055
15	10.76	18.948
20	11.18	19.330
25	11.36	19.436
30	11.39	19.35
35	11.43	19.397
40	11.47	19.38
45	11.54	19.43
50	11.64	19.555
55	11.79	19.76
60	11.97	20.026
65	12.20	20.386
70	12.45	20.80
75	12.72	21.20
80	13.01	21.687
85	13.32	22.178
90	13.63	22.69
95	13.95	23.18
100	14.26	23.70
105	14.58	24.217
110	14.90	24.749
115	15.22	25.28
120	15.53	25.79
125	16.00	25.088
130	16.14	26.547
135	16.45	27.056
140	16.74	27.53
145	17.03	28.01
150	17.32	28.488

Dichos resultados muestran la relación existente entre el error y el esfuerzo para cada punto. Determinándose así el No. óptimo/Ha.



Comparando con la $F(n)$ observada (gráfica 5) el número de puntos a mostrar por H_a disminuye en la $F(n)$ teórica como se ob -
serva en la gráfica inferior.



Valores de $F(n)$ teóricos en cuya curva nos representa el número de puntos mínimos a muestrear por H_a . siendo su relación error/ esfuerzo óptimo.

Los datos calculados de $F(n)$ teóricos pueden -- llegar a comprobarse mediante la estabilización de la va - rianza. Como se podrá observar en el cuadro 13 y en la grá - fica 8 los valores de $F(n)$ teóricos mínimos son para los - puntos correspondientes de 20, 30, 40 y 45 puntos por hec - tárea, en los cuales se presenta una ligera estabilización.

Siendo nuestro objetivo el obtener como resulta - do al número mínimo de puntos a muestrear por hectárea, o sea aquellos que tengan la relación error/esfuerzo óptimos.

para:

De los puntos antes mencionados (20, 30, 40 y 45) el que mejor relación estadística presenta son los de 30 - puntos por hectárea; por tal motivo encontramos que:

$$F(n) = 30 \text{ puntos.}$$

Esto estará correspondiendo desde el punto de - vista económico a un ahorro por el poco tiempo empleado en muestrear el rodal y por el poco personal que se requiere - para llevar a efecto el muestreo.

5.12.- APLICACION DEL METODO.

Esto consiste en muestrear un área determinada - aplicando el método en estudio, con tan solo 30 puntos por hectárea como ya se cálculo.

La relación obtenida en el muestreo de campo se presenta en la tabla 14.

CUADRO 14.- RELACION DEL MUESTREO DE LOS
ARBOLES DE ACUERDO A LA CATEGORIA QUE --
PRESENTAN

CATEGORIA	No. PUNTOS	%
1.- Sano	138	46
2.- Plagado	57	19
3.- Resist.	38	12.66
4.- Dañado	40	13.33
5.- Muerto en pie	10	3.33
6.- Muerto tirado	7	2.33
7.- Tocon	10	3.33

CUADRO 16.- RESULTADOS DEL I.V.I. OBTENIDOS A PARTIR DE LA
 APLICACION DEL METODO.

DIAMETRO	C A T E G O R I A						
	SANO	PLAGADO	RESIS TENTE	DAÑADO	MUERTO EN PIE	MUERTO TIRADO	TOCON
10	0.071			0.032	0.321		0.108
15	0.100	0.026	0.134	0.032	0.535	0.149	0.107
20	0.073	0.124	0.034	0.065	0.107	0.301	0.322
25	0.151	0.127		0.066	0.108		0.109
30	0.221	0.155	0.035	0.167			
35	0.210	0.132	0.176	0.169			0.110
40	0.355	0.217	0.359	0.173		0.305	0.109
45	0.318	0.195	0.110	0.248			0.110
50	0.334	0.346	0.246	0.145		0.154	
55	0.273	0.149	0.038	0.075		0.155	
60	0.124	0.062	0.039	0.153			
65	0.109		0.123				
70			0.042	0.041			0.116
75	0.024		0.043				
80		0.036	0.045				
85	0.027			0.045			

5.13.- INDICES DE VALOR DE IMPORTANCIA.

Las sumatorias de los I.V.I. por categorías que en el cuadro 17 presentamos, representa el estado general en que se encuentra nuestro rodal.

CUADRO 17

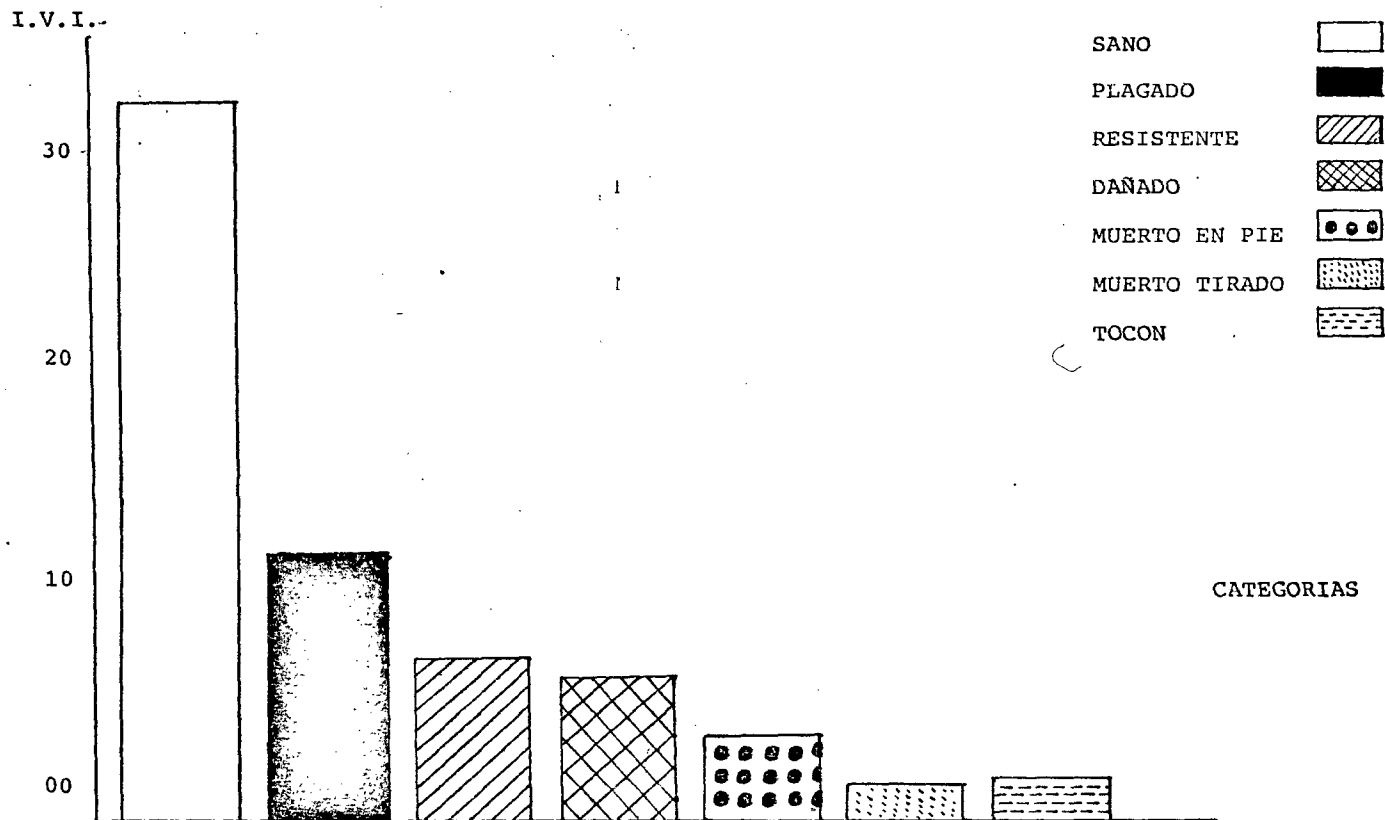
CATEGORIA	I.V.I.	%
Sano	32.73283	50.7
Plagado	11.03165	17.1
Resist.	7.4594	11.6
Dañado	6.03684	9.4
Mto. en pie	3.8527	5.9
Muerto tirado	1.6696	2.6
Tocon	1.7321	2.7

Estos datos indican que la categoría de sanos predomina sobre las demás categorías. Pero si tomamos en cuenta que la categoría de resistentes y dañados presentan en ocasiones un cierto grado de infestación, lo cual si lo aunamos con los plagados ésto nos estaría representando casi el 40% del total del área muestreada.

Los muertos tirados corresponde al tipo de combate que llevan a cabo en esta área, derribo y abandono.

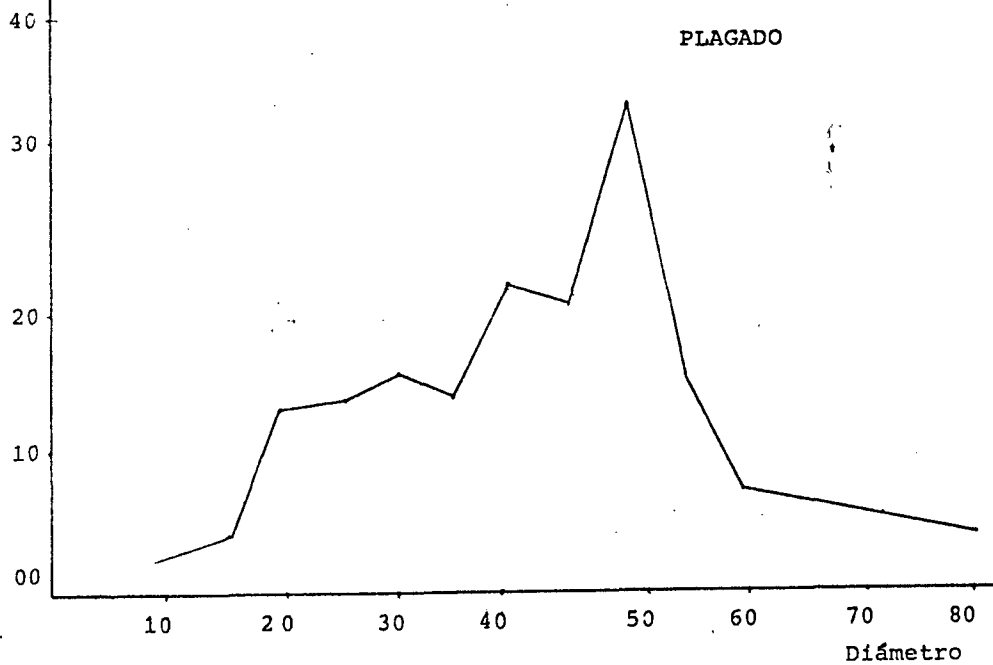
bata

GRAFICA 9 REGISTRO DE I.V.I. POR CATEGORIAS

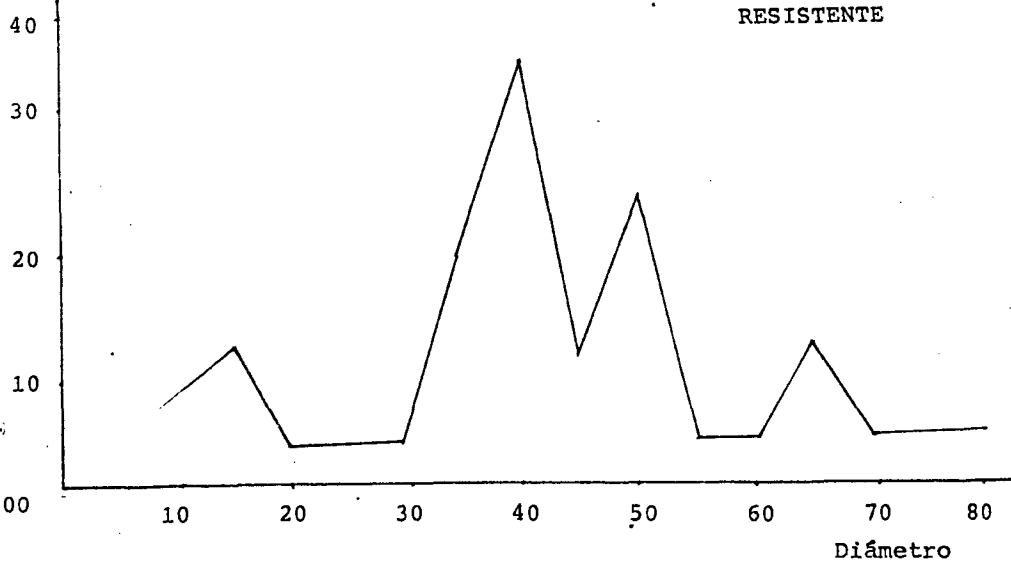


Ya expuesto el estado en que se encuentra nuestra área muestreada, será de gran importancia el determinar o detectar aquellos árboles que son atacados con ma-yor frecuencia para lo cual, se propone una evaluación --gráfica mediante los valores de los I.V.I. y diámetros de cada árbol, como se muestra en las gráficas, 10, 11 y 12.

I.V.I.

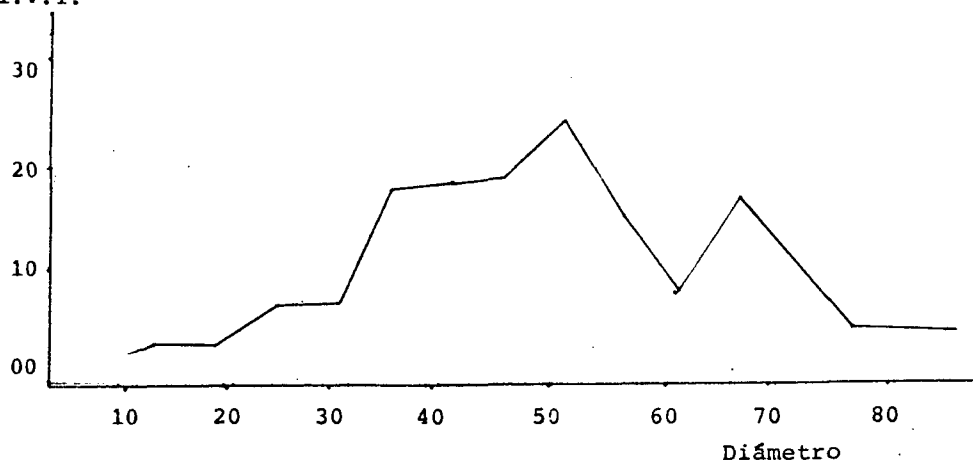


I.V.I.



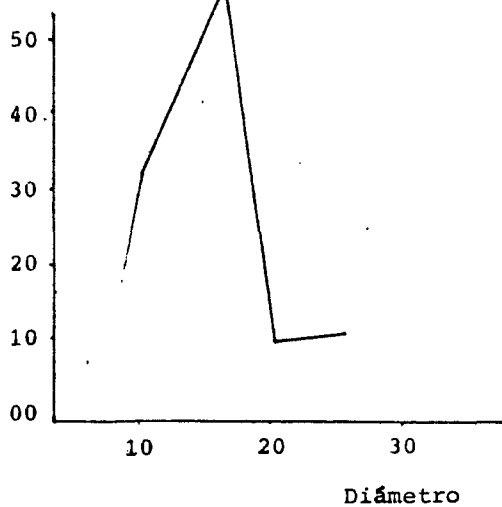
DAÑADO

I.V.I.

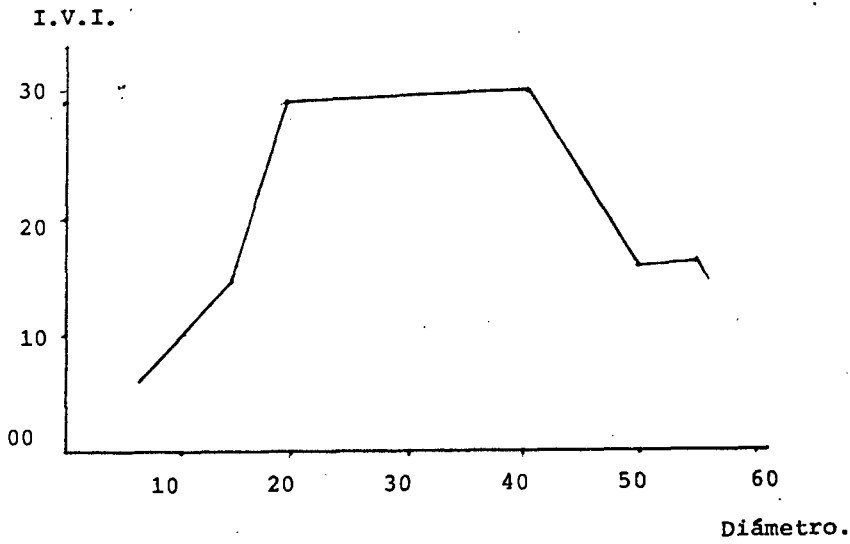


MUERTO EN PIE

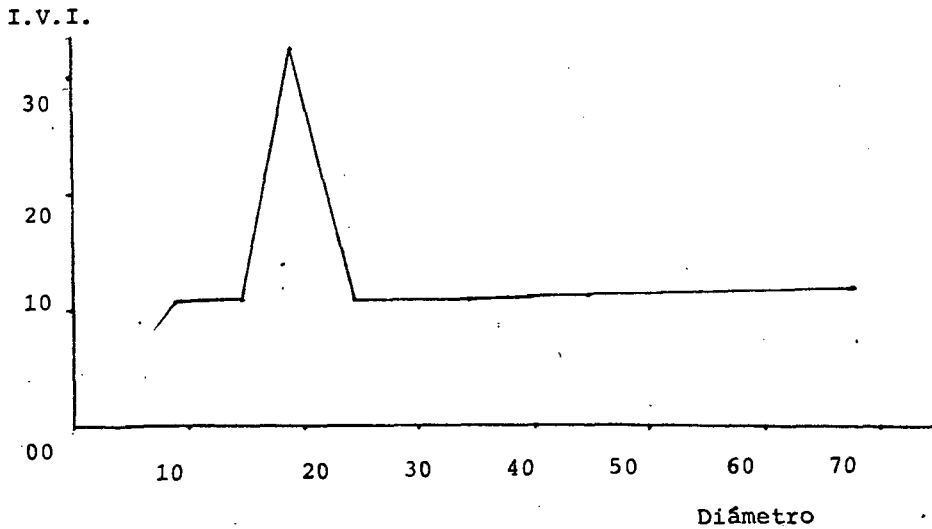
I.V.I.



MUERTO TIRADO



TOCON



5.14.- PRUEBA DE HIPOTESIS.

Aplicando la fórmula para la distribución de "t" de student se obtiene:

$$\bar{x} - t_{\alpha} \left[\frac{S_x}{\sqrt{n-1}} \right] < U < \bar{x} + t_{\alpha} \left[\frac{S_x}{\sqrt{n-1}} \right]$$

Substituyendo tenemos que:

$$1.2372 - 1.697 \left[\frac{0.5189}{\sqrt{30-1}} \right] < 1.697 < 1.2372 + 1.697 \left[\frac{0.5189}{\sqrt{30-1}} \right]$$

$$1.074 < 1.697 < 1.401$$

N.S

VI.- CONCLUSIONES

VI.- CONCLUSIONES

Una vez efectuado el cálculo de puntos a muestrear y arrojando los resultados ya conocidos, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- El estado que presenta el rodal muestreado, de acuerdo al I.V.I. de árboles plagados (11.03) que aunado a los árboles dañados y resistentes, es de plagado lo cual se confirma de acuerdo a las asignaturas utilizadas por la Dirección de Sanidad Forestal (S.A.R.H.).

- El método en estudio ofrece una rapidez en el trabajo de campo, así como una eficiencia en los cálculos matemáticos, lo cual se traduce a un ahorro económico.

- Todos los cálculos matemáticos realizados en el trabajo nos proporcionan constante eliminación del error estadístico, lo cual es uno de los principales puntos que estará cuantificando el método.

- El presente trabajo nos ofrece una mayor área de aplicación, esto es, ampliando el número de áreas de prueba se pueden obtener generalizaciones para las diversas especies de tipos de pinos, y con algunos ajustes se podrá establecer métodos de evaluación para otro tipo de plaga.

Tomando en cuenta las gráficas 10, 11 y 12 se establece que los árboles que se ven más afectados son -- los que presentan un diámetro de 25 a 50 cm.

R E S U M E N

R E S U M E N

El presente trabajo tiene como finalidad ofrecer un método de muestreo que este evaluando el grado de infestación de plagas que presente un bosque cualquiera, que a diferencia de otros métodos éste es económico y confiable en cuanto a los resultados que se obtienen.

Dicho trabajo consiste en una modificación del Método de Cuadrantes con Punto Central (Curtis 1940). En donde se eliminan la medición de distancias y adicionándole el - factor especie así como la categoría que presente dicha especie.

Este método se encuentra clasificado dentro del grupo de métodos de medición de distancias, los cuales utilizan generalmente tres parámetros cuantitativos que son: La Dominancia; La Densidad y La Frecuencia; a partir de los - cuales se efectúa el cálculo del I.V.I. el cual es un parámetro que se encuentra describiendo la importancia de una especie con respecto a otra, éste a su vez puede ser transformado en Porcentaje de Importancia (P.I.) con una simple división entre tres (Risser y Riser, 1971).

El trabajo de campo fué llevado a cabo en el Parque Nacional Nevado de Colima, Edo. de Jalisco, a los alrededores

res del refugio La Joya.

El material utilizado en el trabajo de campo y cálculos estadísticos es:

Forcípula	Altimetro
Brújula	Hacha
Cinta métrica	Calculadora

La metodología de muestreo propuesta requiere de un mínimo de equipo, poco tiempo en el sitio de muestreo, así como cálculos sencillos. El procedimiento de muestreo de la zona en estudio se realizó de la forma siguiente:

Una vez en el campo se elige una zona en la cual se tomarán un determinado número de puntos (150) al azar, de los cuales se tomarán datos como la Categoría, Especie y -- Diámetro a la Altura del Pecho. Una vez realizado el trabajo de campo en el cubículo se efectuó un sorteo por serie de puntos, en donde se tomaban aleatoriamente un determinado número de puntos para cada serie siendo esto de la forma siguiente: Para 2 puntos; 5 puntos; 10 puntos; 20 puntos; - 40 puntos; 60 puntos; 80 puntos; 100 puntos; 120 puntos y - 150 puntos. En donde cada punto se encuentra representando a un árbol en el campo, lo cual es como si esa serie se realizará en el campo, en dicho caso se perdería mucho tiempo.

Siendo del presente trabajo la relación error/esfuerzo la base a partir del cual se estarán cuantificando las muestras, multiplicando dicha relación se desprende la siguiente ecuación:

$$e . E = t \sqrt{S^n / n} \quad n . T$$

Los resultados obtenidos fueron sometidos a una serie de modelos de curvas teóricas, resultando el mejor ajuste para la ecuación exponencial negativa (ver gráficas 2 y 3) de la cual se desprende la siguiente fórmula de inferencia:

$$F(n) = T t \sqrt{n \left[a + b e^{-c(n-2)} \right]}$$

con la cual obtenemos al número óptimo de puntos de muestreo por hectárea.

B I B L I O G R A F I A

- Anderson T.W. 1985
An Introduction to multivariate statistical analyses.
Jhon Wiley. New York.
- * - Caballero D.M. 1976.
Métodos en la investigación Forestal.
Inst. Nal. Invest. Ftiles. y U.A. Ch. Méx.
- Camacho V.A.; Ascencio A.D. y Ezcurra E.
Diseño de un método para descortezadores.
- Cameron J.M. 1951.
Use of Variance Components in preparing schedules for
the sampling of baled wool.
Biometric 7:83-96.
- Chatfield C. and A.J. Collins. 1980.
Introduction to multivariate analysis Chapman and Hall.
London.
- Ciesla W.M., Bell C.J. and Curlin J.W. 1967.
Color Photos and the southern pine beetle. Photogramm.
Engng. 33 (8): 883-889.

- Ciesla W.M. Cauahia D. y Robredo F. 1976.
✶ La detección de las plagas de insectos y enfermedades -
forestales.
Boletín del servicio de defensa contra plagas.
Vo. 2:37-57. Map. Madrid, Esp.

- Cohran W.G. 1963.
Sampling techniques.
2da. Ed. Jhon Wiley and Sons, Inc. New York.

- Cottan G., Curtis T. and Hale W.B. 1953.
Some Sampling characteristics of a population of random
ly Dispersed individuals.
Ecology. Vol. 34 (4): 741-757.

- Cotlam G. and Curtis J.T. 1955.
Correction for various exclusion angles in the random -
pairs method.
Ecology. 767 pp.

- Curtis J.T. 1949.
A Method for making rapid surverys of woodlads by means
of pairs of randomly selected trees. Ecology, 30 (1):
101-104.

- = Daniel W.W. 1980.
Bioestadística. Traducción al Español. Ed. Limusa, Méx.

- Daubenmire R.F. 1968.
Plant communities. A textbook of plant synecology.
Harper and Row Pub. U.S.A.

- DeMars C.J., Slaughter G.W., Garey W., Greene L.E. and
Grent J.H. 1982.
Mapping pine mortality by aerial.
Photography umstead state park. North Carolina Res. Pa-
per P.S.W. 158. Berkeley Ca. Forest service U.S.D.A.
14 p.

- Freese F. 1970.
* Muestreo forestal elemental. Traducción al español.
Boletín divulgativo No. 25. Ins. Nal. Invest. Ftales.
S.A.G. Méx.

- Haller R.C. 1971.
Detection and Characterization of stress ^{Sintomas} symptoms in fo
rest vegetation. Inst. Workshop on enth resources sur -
vey systems. U.S. Govnt. (NASA, USDA, USGS, US Navy).

- Lassala M.R. 1973.
Estadística general. Traducción al español. Original de
Haber/Runyon. Fondo educativo interamericano.

- Leithold L. 1973.
El cálculo 2da. Ed. Harper and Row Lat. Méx.

- Moreno B.A. y Jauffred J.F. 1969.
Elementos de probabilidad y estadística. Representaciones y servicios de Ingeniería. S.A. Méx. S.E.P. Méx.
- Mueller-Dombois D.H. Ellenberg. 1974.
Aims. and methods of vegetation Ecology John-Wiley Sons.
- Scheffler W.C. 1979.
Statística for the biological Sciences. 2da. Ed.
Adison-Wesley Pub. Co. U.S.A.
- Spiegel M.R. 1970. Estadística.
Serie de compendios Schaum Mc. Graw-Hill de México, Méx.
-)- Van Dyne G.M., Vogel W.G. and Fisser H.G. 1963.
Influence of small plot size and shape on range herbage production estimates. Ecology. Vol. 44 (4): 746-759.
- Waters W.E. 1955.
Sequential sampling in forest insect surverys.
Forest science. Vol. 1(1); 68-79 U.S.A.
- Watt K.E.F. 1968.
Ecology on resource management. Mc Graw.
Hill Book Co. U.S.A.

- Westman W.E. 1971.

Mathematical. Models of contagion and their relation to density and basal area sampling techniques. Statistical ecology, Vol. 1. Spatial. Patherns and statistical distributions.

Patil. G.P., Pielou E.C., Waters-Waters W.E.

Editors Penn. State Univ. Press. U.S.A.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA