



**Universidad de la República**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**ANALISIS DE TIEMPO Y RENDIMIENTO CON EL FIN DE  
PLANIFICAR LAS TAREAS DE UNA EXPLOTACION FORESTAL**

**por**

**Jorge GARCIA  
Eduardo MEDINA**

**T E S I S**

**1988**

**MONTEVIDEO**

**LIBRERIA**

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ANALISIS DE TIEMPO Y RENDIMIENTO CON EL FIN DE  
PLANIFICAR LAS TAREAS DE UNA EXPLOTACION FORESTAL

Por

JORGE GARCIA

EDUARDO MEDINA

TESIS

FACULTAD DE AGRONOMIA



DEPARTAMENTO DE  
DOCUMENTACION Y  
BIBLIOTECA

Montevideo

Uruguay

1985

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ANALISIS DE TIEMPO Y RENDIMIENTO CON EL FIN DE  
PLANIFICAR LAS TAREAS DE UNA EXPLOTACION FORESTAL

Por

JORGE GARCIA

EDUARDO MEDINA

TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener  
el TITULO de Ingeniero Agrónomo  
(Orientación Forestal).

MONTEVIDEO

URUGUAY

1985

TESIS aprobada por:

Director: Ins. Agr. A. MARQUEZ

-----  
Nombre completo y firma

Ins. Agr. P. SENYSZYN

-----  
Nombre completo y firma

Ins. Agr. R. TUSSET

-----  
Nombre completo y firma

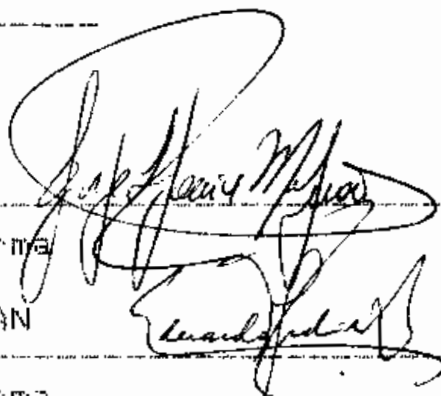
Fecha: \_\_\_\_\_

Autores: Jorje GARCIA MEYRAN

-----  
Nombre completo y firma

Eduardo MEDINA ESTEFAN

-----  
Nombre completo y firma

Handwritten signatures of Jose Garcia Meyran and Eduardo Medina Estefan. The signature of Jose Garcia Meyran is written over the first signature line, and the signature of Eduardo Medina Estefan is written over the second signature line.

## AGRADECIMIENTOS

---

Hacemos llegar nuestro agradecimiento y reconocimiento a todas las personas, Instituciones y Empresas que de una manera u otra han colaborado en la realización del presente trabajo.

En forma especial a:

- Empleados obreros y encargados de la explotación del monte de la Colonia Campbell-Mc Meekan.
- A la empresa CICCISA por permitir la realización del trabajo.
- Al Departamento Forestal de la Facultad de Astronomía, especialmente a la encargada del Curso de Dasonometría Forestal.
- A los Inas. Asns. César Alvarez y Ricardo Cayssials por su participación en la Carta de Suelos del área.
- A Estudio Geominero Ltda. por su participación en la Carta Geológica del área y por la infraestructura de apoyo brindada para la realización del trabajo.
- A la Cátedra de Estadística de Facultad de Astronomía.
- Al Departamento de Documentación y Biblioteca de la Facultad de Astronomía.

## TABLA DE CONTENIDO

---

	Página
PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1 INTRODUCCION.....	1
-----	
2 REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
-----	
2.1 ANTECEDENTES.....	3
2.2 OBJETIVOS.....	4
2.3 METODOLOGIA.....	6
3 CARACTERISTICAS GENERALES.....	20
-----	
3.1 BOSQUES ESTUDIADO.....	20
3.2 GEOLOGIA DEL AREA.....	22
3.3 SUELOS DEL AREA.....	25
3.4 CLIMA DEL AREA.....	30
3.5 DESCRIPCION DE LAS FAENAS.....	38
4 RESULTADOS Y DISCUSION.....	42
-----	
5 CONCLUSIONES.....	71
-----	
6 RECOMENDACIONES.....	73
-----	
7 RESUMEN.....	74
-----	

8 SUMMARY.....77  
-----  
9 BIBLIOGRAFIA.....80  
-----  
10 ANEXO - RESULTADOS DEL ANALISIS ESTADISTICO.....86  
-----

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

---

Cuadro Nro.	Página
1 Planilla de datos de campo.....	43
2 Resumen final de datos.....	54
3 Rendimiento Volumen/Tiempo.....	62
4 Rendimiento Tiempo/Volumen.....	64
5 Rendimiento Número de cortes/Tiempo.....	66
6 Rendimiento Tiempo/Número de cortes.....	67

Figura Nro.	Página
1 Croquis de ubicación del área a escala 1:100.000...	21
2 Carta Geológica del área a escala 1:500.000.....	23
3 Carta de Suelos del área a escala 1:20.000.....	26
4 Características Climáticas del área.....	33
5 Características Climáticas del área.....	34
6 Características Climáticas del área.....	35
7 Características Climáticas del área.....	36
8 Características Climáticas del área.....	37
9 Esquema del Proceso y Procedimiento utilizado Carta Gam.....	41
10 Histograma. Método de tiempo continuo.....	56
11 Histograma. Método Multimomento.....	57
12 Representación Gráfica (Volumen/Tiempo).....	59
13 Representación Gráfica (D.A.P./Tiempo).....	60



14	Rendimientos (Volumen/Tiempos).....	63
15	Rendimientos (Tiempos/Volumen).....	65
16	Rendimientos (Números de cortes/Tiempo).....	68
17	Redimientos (Tiempo/Número de cortes).....	70

## 1.- INTRODUCCION

Este trabajo se realizó como Tesis final para recibir el título de Ingeniero Agrónomo otorgado por la Facultad de Agronomía (Montevideo), e intenta ser el primero de una serie de estudios, que permitan ayudar a analizar a los productores forestales los rendimientos en la explotación de sus producciones, comparándolos con los tiempos de trabajo empleados.

El rubro forestal ha tenido un escaso desarrollo en nuestro país y esta condicionado por las características que presentan los establecimientos de producción agrícola ganadera. De tal manera que hasta el momento la gran mayoría de los bosques implantados están en función de servicio de las producciones pecuarias, frutícolas u hortícolas (montes de abrigo y protección, etc.).

Aunque merece señalarse que existen en el país unos pocos establecimientos dedicados total o parcialmente a la producción forestal, cuyos fines son fundamentalmente la producción de madera de buena calidad y de acuerdo a las especificaciones demandadas por las industrias del país. En este sentido el aporte de la Ley 13.723 y sus decretos reglamentarios le dió un impulso fundamental.

Por lo tanto, como se ha dicho anteriormente, este trabajo ha sido encarado para que ese hoy pequeño número de productores forestales puedan tener una metodología que les permita analizar las faenas de explotación de sus bosques determinando:

- uso racional de la mano de obra
- uso racional de los implementos (maquinaria)
- tiempos efectivos de labor y su análisis
- posibles cuellos de botella en las tareas.

Para cumplir con estos enunciados se realiza en primera instancia una minuciosa descripción de las faenas de explotación forestal; luego se efectúan las mediciones de tiempo de las faenas delimitadas anteriormente, culminando con el análisis de los datos en forma global y por tarea.

Una limitación para este tipo de estudio ha sido la carencia de trabajos similares en el país, así como de la correspondiente información bibliográfica.

El lugar físico para realizar las labores de campo estuvo condicionado por la elección de un bosque en que se realizaran tareas de explotación. A estos efectos se seleccionó un bosque ubicado en la 6a. Sección Judicial del Departamento de San José, cuyo objetivo de explotación era el uso como combustible para la empresa CICCOSA.

## 2.- REVISION BIBLIOGRAFICA

---

### 2.1.- ANTECEDENTES

Como se ha dicho anteriormente el escaso desarrollo del sector forestal en nuestro país ha condicionado que no existan antecedentes de trabajos cuyos objetivos sean similares al presente estudio.

En este sentido ha sido fundamental el aporte técnico brindado por intermedio del Convenio Facultad de Astronomía (Montevideo) y la Facultad de Ciencias Forestales (Santiago de Chile). A través del cual, en primera instancia concurren docentes chilenos a dictar cursos a nuestra Facultad, que comenzaron a plantear las fases de estudio que esta metodología requiere.

Por esta razón los antecedentes que se han considerado son trabajos de tesis o seminarios realizados en Chile; así como cursos de especialización sobre sistemas de explotación realizados en Brasil.

Para cualquiera de estos dos países el avance tecnológico del sector forestal ha sido en los últimos años muy importante, permitiéndoles desarrollar una serie de técnicas de estudio, que aún en nuestro país no se han aplicado.

## 2.2.- OBJETIVOS

El principal objetivo del trabajo es la determinación y posterior análisis de las faenas de explotación forestal.

Cualquier faena de explotación forestal tiene necesariamente un significado económico; por lo tanto la función y obligación del profesional actuante es la de bajar costos y mejorar la calidad (optimizar). Aunque necesariamente no debe olvidarse la función ecológica que cumple un bosque y el análisis económico debe confrontarse con la salvaguarda del recurso natural, mediante una explotación racional. (4)

La calidad depende de las características del procedimiento o sea la tecnología a aplicar por lo tanto, a igual calidad, la herramienta para bajar los costos es aumentar la cantidad producida por insumo utilizado.

El profesional puede influir en el procedimiento tecnológico y/o en el proceso o secuencia con que esta tecnología se aplica.

A los efectos de conocer el proceso y el procedimiento es necesario desarrollar una serie de fases de estudio, que son las normas generales para enfocar este tipo de análisis. (15) Los mismos son:

- 1) Describir ventajas y desventajas del procedimiento y su relación con otros métodos alternativos.
- 2) Describir detalladamente el proceso o secuencia de trabajos, detallando "cuellos de Botellas", demoras y problemas que se generen.
- 3) Dividir el proceso o secuencia en etapas claras y bien caracterizadas. Es necesario establecer claramente cuando empieza y donde termina cada una de las etapas consideradas. La cantidad y magnitud de las divisiones depende de la exactitud que se quiere lograr con el trabajo y ella esta condicionada directamente con el costo; pues a mayor exactitud el trabajo será más costoso.
- 4) Una vez definidas las etapas se debe realizar un estudio de tiempo:
  - el tiempo de cada etapa en que se divide el proceso
  - el tiempo total que dicho proceso demanda.

A los efectos de medir tiempos existen tres métodos, a saber:

- a) Método de tiempo continuo.
  - b) método de tiempo individual.
  - c) método de multimomento.
- 5) Calcular la productividad media para cada etapa del proceso.

Al relacionar la productividad con el tiempo nos da el rendimiento de cada etapa.

La investigación del trabajo se ha realizado en base a un estudio del mismo sin interferir con las labores de la empresa.

Los puntos anteriormente descritos permitirán:

- a) eliminar lo superfluo y aumentar la fluidez del proceso.
- b) disminuir los stocks en las diferentes etapas (menor capital inmovilizado).
- c) determinar los tiempos necesarios para cada etapa, logrando obtener el número de equipos o maquinaria y mano de obra necesarios para cada una de ellas.
- d) Establecer rendimientos esperados en cada etapa y cambios en el procedimiento y en el proceso que es necesario realizar.

### 2.3.- METODOLOGIA

Siguiendo con las pautas establecidas en el capítulo de objetivos, en primera instancia se realiza un análisis del procedimiento, o sea de la tecnología aplicada.

El bosque seleccionado para el estudio esta enclavado en el sur del país y fue plantado para cumplir la doble

función de protección y uso forestal (madera y/o leña), ocupa una superficie de 8 há 7.500 metros cuadrados.

En el capítulo correspondiente a descripción de las faenas se desarrolla exhaustivamente el procedimiento tecnológico empleado por los operarios.

Luego se procede a describir detalladamente el proceso o secuencia de faenas. El mismo es relativamente sencillo, ya que, primeramente se voltean unos seis árboles, utilizando el sistema de "mesa de trabajo", con el cual se busca que cada árbol caiga encima de otro a los efectos de facilitar su trozado.

Esta secuencia, presenta algunos problemas o "cuellos de botellas", que se analizarán en su oportunidad.

Para cumplir con los objetivos de describir el procedimiento y el proceso se realizó una primera gira de campo, a posteriori se trabajó en gabinete para dividir el proceso en etapas claras y bien caracterizadas.

Esta división fue la siguiente:

- A) Preparación. - Corresponde a la parte de reconocimiento del área y del árbol por parte del operario motosiernista; limpieza del área de trabajo de matas



y/o arbustos.

- B) Apeo.- Corresponde al momento que comienza el corte (apoyo de la motosierra en el árbol) hasta que éste cae en el suelo.
- C) Desrame.- Es la etapa en que se despoja al árbol de las ramas y las copas, hasta el diámetro comercial.
- D) Trozado.- Luego que se corta la copa y hasta que se termina con el último corte de trozas.

El tiempo de afilado de trozas y de acomodar las ramas en el camino no fue contabilizado porque en general es una faena que se realiza al mismo momento que el trozado, la realizan los dos peones mientras el oficial trabaja con la motosierra en el trozado.

Obtenida esta subdivisión de tareas en el gabinete, se programaron varias giras de campo a los efectos de determinar los tiempos efectivos de cada labor, para ello se confeccionó un formulario. (Cuadro Nro. 1)

La toma de tiempos se realizó por los siguientes métodos (17):

- A) Método de tiempo continuo
- B) Método de multimomento

A) Método de tiempo continuo.- Con este método se realiza

la medición del tiempo sin detención del cronómetro. Se toma una lectura del cronómetro cada vez que comienza una tarea. En la columna del formulario que corresponde a esa tarea se anota la hora que indica el cronómetro en ese momento, el tiempo requerido para cada trabajo parcial es calculado por diferencia entre la hora que termina la actividad parcial con la hora en que se inicia.

El tiempo cronometrado al final de una actividad parcial es coincidente con aquel de inicio de la actividad parcial siguiente, debido a ello en la práctica se anotó la hora en que se termina la actividad parcial.

Este método presenta la ventaja de que las actividades parciales son anotadas en la secuencia que ellas ocurren; o sea en forma cronológica, facilitando también el descubrimiento de errores al momento de precisar los datos así como la identificación de actividades no previstas.

Otra ventaja que presenta el método de toma de tiempo continuo es la de ser especialmente útil para aquellas investigaciones de trabajo en que se desea identificar primeramente las distintas actividades parciales y la secuencia con que ocurren (17).

B) Método de multimomento.- En este método se trabaja con cronómetros que giran continuamente, se pueden tomar los tiempos en forma conjunta con el método de tiempo continuo. No se miden los tiempos de las actividades parciales, sino que estos son determinados a través de la frecuencia con que ocurren; por eso se observa en determinados intervalos, fijados de antemano, cual actividad está siendo cumplida y simultáneamente se marca en el formulario en la columna respectiva.

Este método se basa en el principio del azar, por eso es importante observar y anotar la operación en el momento preciso en que se cumple el tiempo del intervalo.

Segun la bibliografía consultada (17), en los trabajos forestales con intervalos de duración variables, se recomienda utilizar normalmente un intervalo de 15 minutos, o sea cuatro observaciones por hora. En el presente trabajo se empleó un intervalo de 12 minutos.

Las ventajas de este método se manifiestan principalmente cuando:

- cuando el cronometrista tiene que observar varios operarios y/o maquinarias simultáneamente.
- cuando existen muchas faenas cortas del proceso de

trabajo dentro de la actividad a ser observada.

- porque permite realizar al mismo momento el cronometraje por el método de tiempo continuo.
- se debe usar con intervalos fijos y con un tiempo total mínimo de un día de trabajo.
- porque es un método barato.
- porque sirve para control.
- porque sirve para determinar costos de producción históricos (gastos en las distintas etapas de producción).

Para realizar el estudio de tiempo se pueden considerar varios tiempos en forma teórica. (17) En el presente trabajo se estudiará solamente el tiempo total del proceso que corresponda al período de trabajo propiamente dicho, o sea la jornada laboral.

En el tiempo total del proceso se distinguen dos tiempos diferentes:

- A) Tiempos improductivos y
- B) Tiempos efectivos.

A) El tiempo improductivo es el tiempo de preparación como  
-----  
por ejemplo: preparación de la motosierra, abastecimiento de combustible, afilado y tensionado que se realiza en el terreno, limpieza del área y del

árbol; también se consideran las pausas que efectúa el operario para fumar, charlar, o descansar dentro de la jornada laboral.

A los efectos de su análisis este tiempo se desglosó de la siguiente manera (Cuadro Nro. 1) :

- a) Tiempo general, comprende tareas como: preparación de la motosierra, afilado, etc. Se mide desde el momento en que el operario detiene la motosierra hasta que la enciende nuevamente.
  - b) Tiempo de preparación, es el tiempo de reconocimiento y limpieza del área y del árbol.
  - c) Tiempo de descanso, son todos aquellos tiempos no considerados en el formulario, incluidos los tiempos de descanso propiamente dichos del operario, como ser fumar, charlar, etc.
- B) El tiempo efectivo, tal como su nombre lo indica es el tiempo verdaderamente trabajado en las labores de explotación. Para este trabajo y tal como se observa en el Cuadro Nro. 1, se subdivide en:
- a) Tiempo de apeo
  - b) Tiempo de desrame
  - c) Tiempo de trozado

Durante varias jornadas de trabajo se realizó la toma de tiempos en el campo y se midió el D.A.P. de cada árbol apeado mediante el uso de una forcípula; a posteriori se comenzó la evaluación de los datos en el gabinete. Esta se hizo por ciclos, entendiéndose por ciclos, la suma de las diferentes actividades por árbol.

Los datos de un ciclo representan los valores unitarios de una muestra estadística, los datos de todos los ciclos forman la muestra estadística.

La evaluación se hizo en cinco etapas (17), a saber:

- 1) Cálculo de los tiempos cronometrados. Para ello se suma por columna (actividad) y por ciclo (por árbol), comprobándose que las sumas totales sean las mismas.
- 2) Cálculo de las cantidades de relación. Basándonos en los datos recogidos se procedió al cálculo del volumen aparente de cada árbol, aplicando la fórmula:

$$\text{Volumen aparente} = \text{Área Basimétrica} \times \text{Altura}$$

Siendo el área basimétrica la determinada por el diámetro a la altura del pecho (DAP) elevado al cuadrado por 0.7854; y la altura el número de trozas por 1.1 m.

Durante la fase de campo se eligió un árbol tipo por clase diamétrica para obtener el coeficiente mórfico de esa

FACULTAD DE ZOOLOGÍA



DEPARTAMENTO DE  
DOCUMENTACION Y  
BIBLIOTECA

clase, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Coeficiente Mórffico} = \frac{\text{Volumen Real}}{\text{Volumen Aparente}}$$

El coeficiente mórffico así obtenido se indica en el Cuadro Nro. 1.

El volumen real para hallar cada coeficiente mórffico se obtuvo mediante la fórmula de Smalian:

$$\text{Volumen} = \frac{(A1 + A2) L}{2} n$$

Siendo A1 y A2 las áreas de cada una de las caras de la troza, L el largo total de la troza; que para este caso es 1,10 m; y n es el número de trozas de cada árbol elegido.

El área de cada cara se calculó por la fórmula:

$$A = d^2 \cdot 0,7854.$$

Para hallar el volumen de cada árbol se corrigió el volumen aparente con el coeficiente mórffico por la fórmula:

$$\text{Volumen} = \text{Coeficiente Mórffico} \times \text{Volumen Aparente}$$

- 3) Clasificación de los tiempos cronometrados. Para ello se consideraron los tiempos totales y los tiempos totales por actividad; a los primeros se los subdividió en tiempos improductivos y tiempos efectivos de labor.

- 4) Cálculo de rendimientos. En esta etapa del trabajo de sabinete se calcularon las cantidades producidas por los tiempos empleados.

Esta productividad o rendimiento de cada tarea se calculó en base al volumen medio de cada clase diamétrica (9), y al tiempo de la misma. También se relacionó al Nro. de cortes realizados en la tarea de trozado con el tiempo empleado en las respectivas clase diamétrica. Para ello, se utilizaron las siguientes relaciones:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Volumen o nro. de cortes}}{\text{Tiempo}}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo}}{\text{Volumen o nro. de cortes}}$$

Con los resultados obtenidos se construyeron las gráficas de rendimiento para cada una de las tareas considerando en relación con el D.A.P. promedio de cada clase diamétrica.

#### Evaluación estadística e interpretación de resultados.

Para realizar el análisis estadístico se procedió a calcular: media, desviación típica, coeficiente de variación y correlación de acuerdo a las siguientes fórmulas:



$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left( \sum_{i=1}^n x_i^2 \right) - \frac{\left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n}}$$

$$C.V. = \frac{S \cdot 100}{\bar{X}}$$

$$r = \frac{\sum XY - n \bar{X} \bar{Y}}{\left( \sum X^2 - n \bar{X}^2 \right) \left( \sum Y^2 - n \bar{Y}^2 \right)}$$

Luego, sobre papel milimetrado se representó un eje de coordenadas con cada punto correspondiente a las variables independientes y las dependientes.

Se consideró como variable dependiente: el tiempo, e independiente : volumen y DAP.

Con los datos obtenidos en la etapa de campo y su análisis en el gabinete, se construyeron las siguientes gráficas:

- tiempo total / volumen
- tiempo efectivo / volumen
- tiempo trozado / volumen
- tiempo general / volumen
- tiempo desrame / volumen
- tiempo apeo / volumen
- tiempo total / DAP

- tiempo efectivo / DAP
- tiempo trozado / DAP
- tiempo general / DAP
- tiempo desrame / DAP
- tiempo apeo / DAP

Sobre estas gráficas (Figuras No. 12 y 13) se determinó el ajuste de una recta mediante un análisis de regresión simple (13), aplicándose las siguientes fórmulas:

- Recta de predicción de Y en función de X
- 

$$b = \frac{\sum XY - n\bar{X}\bar{Y}}{\sum X^2 - n\bar{X}^2} \qquad a = \bar{Y} - b\bar{X}$$
$$\hat{Y} = a + bX$$

- Análisis de varianza para la regresión rectilínea
- 

En el cual se consideró:

- 1)  $H_0 = \beta = 0$
  - 2)  $\alpha = 0.05$
  - 3) Supuestos
    - aleatoriedad
    - normalidad
- $H_A = \beta \neq 0$

Calculándose la suma de cuadrados de la regresión, la suma de cuadrados totales y la suma de cuadrados de los errores o desvíos, los grados de libertad, los cuadrados

medios de la regresión y del desvío, y la distribución F de Sheffé; tomándose los factores críticos para valores de 0,05 y 0,01 de acuerdo a la tabla correspondiente.

Las fórmulas empleadas son las siguientes:

$$SCR = b (\sum XY - n\bar{X}\bar{Y})$$

$$SCY = \sum Y^2 - n\bar{Y}^2$$

$$SCD = SCY - SCR$$

$$CMR = \frac{SCR}{g.l}$$

$$CME = \frac{SCD}{g.l}$$

$$F = \frac{CMR}{CMD}$$

Luego se estudió la distribución de los estimadores, aplicándose para cada uno de ellos las siguientes fórmulas:

- Pendiente

$$t = \frac{b - \beta}{\hat{\sigma}_b} \sim t(n-2)$$

$$\hat{\sigma}_b = \sqrt{\frac{CME \cdot 1}{\sum x^2}}$$

- Ordenada en el origen

$$a = \frac{a - \alpha}{\hat{\sigma}_a} \sim t(n-2)$$

$$\hat{\sigma}_a = \sqrt{\frac{CME \left( 1 + \frac{1}{n} + \frac{\bar{x}^2}{\sum x^2} \right)}{n}}$$

- Recta de regresión

$$t = \frac{Y - \hat{Y}}{\hat{\sigma}_{\hat{Y}}} \sim t(n-2)$$

$$\hat{\sigma}_{\hat{Y}} = \sqrt{\frac{CME \left( 1 + \frac{(X_0 - \bar{X})^2}{\sum x^2} \right)}{n}}$$

Luego del análisis estadístico se procedió a terminar el trabajo mediante la redacción del presente informe. Los resultados del mismo se sintetizan en las conclusiones y recomendaciones finales.

### 3.- CARACTERISTICAS GENERALES

---

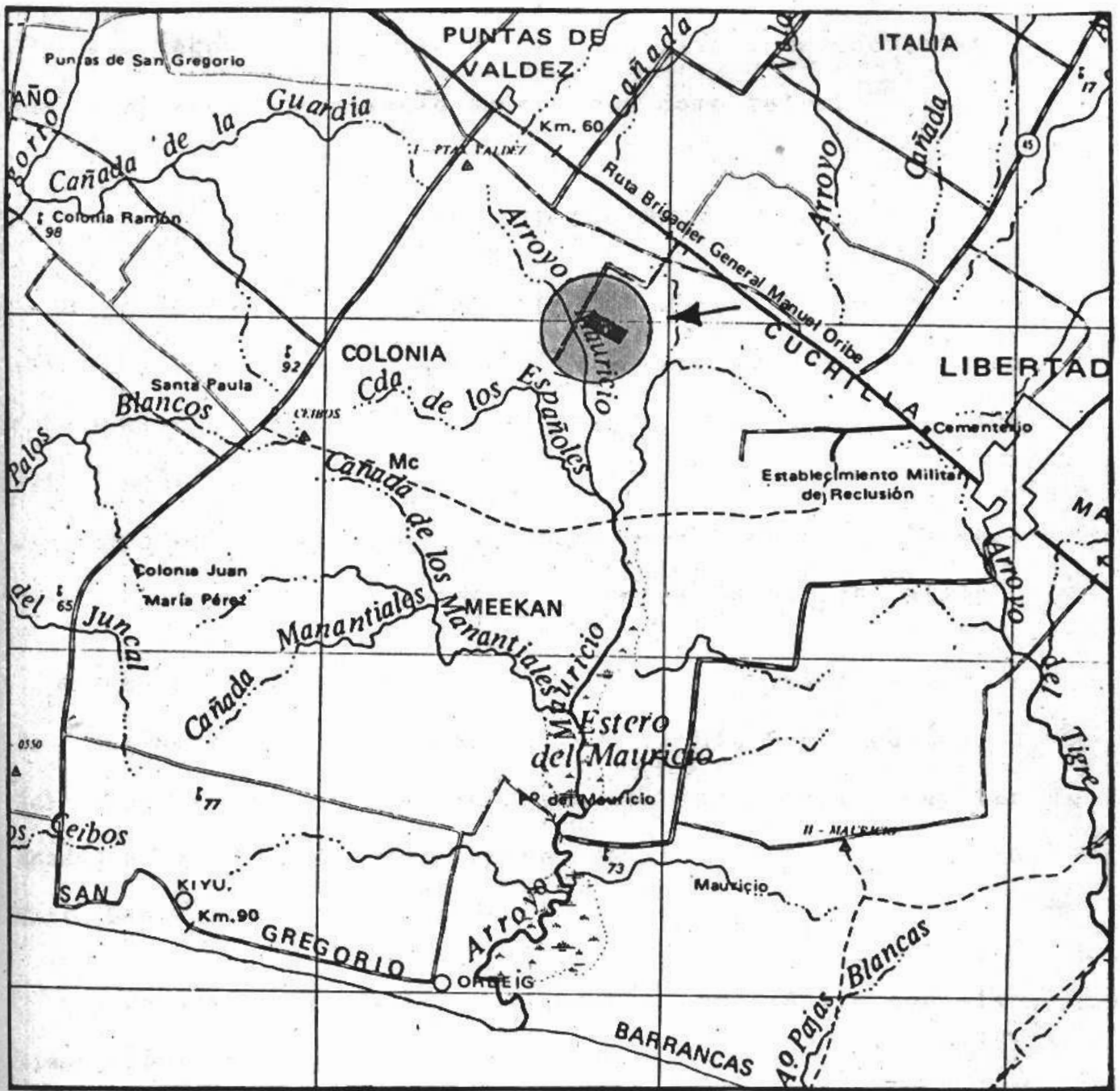
#### 3.1.- BOSQUE ESTUDIADO

El bosque que fue objeto del presente trabajo es de *Eucalyptus camaldulensis* y con una edad aproximada a los treinta años; fue implantado en terrenos propiedad del Instituto Nacional de Colonización (Figura Nro.1) y el objetivo primordial que se le dió al mismo fue el de bosque protector y abrigo.

La plantación original fue realizada a 2,5 m de separación entre árbol y árbol en una superficie total de 8,75 há; con forma perfectamente rectangular de 350 m de lado por 250 m de ancho y una orientación ligeramente hacia el sureste.

Esta superficie abarca las fracciones 2 y 3 de la Colonia "Campbell Mc Meekan", de la 6ta. sección Judicial del Departamento de San José; que, según el inventario definitivo presentado en la licitación No. 2/81 del Instituto Nacional de Colonización, corresponde al monte B. Con un número total de árboles de 6.577 y un volumen estimado de 5.071 Ton.

El bosque fue explotado con anterioridad por lo tanto,



Extractado de Carta Planimétrica a Escala 1/100.000  
Hoja Libertad. Sector 90. Servicio Geográfico Militar (1979).  
Figura N° 1 - Croquis de ubicación del área  
Escala 1/100.000.-

de cada tocón se obtuvieron 2 o 3 varales independientes y que en el presente trabajo se tomaron como tales.

### 3.2.- GEOLOGIA DEL AREA

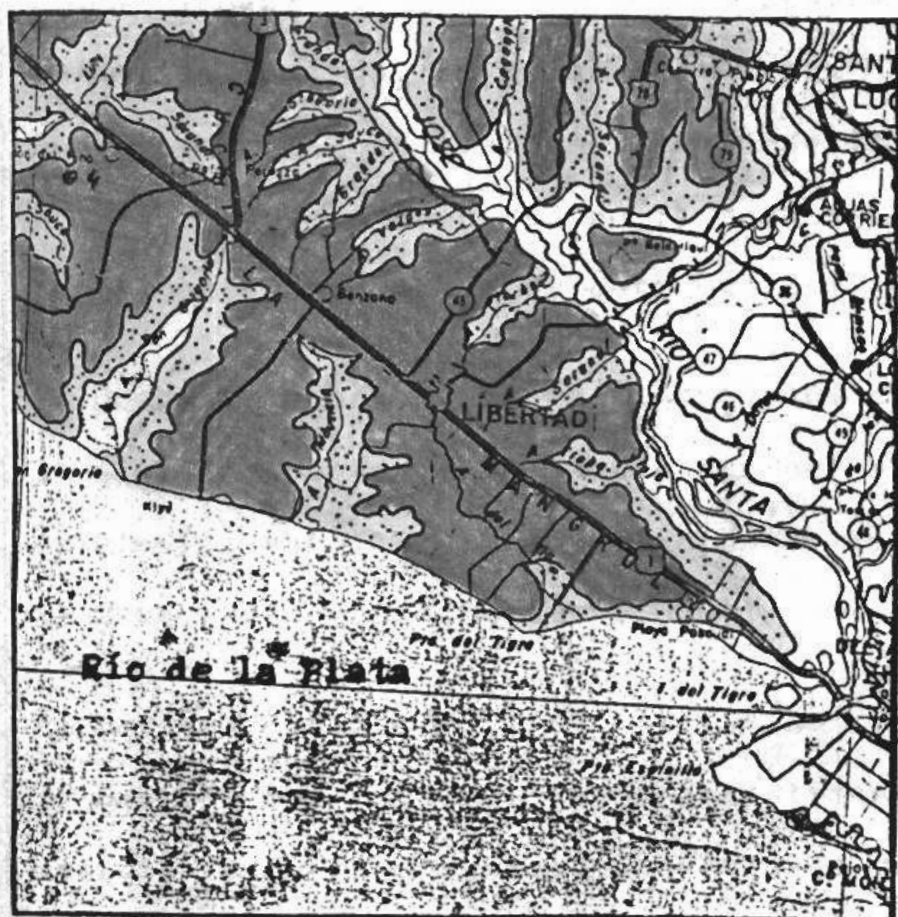
Según CARTA GEOLOGICA DEL URUGUAY a escala 1:1.000.000 (2) la geología del área donde está ubicado el predio es relativamente sencilla correspondiendo la siguiente columna estratigráfica:

Cenozoico ---- Pleistoceno superior ---- Formación Libertad  
Cenozoico ---- Plio-Pleistoceno ----- Formación Raison

Estas unidades se desarrollan como cobertura superior y de colmatación de la fosa tectónica del Río Santa Lucía; a los efectos de observar la extensión superficial de las unidades geológicas se expone en la figura No. 2 la Carta Geológica del área a escala 1:500.000.

Las características litológicas más importantes son las siguientes:

Formación Raison: areniscas finas a medias, esporádicamente gruesas, de regular selección y con granos subredondeados, feldespáticas o arcósicas, con abundante cemento arcilloso y estratificación horizontal o cruzada de corto trecho, friables y de color gris verdoso a blanco grisáceo. Es



- - Depósitos Actuales
- - Formación Libertad
- ▣ - Formación Raigón



Escala 1/500.000

Extractado y Ampliado de Carta Geológica del Uruguay a Escala 1/1.000.000.-

Figura N° 2 - Carta Geológica del Area.



común la alternancia con estructuras lenticulares de arcillas (lutitas) de color verde a verde grisáceo.

De acuerdo a la estructura y litología que presenta la Formación Raison es posible aseverar que la misma fué depositada en un facies fluvio-deltaico. La potencia promedio de esta unidad en la zona es de 25 m, aflorando normalmente por debajo de cota mas 5 m.

Desde el punto de vista hidrogeológico esta formación es un acuífero por excelencia del sur del país (8); ya que sus litologías permiten la acumulación de importantes caudales de agua subterránea, desde 3.000 l/ hora a 60.000 l/hora.

Formación Libertad: las litologías dominantes de esta formación son aleurolitas (rocas limosas) de color pardo castaño y con abundantes concreciones en forma de muñecas de carbonato de calcio. De acuerdo a los perfiles observados en las barrancas de Mauricio sobre la costa del río de la Plata, existen dentro de la Formación Libertad un nivel inferior integrado por lodolitas, de cemento cilioso, masivas y de color pardo; y un nivel superior caracterizado por un loess de color pardo.

En los afloramientos se observa que esta unidad se apoya discordantemente sobre los sedimentos de la Formación Raison.

La estructura geológica que presenta es la de manto, re- cubriendo a las unidades geológicas anteriores; que junto a sus características litológicas contribuye a confirmar la hipótesis que su ambiente de deposición es continental, posiblemente de tipo estepáreo; con removilización posterior en forma de flujo de barro, en condiciones de alternancia de clima seco y húmedo respectivamente.

### 3.3.- SUELOS DEL AREA

En la figura No. 3 se expone la Carta de Suelos del área estudiada; las características de estos suelos según Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay (23) son las siguientes:

Grupo 10.8.A este grupo corresponde la mayoría de las tierras onduladas suaves del Departamento de San José. Existiendo también en los Departamentos de Canelones y en menor proporción en los de Colonia y Maldonado.

El material geológico corresponde a sedimentos limo arcillosos de color pardo y normalmente con concreciones de calcio. El relieve es suavemente ondulado a ondulado con predominio de pendientes de 1 a 4 por ciento.

Los suelos corresponden a Vertisoles Rúpticos Típicos y

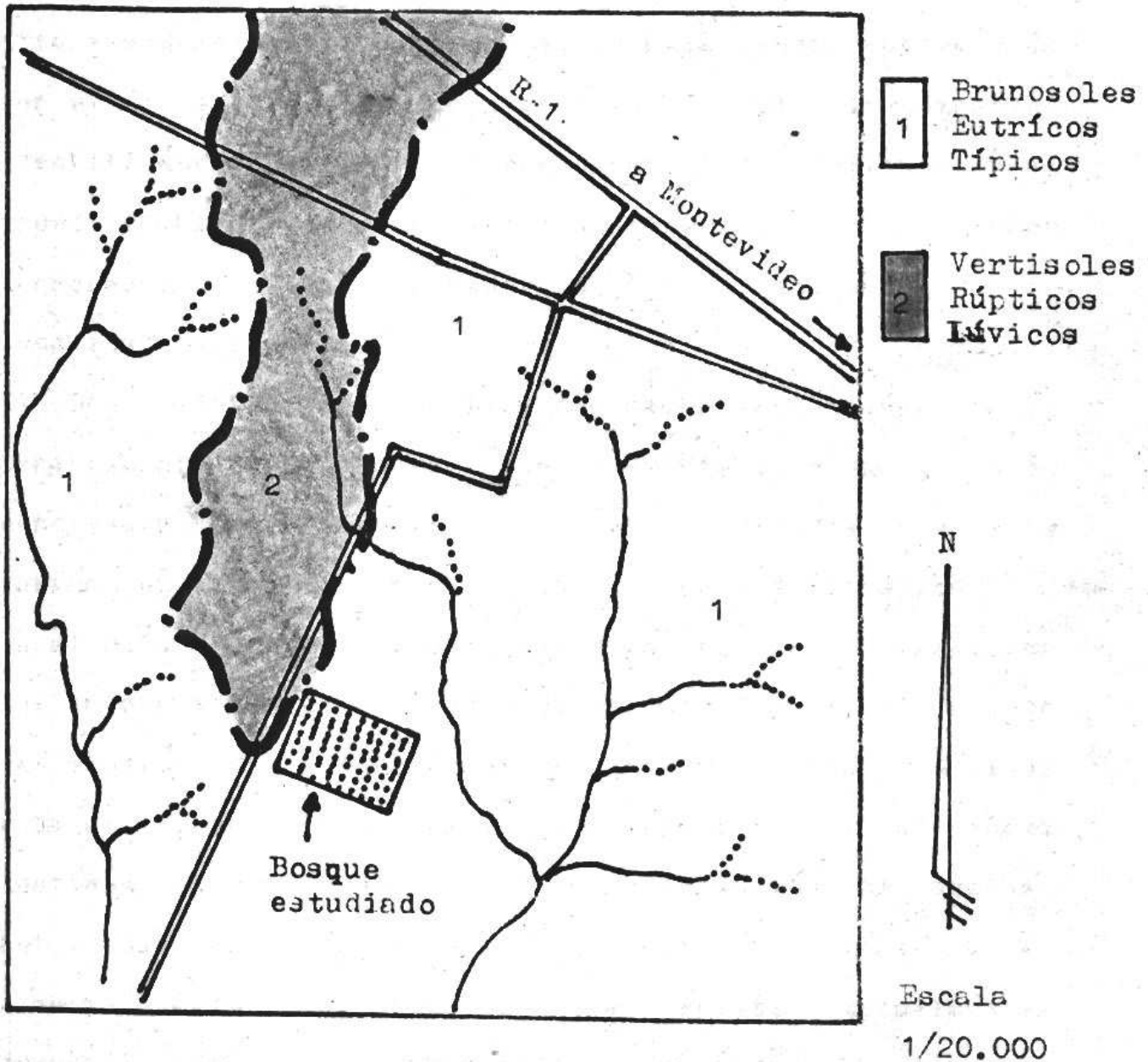


Figura N° 3 - Carta de Suelos del Area.

Lúvicos (Grumosoles) y Brunosoles Eutrícos y Subéutrícos Típicos (Praderas Negras y Pardas medias), de color negro a pardo muy oscuro, textura franco arcillo limosa, fertilidad alta y moderadamente bien drenados. Existe una subdivisión por el estado actual de conservación de las tierras, identificándose el grupo 10.8a, severamente erosionado y el grupo 10.8b con erosión ligera a moderada. Ambos grupos corresponden a las unidades de los alrededores de la localidad de Libertad.

El Grupo 10.8a se localiza con mayor extensión en el Departamento de Canelones, aunque existe en toda la región mencionada en primer término. Debe indicarse que esta región ha sido la primera en incorporarse a la agricultura en el país y que este grupo ocurre en laderas convexas, con sus respectivas concavidades donde naturalmente el riesgo de erosión es alto y donde se han realizado cultivos anuales (entre ellos estivales cortados), y en forma continua sin ninguna medida de conservación de suelos. Estas han sido las causas de la erosión severa, y en algunas áreas muy severa, que existe actualmente, identificándose con la presencia de un padrón de cárcavas de densidad alta y muy alta, y suelos con erosión laminar en diversos grados.

El Grupo 10.8b corresponde a áreas de menor grado de

erosión actual, definiéndose como moderadas, con áreas asociadas de erosión ligera. Predomina entonces la erosión laminar con pérdida variable de los horizontes superiores.

Este grupo normalmente se localiza en posiciones de menor riesgo de erosión que el anterior, como son los interfluvios altos y laderas de pendientes suaves.

En el volumen 3 de Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay (23), se citan las características más importantes de los suelos dominantes del área, de los asociados y accesorios y dentro de los primeros el color, los horizontes que presenta, textura y estructura, pH, etc.

Suelos dominantes: Brunosoles Eutricos-Subéutricos típicos-  
Lúvicos con L/LAc.

Suelos asociados: Vertisoles Rúpticos Lúvicos LAc

Planosoles Eutricos-Suéutricos Melánicos L

Abrisoles Eutricos-Subéutricos Melánicos

Abrúpticos L

Suelos accesorios: Solonetz Solodizados ArFr

Brunosoles Subéutricos (Eutricos)

Lúvicos Fr/ArFr

Gleysoles Lúvicos Melánicos Típicos L

Materia) generador: Sedimentos limo-arcillosos de la  
Formación Libertad.

Relieve: Lomadas suaves, con valles amplios y algunas llanuras altas asociadas.

Padrón de suelos: Los Vertisoles ocupan las posiciones más convexas de los interfluvios y aun grupas, asociándose a los Brunosoles dominantes que se encuentran en las laderas ligeramente convexas. Los Planosoles se desarrollan en planicies altas y laderas cóncavas con poca pendiente, en tanto que los Argisoles ocupan laderas planas, plano-cóncavas y cóncavas de mayor pendiente.

Los suelos corresponden con los de la Zona 10 de CIDE.

Vesetación: Pradera invernal/estival de tapiz denso con Parque de talas hacia los ríos y arroyos.

Superficie ocupada: 118.776 Hás. (0.67 por ciento)

Uso actual: Tamaño de los predios: 50 a 1.000 Hás.

Densidad de la población: 1 a 7 hab/km<sup>2</sup>

Area dedicada a la ganadería: 50 por ciento

Area dedicada a la Agricultura: 39.3 por ciento

Horizonte	Espesor cm.	Colores	Textura	Estructura	pH	M.O. %	C.I.C. mg/100gr
-----------	-------------	---------	---------	------------	----	--------	-----------------

A	15/25	Pardo muy oscuro/negro	FL	Bsmf	5.5/6.5	6.0/3.0	15/25
---	-------	------------------------	----	------	---------	---------	-------

B	50	Pardo gri-AcL	Baerf	7.2/8.2	2.0/1.0	25/35
Cca		Pardo	FAcL	8.3/8.8	-----	20/30

---

Características inferidas y asociadas

---

Pendiente: suave

Roccosidad: nula

Pedregosidad: nula

Reacción: ligeramente ácida

Fertilidad natural: alta a media

Permeabilidad: lenta

Drenaje: moderado

Riesgo de sequía: medio

Erosión actual: nula o muy ligera

Riesgo de erosión: bajo agricultura, bajo

Principales factores limitantes para el uso:

- riesgo de erosión
- encostramiento

### 3.4.- CLIMAS DEL AREA

La región estudiada está ubicada al sur del país, cerca de los 35° de latitud sur en la zona subtropical templada. Los principales factores que determinan el clima en nuestro país son los siguientes:

- latitud

- circulación atmosférica (vientos)
- relieve
- proximidad del mar

El régimen de las variaciones de las temperaturas, está determinado principalmente por la diferencia de insolación (22).

A su vez la nubosidad es significativamente más alta en la zona sur del país que en la norte o noreste.

Las perturbaciones más importantes son de origen polar, siguiendo una trayectoria de rumbo hacia el norte y este.

La dirección de los vientos dominantes es suroeste y noreste en el sur y suroeste y el aporte de aire húmedo está condicionado fundamentalmente por el centro de altas presiones del Océano Atlántico.

Como es de conocimiento nuestro clima es muy variable tanto en el régimen pluviométrico como en el térmico. La cercanía con las grandes masas de agua (Océano Atlántico y Río de la Plata) determina una moderación en los extremos térmicos: en términos climáticos, la zona marítima está limitada por:

- temperatura media anual 17°C.
- amplitud térmica anual inferior a 14°C.



- humedad relativa media anual superior a 70 por ciento.

En las figuras No. 4 a No. 6 se presentan las características climáticas más importantes del sur del país y en forma especial las que están presentes en la zona a estudio; aparte de las ya indicadas, ellas son:

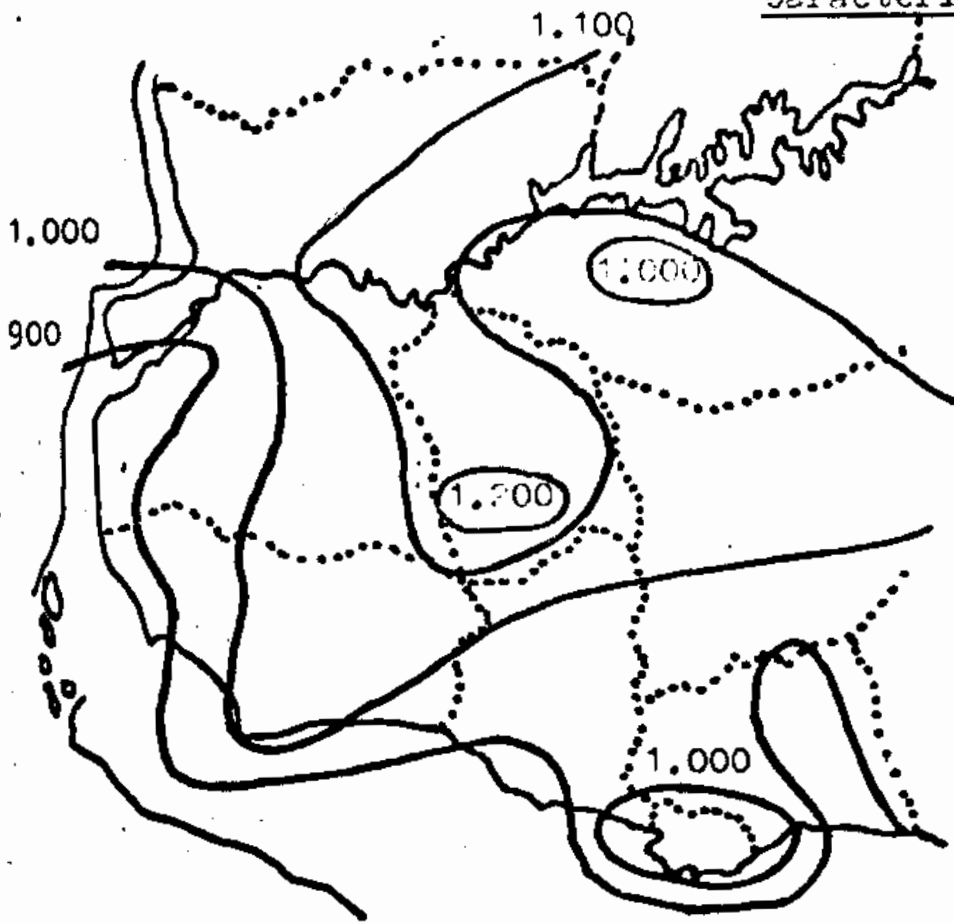
- temperatura media máxima en enero: 29°C
- temperatura media de mínimas en julio: 7°C
- total media anual de lluvias: 900 mm
- cantidad de días con heladas: 15 a 20 días
- fecha media de la primer helada: 10. de julio con una desviación típica en 20 días
- fecha media de la última helada: 10 de agosto con una desviación típica de 20 días

Según trabajos realizados en la Cátedra de Ecología, basados en el método de Thornthwaite (20), el área estudiada está comprendida en la zona climática VI, la región hídrica es húmeda y la región térmica es mesotermal, ( $B_1$  r  $B'_2$  a').

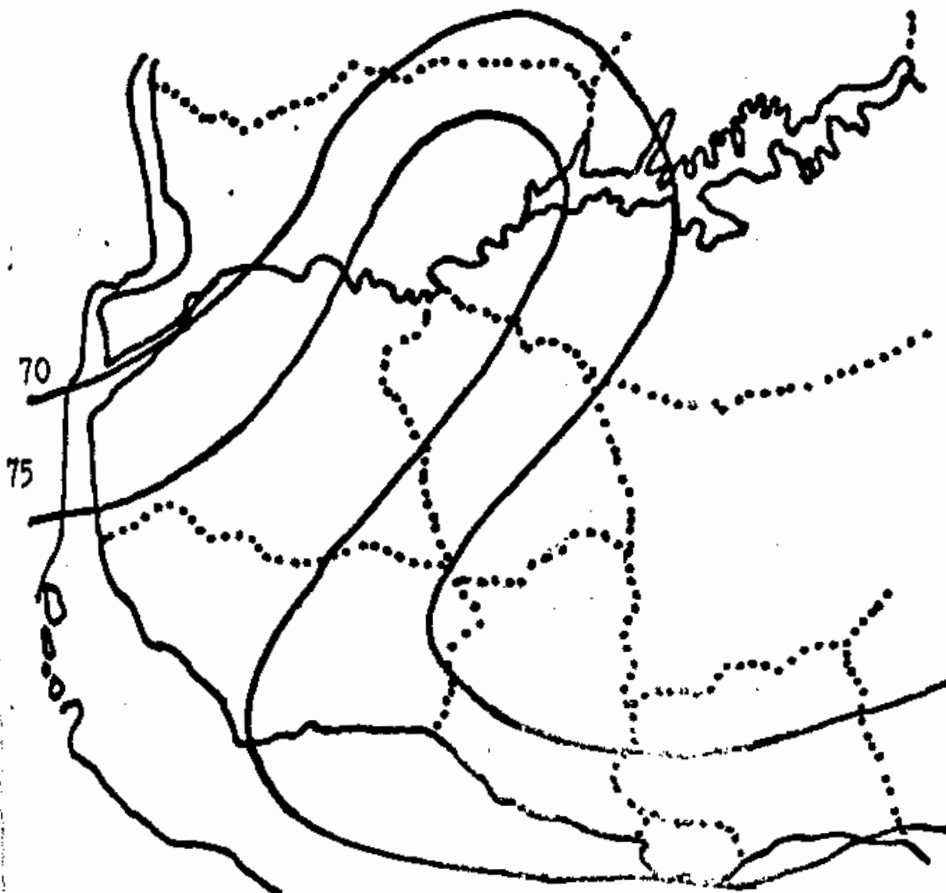
Características Climáticas

del Area

Total medio  
anual de  
lluvias (mm)



Extractado de Atlas Climatológico del Uruguay (22)



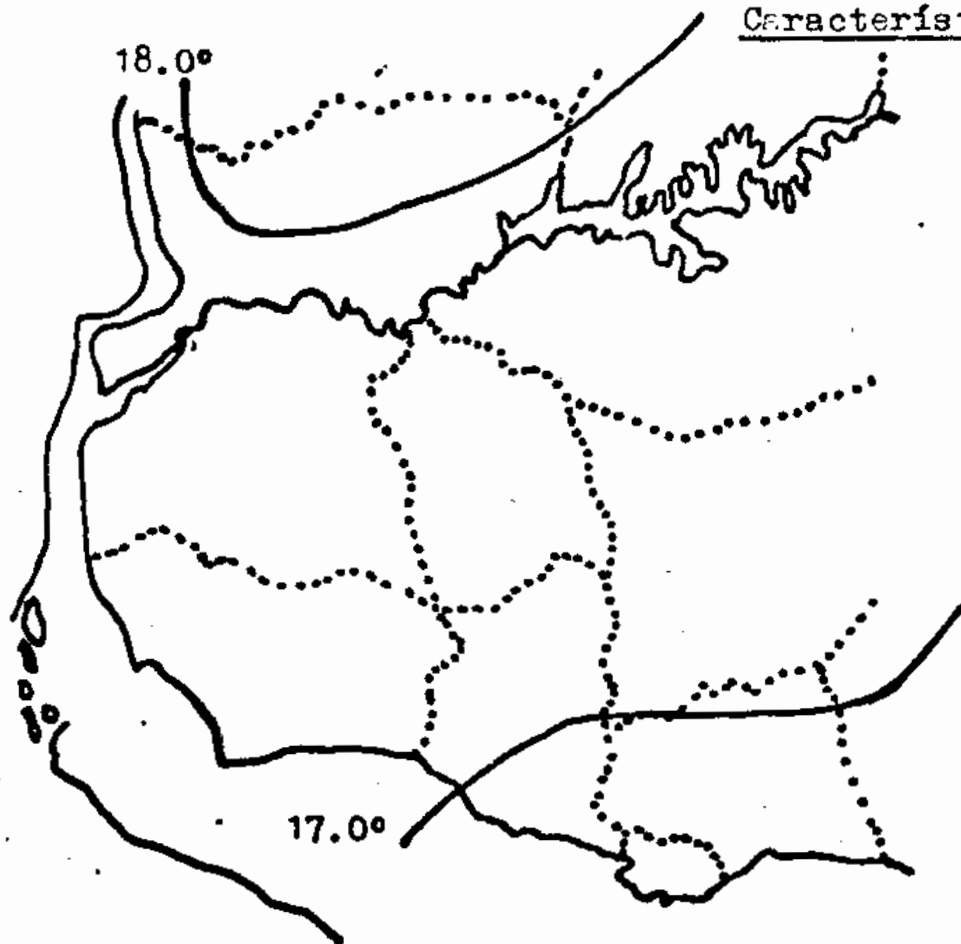
Humedad rela-  
tiva (%)  
Media anual

Figura N° 4 -

Características Climáticas

del Area

Temperatura  
media anual  
en ° C.-



Extractado de Atlas Climatológico del Uruguay (22)



Temperatura  
media de míni-  
mas (julio).-  
En ° C.-

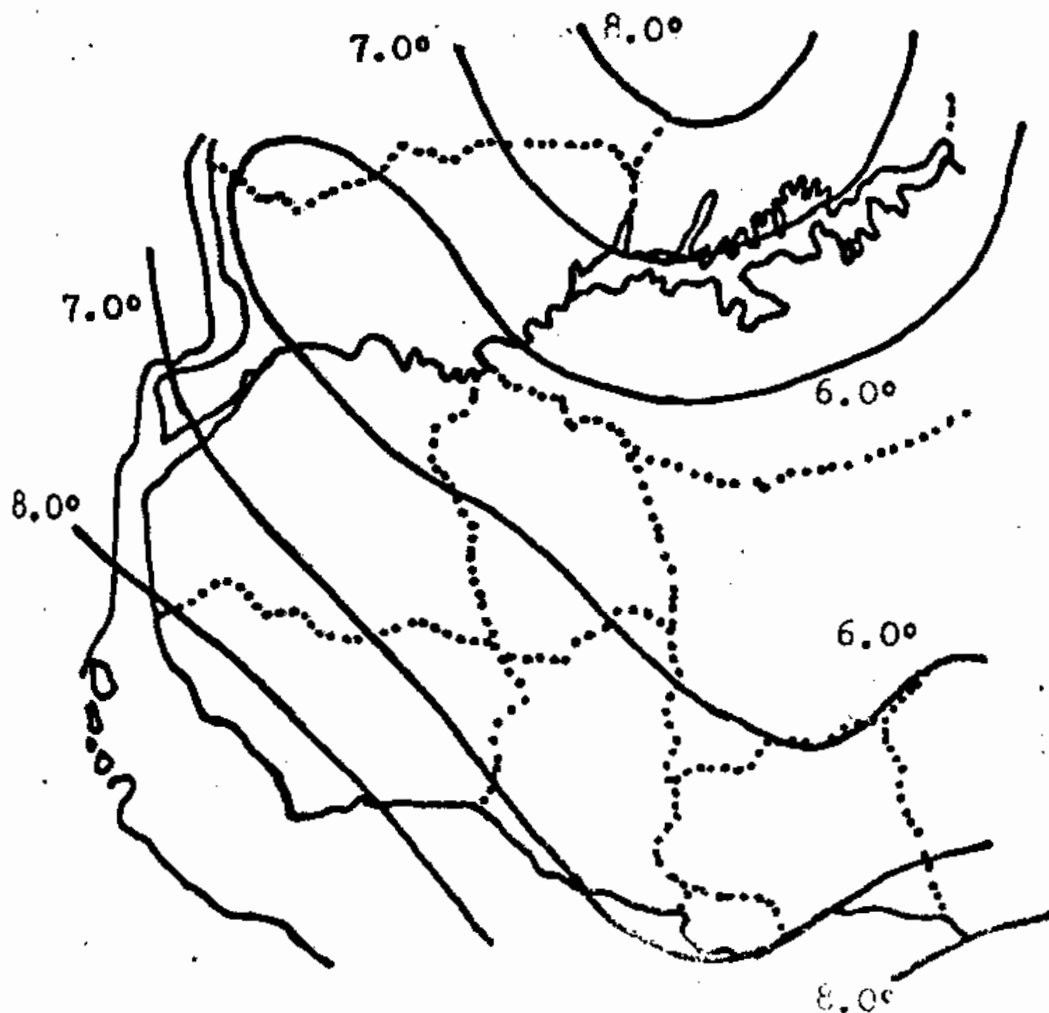
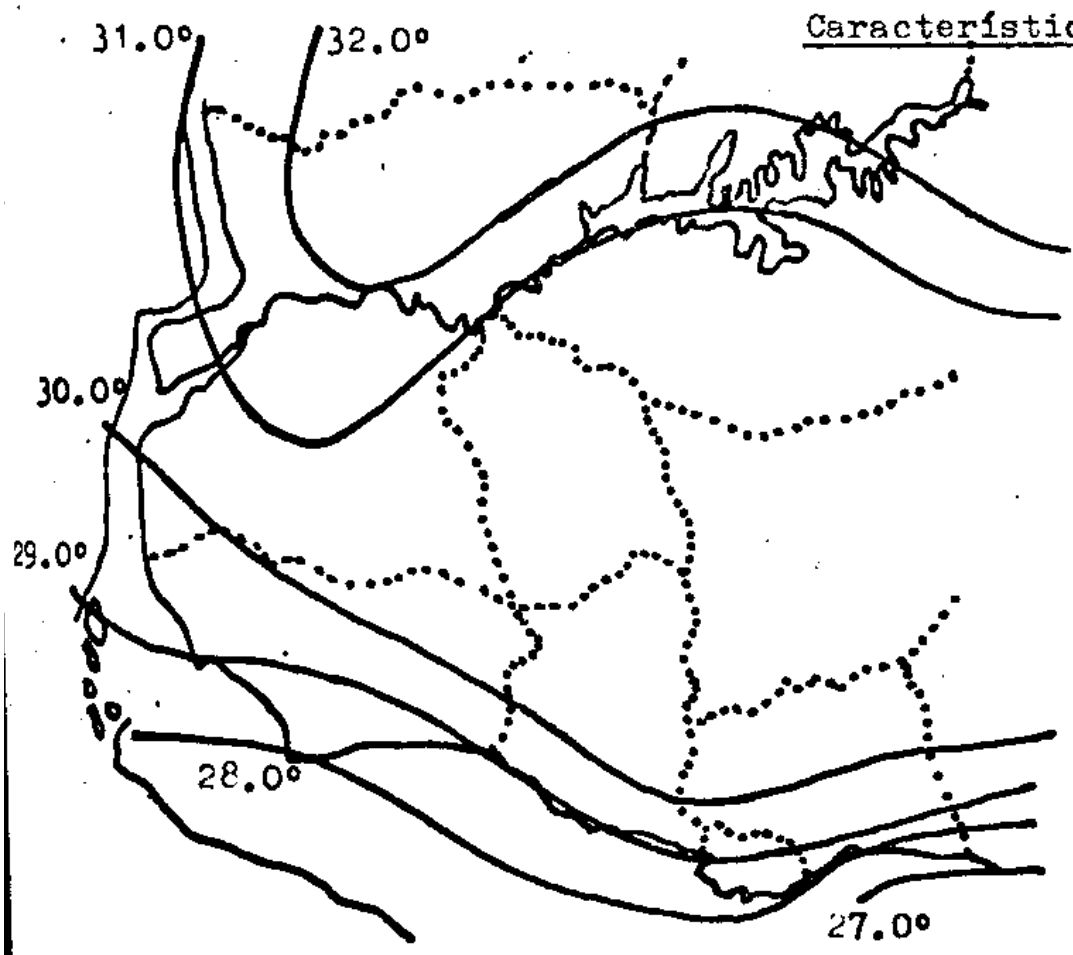


Figura N° 5 -

Características Climáticas

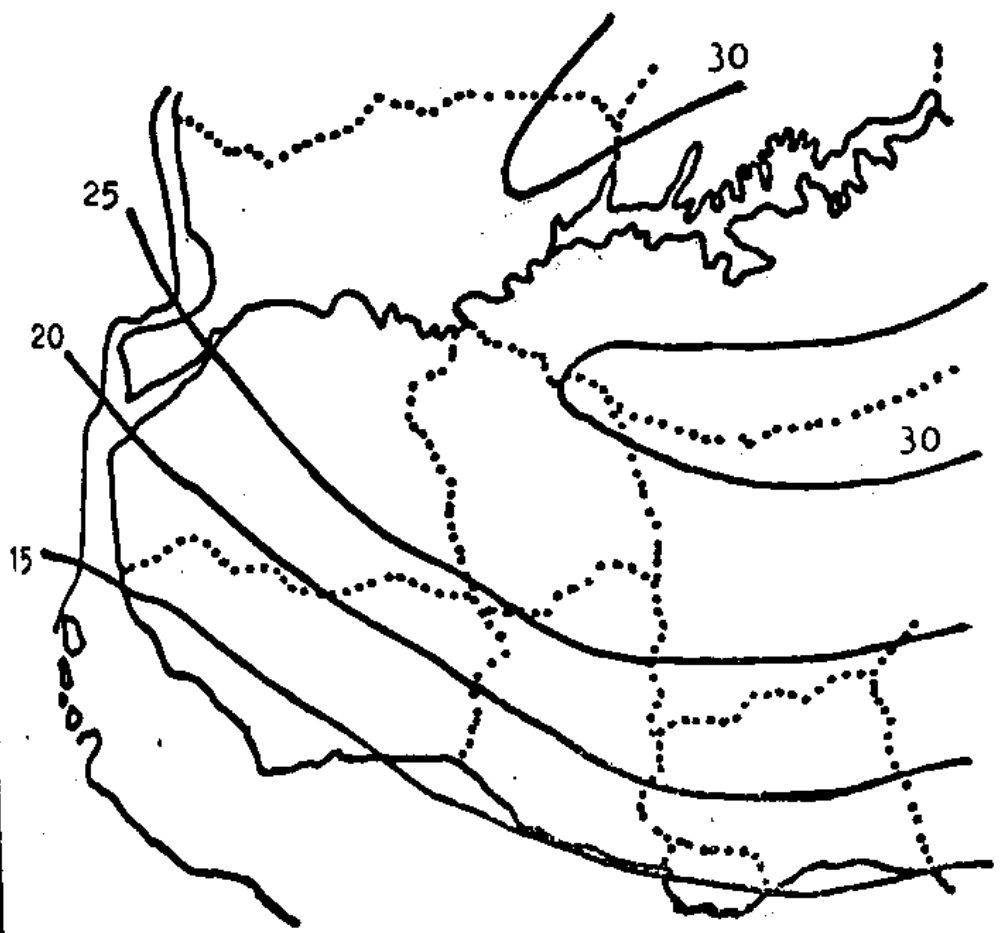
del Area



Temperatura  
media máxima  
(Enero).  
En ° C.-



Extractado de Atlas Climatológico del Uruguay (22).

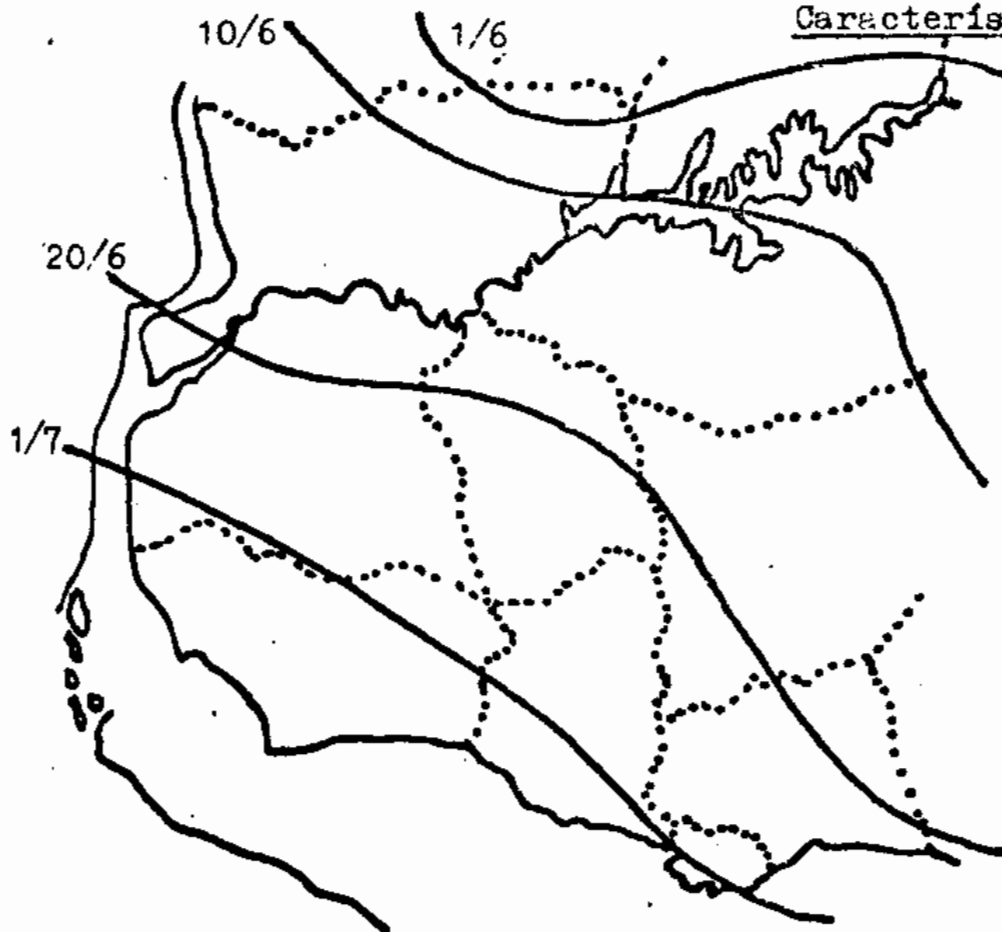


Cantidad de  
días con  
heladas

Figura N° 6 -

Características Climáticas

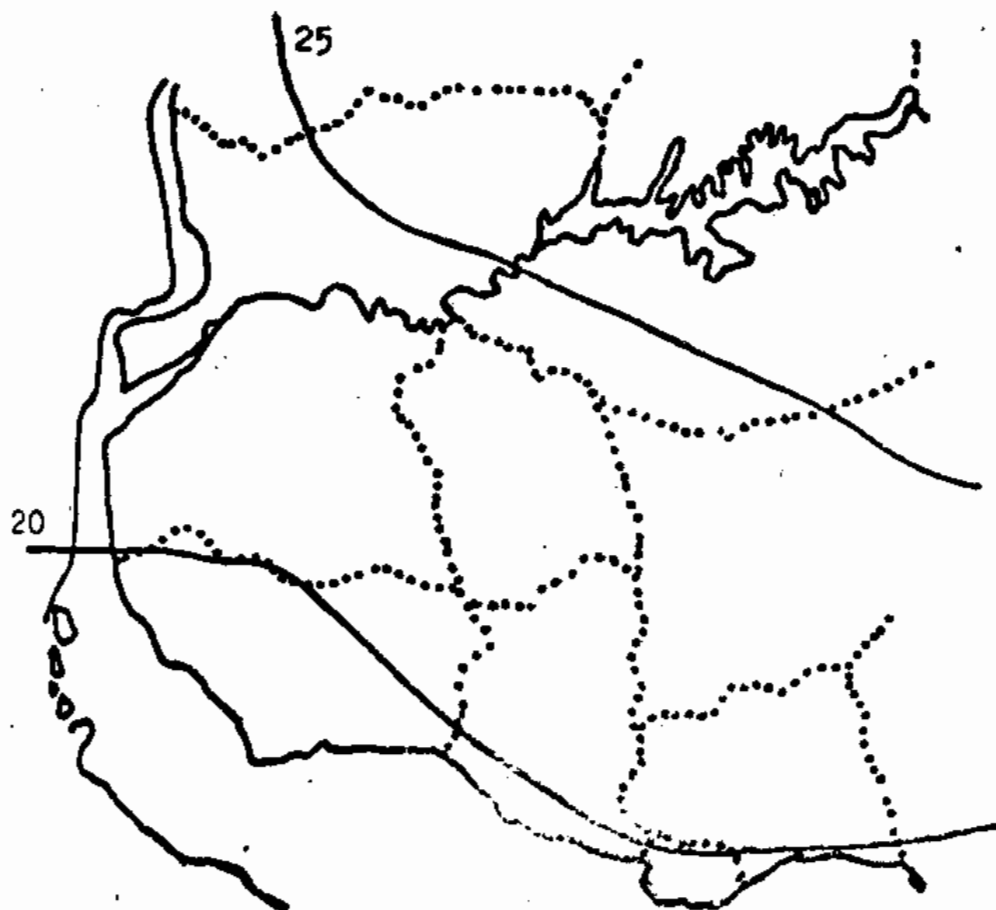
del Area



Fecha media  
de la primer  
helada.-



Extractado de Atlas Climatológico del Uruguay (22).

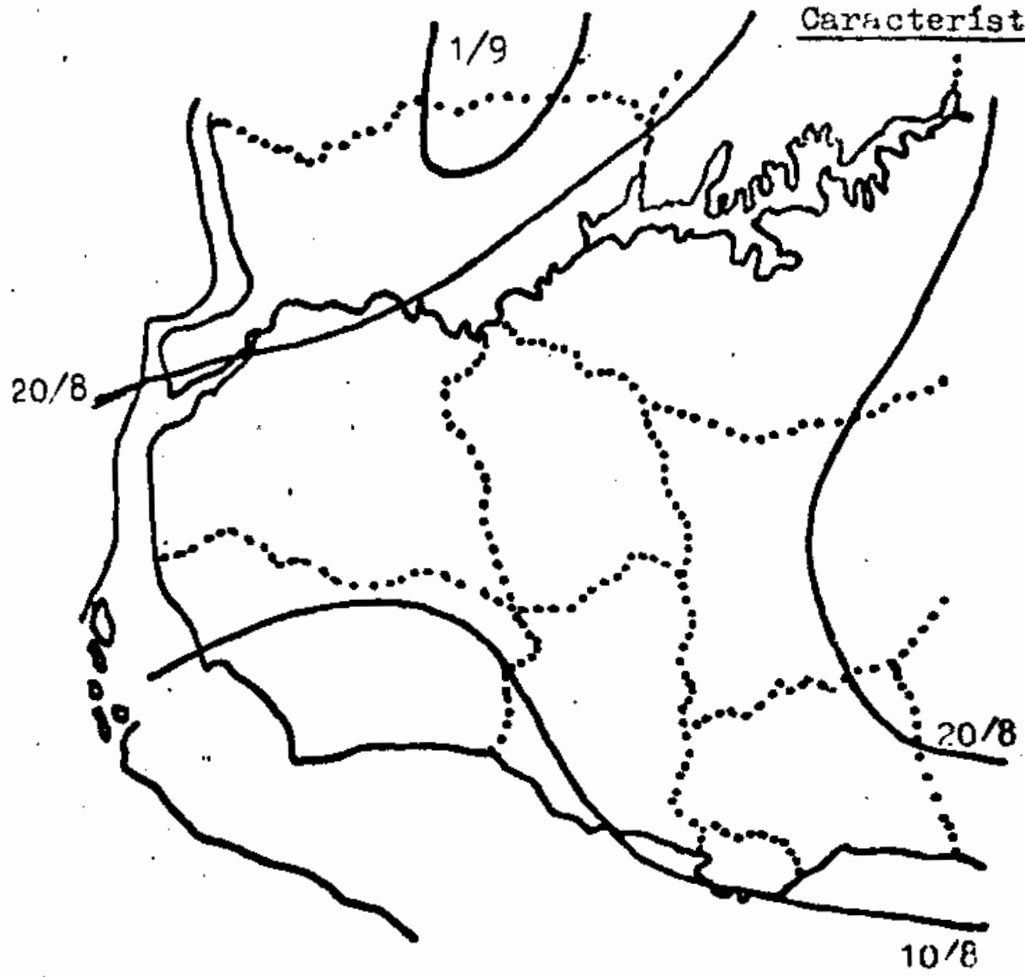


Desviación  
típica(en  
días)de la  
fecha media  
de la primer  
helada

Figura Nº 7 -

Características Climáticas

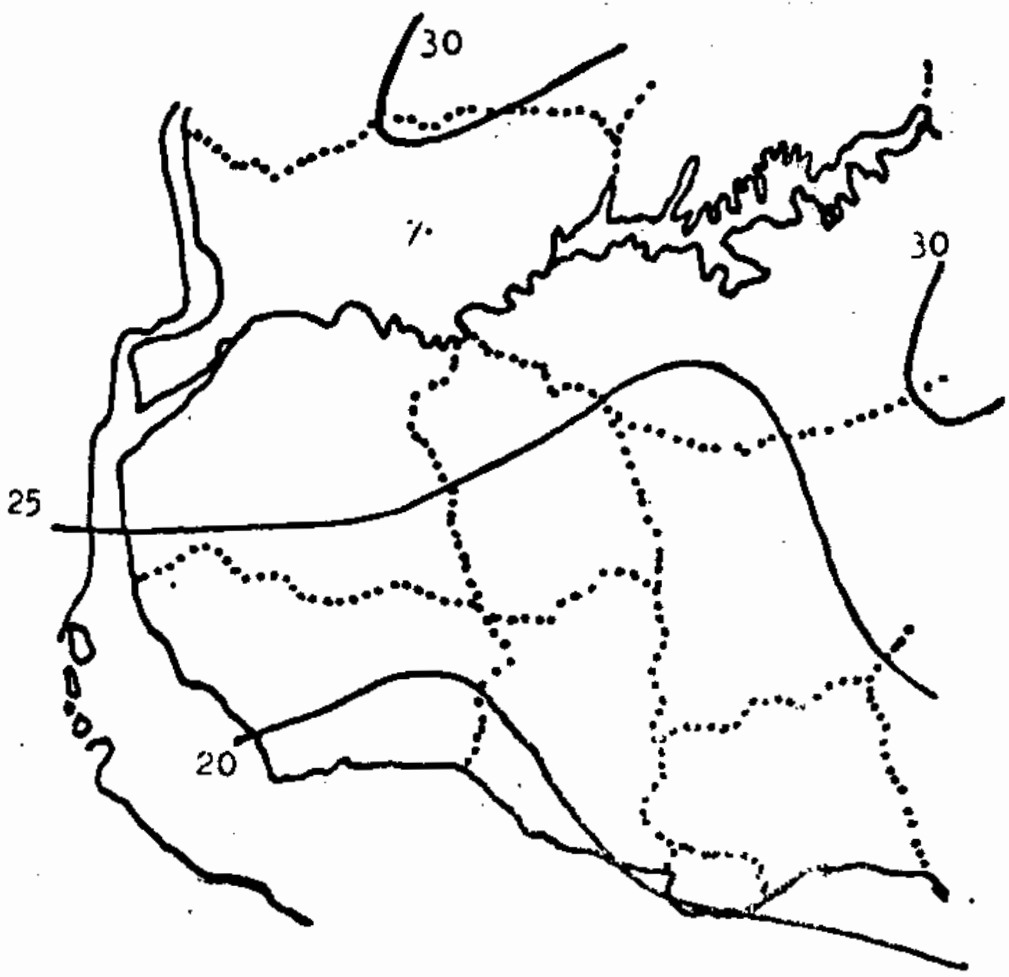
del Area



Fecha media  
de la última  
helada.-



Extractado de Atlas Climatológico del Uruguay (22).



Desviación  
típica (en  
días) de la  
fecha media  
de la última  
helada.-

Figura N° 8 -

### 3.5.- DESCRIPCION DE LAS FAENAS

De acuerdo a lo expuesto en el Capítulo Metodología de Trabajo, donde se planteó el proceso o secuencia de labores, en el presente capítulo se describirá detalladamente el procedimiento tecnológico, o sea como se cumplen las tareas asignadas a los operarios. (18)

Las faenas que se consideran para el presente caso son las de explotación propiamente dichas, siendo ellas:

- corta o apeo del árbol
- trozado
- desrame y apilado de los rollos en el "Camino de Saca" y del producto del desrame.

El procedimiento tecnológico utilizado por los operarios es el siguiente:

Un operario motosierrista es el encargado de realizar las labores de corta o apeo del árbol; luego que éste está en el suelo comienza su desrame con hacha por parte de uno o dos operarios. Estos mismos operarios ayudan al motosierrista en el volteo direccional cuando el mismo presenta dificultades.

Mientras tanto el motosierrista se enfrenta a otro árbol y decide su apeo, tratando de utilizar el criterio de "mesa de trabajo", que consiste en lograr que cada árbol se apoye en el anterior para facilitar su desrame y trozado.(6)

Luego de apearse de cinco a seis árboles el motosierrista comienza a trozar cada uno de ellos a intervalos de 1,10 m de largo.

En el caso de existencia de ramas gruesas, son cortadas con motosierra y no con el hacha.

En este mismo momento los operarios desramadores van acumulando las ramas entre las filas de tocones y se apilan los rolos procedentes de la explotación en las filas centrales.

La zona de explotación que se utiliza normalmente es de cuatro filas de árboles, que al estar a 2,5 m entre ellos da una distancia de trabajo de aproximadamente 10 m. Las ramas se apilan hacia los bordes y los rolos en el centro de dichas filas. En la figura No. 9 se expone un esquema de dicho trabajo.

Indudablemente que la existencia de varales provenientes de un mismo tocón es un elemento que dificulta las tareas



de explotación, ya que el operario al enfrentarse al árbol tiene siempre que "limpiar" más de lo necesario para lograr una buena caída del mismo.

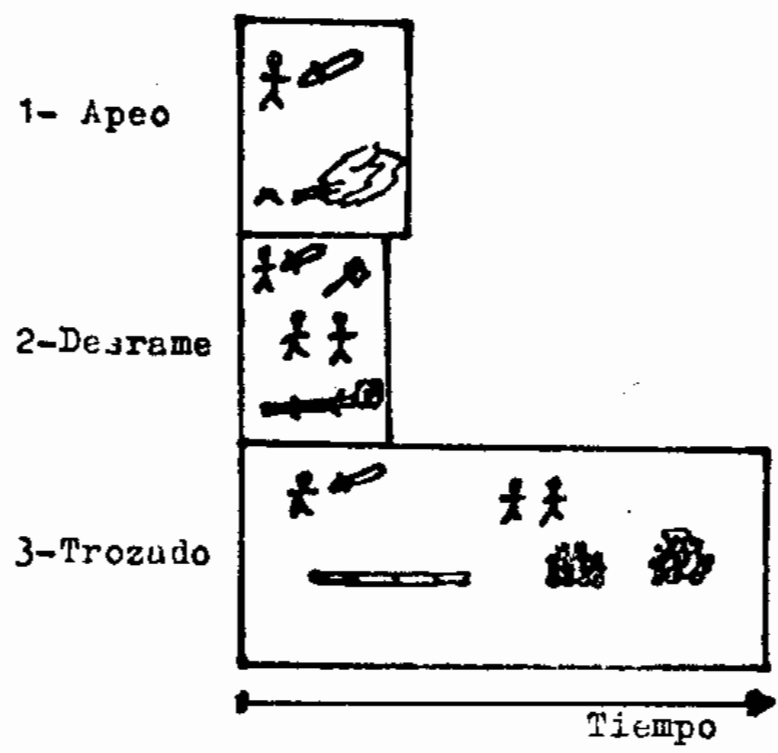
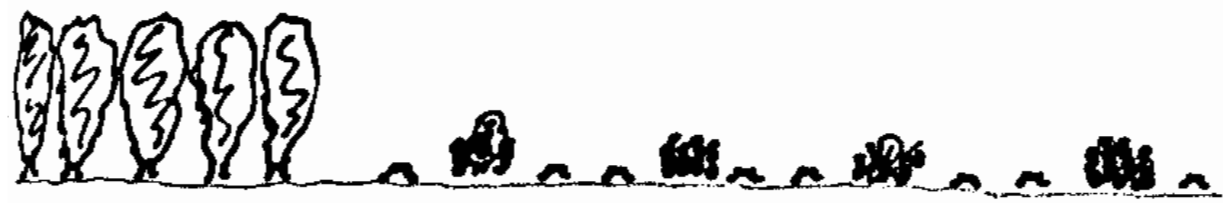


Figura N° 9 - Esquema del Proceso y Procedimiento Utilizado.  
Carta Gam.-

#### 4.- RESULTADOS Y DISCUSION

---

Luego de establecer la división en las faenas del proceso se midieron los tiempos empleados por los operarios en el campo.

En el Cuadro No. 1 se presenta el formulario utilizado para obtener los datos en el campo, allí se expresan los valores obtenidos, ordenados por clase diamétrica y también se exponen los resultados de tiempo totales, tiempos improductivos y tiempos efectivos por cada ciclo (tiempo para cada control). De acuerdo a la metodología de trabajo planteada en el capítulo correspondiente, en este Cuadro se presentan las tareas indicadas para la 1a, 2a, y 3er etapa.

Al final de cada clase diamétrica se exponen para cada una de las faenas el tiempo empleado, su media y su desviación típica.

En cuanto al Método de tiempo continuo, en el Cuadro No 2 se expone el resumen final de los tiempos, para calcular los porcentajes de los tiempos empleados en cada faena. Según este cuadro el diámetro medio del Bosque es de 20,55 cm con un desvío de  $\pm 5,489$ , el volumen medio es de 0,33 metros cúbicos con un desvío de  $\pm 0,22$  metros cúbicos, el

CUADRO NRO. 1 PLANILLA DE DATOS DE CAMPO

1.1.- Clase Diamétrica 10.5 - 15.5 cm Coef.Morf: 0,70

MP (ca)	Volumen m3	T.General	T.Preparación	T.Apeo	T.Des- rame	Trozado		T.Des- canse	Tiempo Total	T.Efec- tivo	T.Impro- ductivo
						Tiempo	N.C / N.T				
5.0	0.150	9m 05s =====	----	0m 10s	----	1m 00s	10 / 11	----	10m 15s	1m 10s	9m 08s
4.0	0.154	----	0m 40s	0m 15s	0m 59s	1m 27s	12 / 13	----	3m 21s	2m 41s	0m 40s
4.0	0.083	----	----	0m 21s	----	0m 34s	6 / 7	----	0m 55s	0m 55s	----
3.0	0.062	----	0m 17s	0m 39s	----	1m 08s	5 / 6	----	2m 01s	1m 44s	0m 17s
3.5	0.100	----	----	0m 13s	----	0m 55s	8 / 9	----	1m 08s	1m 08s	----
11.0	0.103	----	0m 13s	0m 10s	----	0m 51s	14 / 14	----	1m 14s	1m 01s	0m 13s
11.5	0.064	----	0m 47s	0m 16s	----	0m 31s	7 / 8	----	1m 34s	0m 47s	0m 47s
13.0	0.082	----	1m 01s	0m 08s	0m 09s	0m 29s	8 / 8	----	1m 47s	0m 46s	1m 01s
14.5	0.102	----	0m 31s	0m 20s	----	0m 54s	8 / 8	----	1m 45s	1m 14s	0m 31s
12.0	0.079	----	----	0m 14s	----	0m 37s	9 / 9	----	0m 51s	0m 51s	----
13.0	0.092	----	0m 24s	0m 39s	----	0m 58s =====	9 / 9	----	2m 01s	1m 37s	0m 24s
14.0	0.119	----	----	0m 16s	----	1m 00s	13 / 10	----	1m 16s	1m 16s	----
13.5	0.111	----	0m 18s	0m 23s	----	0m 45s	11 / 10	----	1m 26s	1m 08s	0m 18s
14.0	0.119	----	----	0m 18s	----	0m 52s	12 / 10	----	1m 10s	1m 10s	----
14.0	0.119	1m 00s	0m 47s	0m 18s	1m 20s	0m 53s	10 / 10	2m 07s	6m 25s	2m 31s	3m 54s
14.0	0.119	----	0m 11s	0m 12s	----	0m 34s	10 / 10	----	0m 57s	0m 46s	0m 11s
15.0	0.164	----	----	0m 32s	----	0m 51s	12 / 12	----	1m 23s	1m 23s	----
15.0	0.164	----	----	0m 12s	----	1m 03s	12 / 12	----	1m 15s	1m 15s	----
15.0	0.192	----	0m 18s	0m 21s	0m 51s	0m 54s	14 / 14	----	2m 24s	2m 06s	0m 18s
14.0	0.119	----	----	0m 16s	0m 35s	0m 39s	10 / 10	----	1m 30s	1m 30s	----
14.0	0.119	----	0m 24s	0m 12s	0m 41s	1m 07s	10 / 10	----	2m 24s	2m 00s	0m 24s

Volumen ) m3	T. Gene- ral	T. Prepa- ración	T. Apeo	T. Des- canso	Tiempo	Trozado		T. Des- canso	Tiempo	T. Efec- tivo	T. impro- ductivo
						N.C	N.T		Total		
5	0.111	----	0m 11s	----	0m 37s	10	10	----	0m 48s	0m 48s	----
0	0.055	----	0m 24s	----	0m 25s	3	4	----	0m 49s	0m 49s	----
0	0.068	----	0m 11s	----	0m 17s	5	5	----	0m 28s	0m 28s	----
0	0.137	----	0m 46s	0m 08s	0m 48s	10	10	----	1m 42s	0m 56s	0m 46s
0	0.155	----	0m 21s	0m 13s	0m 59s	13	13	----	1m 33s	1m 12s	0m 21s
0	0.083	----	0m 35s	0m 11s	0m 28s	7	7	----	1m 14s	0m 39s	0m 35s

RESUMEN DE CLASE DIAMETRICA: 10.5 cm. - 15.5 cm.

2	27	2	15	27	6	27	27	27	1	27	27	16
	0.371	83m 30s	4m 41s	2m 42s	4m 17s	18m 57s	2764	2649	4m 28s	210m 09s	50m 20s	101m 47s
	3.025	10m 05s	7m 23s	7m 42s	4m 35s	21m 33s	258	259	2m 07s	53m 36s	33m 51s	19m 45s
	0.112	5m 02s	0m 30s	0m 17s	0m 43s	0m 47s	9.6	9.6	2m 07s	1m 59s	1m 15s	1m 14s
	0.035	5m 42s	0m 15s	0m 08s	0m 23s	0m 15s	2.8	2.5	----	1m 59s	0m 33s	2m 16s

1.2.- Clase diamétrica 15.5 - 20.5 cm Coef.Morf.: 0,75

DAP (cm)	Volumen m3	T.General	T.Preparación	T.Apeo	T.Desrame	Tiempo	Trozado		T.Descanso	Tiempo Total	T. Efectivo	T.Improductivo
							N.C	N.T				
16.0	0.145	----	----	0m 23s	----	0m 35s	9	10	----	0m 58s	0m 58s	----
17.0	0.196	----	----	0m 18s	----	1m 13s	10	12	----	1m 31s	1m 31s	----
19.0	0.183	----	----	0m 21s	0m 35s	0m 41s	8	9	----	1m 37s	1m 37s	----
20.0	0.203	----	----	0m 18s	0m 38s	0m 32s	8	9	----	1m 28s	1m 28s	----
16.5	0.169	----	----	0m 21s	0m 53s	0m 50s	10	11	----	2m 04s	2m 04s	----
19.0	0.183	----	----	0m 25s	0m 54s	1m 20s	8	9	----	2m 39s	2m 39s	----
18.5	0.251	----	----	0m 40s	0m 32s	1m 02s	12	13	----	2m 14s	2m 14s	----
17.0	0.212	----	0m 10s	0m 11s	0m 38s	0m 51s	12	13	0m 37s	2m 27s	1m 40s	0m 47s
18.5	0.251	----	0m 34s	0m 45s	1m 00s	1m 20s	12	13	----	3m 39s	3m 05s	0m 34s
15.5	0.190	----	0m 11s	0m 13s	----	0m 51s	14	14	----	1m 15s	1m 04s	0m 11s
15.5	0.095	----	1m 45s	0m 13s	----	0m 37s	9	7	----	2m 35s	0m 50s	1m 45s
16.0	0.202	----	----	0m 18s	----	0m 51s	14	14	----	1m 09s	1m 09s	----
16.0	0.116	----	0m 12s	0m 18s	0m 32s	1m 01s	8	8	----	2m 03s	1m 51s	0m 12s
17.0	0.163	----	0m 15s	0m 18s	0m 03s	0m 57s	10	10	----	1m 33s	1m 18s	0m 15s
18.0	0.238	----	0m 14s	0m 32s	0m 35s	1m 41s	13	13	----	3m 02s	2m 48s	0m 14s
20.0	0.200	----	----	0m 13s	0m 15s	1m 10s	10	10	----	1m 38s	1m 38s	----
18.5	0.251	----	1m 14s	0m 39s	0m 50s	1m 13s	13	13	----	3m 56s	2m 42s	1m 14s
20.0	0.226	----	----	0m 17s	----	1m 55s	10	10	----	2m 12s	2m 12s	----
15.5	0.217	----	----	0m 19s	----	1m 10s	16	16	----	1m 29s	1m 29s	----
18.5	0.193	----	0m 20s	0m 37s	----	1m 10s	10	10	----	2m 07s	1m 47s	0m 20s
18.0	0.256	----	----	0m 20s	0m 31s	1m 35s	14	14	----	2m 26s	2m 26s	----

DAP (cm)	Volumen m3	T. General	T. Preparación	T. Apeo	T. Des-rame	Tiempo	Trozado N.C	Trozado N.T	T. Des-canso	Tiempo Total	T. efectivo	T. improductivo
16.5	0.185	----	1m 10s	0m 18s	0m 34s	1m 04s	12	12	----	3m 06s	1m 56s	1m 10s
17.0	0.163	----	0m 18s	0m 17s	0m 58s	0m 50s	10	10	----	2m 23s	2m 05s	0m 18s
19.0	0.204	----	1m 13s	0m 19s	1m 22s	0m 52s	10	10	----	3m 46s	2m 33s	1m 13s
17.0	0.245	----	0m 21s	0m 17s	0m 59s	1m 13s	15	15	3m 07s	5m 57s	2m 29s	3m 28s
20.0	0.362	----	0m 21s	0m 26s	0m 20s	2m 45s	16	16	----	3m 52s	3m 31s	0m 21s
18.0	0.275	----	0m 12s	0m 19s	----	1m 14s	15	14	10m 26s	12m 11s	1m 33s	10m 38s
17.0	0.245	----	0m 06s	0m 16s	0m 20s	1m 06s	17	15	----	1m 48s	1m 42s	0m 06s
17.0	0.212	----	0m 06s	0m 15s	0m 13s	0m 52s	13	13	----	1m 26s	1m 20s	0m 06s
16.0	0.159	----	0m 18s	0m 23s	0m 24s	1m 15s	11	11	----	2m 20s	2m 02s	0m 18s
17.0	0.163	----	0m 30s	0m 11s	----	1m 09s	11	10	----	1m 50s	1m 20s	0m 30s
17.5	0.329	----	0m 05s	0m 31s	----	1m 19s	19	19	----	1m 55s	1m 50s	0m 05s
16.0	0.202	----	2m 45s	0m 31s	----	1m 09s	14	14	----	4m 25s	1m 40s	2m 45s
19.5	0.344	----	0m 22s	0m 23s	0m 46s	1m 55s	16	16	----	3m 26s	3m 04s	0m 22s
17.0	0.245	----	2m 48s	0m 26s	----	1m 19s	15	15	----	4m 33s	1m 45s	2m 48s

RESUMEN DE CLASE DIAMETRICA: 15.5 cm. - 20.5 cm.

DAP (cm)	Volumen m <sup>3</sup>	T. General	T. Preparación	T. Aseo	T. Desrame	Tiempo	Trozado N.C	Trozado N.T	T. Des canso	Tiempo Total	T. Efectivo	T. Improductivo
n	35	----	23	35	22	35	35	35	3	35	35	23
$\sum X^2$	1.718	----	24m 21s	5m 29s	10m 46s	53m 24s	5420	5484	118m 56s	402m 35s	143m 28s	149m 51s
$\sum X$	7.499	----	15m 30s	12m 51s	13m 52s	40m 37s	424	428	14m 10s	97m 00s	67m 20s	29m 40s
$\bar{x}$	0.214	----	0m 40s	0m 22s	0m 37s	1m 09s	12	12	4m 43s	2m 46s	1m 55s	1m 17s
$\sigma$	0.057	----	0m 47s	0m 08s	0m 18s	0m 25s	2.8	2.7	5m 06s	1m 59s	0m 38s	2m 15s



1.3.- Clase diamétrica: 20.5 - 25.5 cm Coef.Morf.:0.49

NP (cm)	Volumen m3	T.Gene- ral	T.Prepa- ración	T.Areo	T. Des- canso	Tiempo	Trozado N.C	N.T	T.Des- canso	Tiempo Total	T.Efec- tivo	T.impro- ductivo
5.0	0.319	----	-----	0m 25s	0m 47s	0m 25s	10	12	----	1m 37s	1m 37s	----
2.0	0.412	----	0m 45s	0m 19s	-----	1m 45s	18	20	----	2m 49s	2m 04s	0m 45s
23.5	0.446	----	1m 54s	0m 43s	-----	3m 18s	18	19	----	5m 55s	4m 01s	1m 54s
2.5	0.345	----	1m 08s	0m 25s	-----	1m 15s	15	16	----	2m 49s	1m 40s	1m 08s
22.0	0.309	----	0m 10s	0m 25s	3m 40s	0m 54s	14	15	----	5m 09s	4m 59s	0m 10s
22.0	0.309	----	-----	0m 20s	-----	1m 57s	14	15	----	2m 17s	2m 17s	----
25.0	0.426	----	-----	0m 32s	-----	2m 12s	15	16	----	2m 44s	2m 44s	----
21.5	0.374	----	-----	0m 13s	-----	2m 14s	18	19	----	2m 27s	2m 27s	----
21.5	0.254	----	0m 22s	0m 21s	0m 11s	1m 10s	12	13	16m 28s	18m 32s	1m 42s	16m 50s
22.5	0.345	----	0m 02s	0m 19s	-----	1m 39s	15	16	-----	2m 00s	1m 58s	0m 02s
21.5	0.315	----	3m 01s	0m 28s	-----	1m 30s	16	16	----	4m 59s	1m 58s	3m 01s
25.0	0.479	2m 30s	1m 52s	0m 35s	0m 57s	2m 00s	19	18	----	7m 54s	3m 32s	4m 22s
25.0	0.457	----	0m 20s	0m 52s	0m 30s	2m 12s	18	17	0m 42s	4m 36s	3m 34s	1m 02s
2.0	0.309	----	-----	0m 13s	0m 29s	1m 38s	15	15	----	2m 20s	2m 20s	----
24.0	0.147	----	1m 16s	0m 26s	-----	0m 56s	6	6	----	2m 38s	1m 22s	1m 16s
22.0	0.330	----	0m 56s	0m 26s	1m 00s	1m 38s	18	16	1m 40s	5m 40s	3m 04s	2m 36s
22.5	0.259	----	-----	0m 33s	0m 30s	1m 30s	12	12	----	2m 33s	2m 33s	----
22.0	0.247	6m 08s	0m 38s	0m 25s	0m 58s	1m 31s	14	12	----	9m 40s	2m 54s	6m 46s
21.0	0.244	2m 40s	0m 23s	0m 56s	0m 25s	1m 36s	13	13	-----	6m 00s	2m 57s	3m 03s

DAP (cm)	Volumen m3	T. General	T. preparación	T. Apeo	T. Desrame	Tiempo	Trozado N.C	Trozado N.T	T. Des canso	Tiempo Total	T. Efectivo	T. Improductivo
21.0	0.225	----	<u>1m 14s</u>	0m 41s	----	1m 20s	12	12	----	3m 15s	2m 01s	1m 14s
23.0	0.360	----	----	0m 53s	1m 18s	2m 04s	16	16	----	4m 15s	4m 15s	----
23.0	0.383	4m 07s	0m 36s	0m 30s	0m 53s	1m 55s	20	17	----	8m 01s	3m 18s	4m 43s
22.0	0.350	----	----	0m 42s	0m 27s	1m 51s	17	17	----	3m 00s	3m 00s	----
24.0	0.442	<u>52m 46s</u>	0m 06s	0m 27s	----	<u>1m 35s</u>	18	18	----	54m 54s	2m 02s	52m 52s
22.0	0.309	----	0m 07s	0m 33s	0m 33s	1m 18s	15	15	----	2m 31s	2m 24s	0m 07s
25.0	0.390	----	----	0m 21s	0m 11s	1m 54s	15	15	----	2m 26s	2m 26s	----
21.5	0.354	----	0m 11s	0m 25s	0m 46s	1m 27s	18	18	----	2m 49s	2m 38s	0m 11s
25.0	0.506	----	0m 56s	0m 27s	0m 50s	2m 37s	22	19	1m 39s	6m 29s	3m 54s	2m 35s
25.0	0.425	----	1m 06s	0m 29s	----	1m 51s	16	16	----	3m 26s	2m 20s	1m 06s
24.0	0.392	----	0m 13s	0m 50s	----	2m 06s	16	16	----	3m 09s	2m 56s	0m 13s
25.0	0.665	----	0m 24s	1m 05s	1m 05s	4m 55s	26	25	----	7m 29s	7m 05s	0m 24s
24.5	0.537	----	----	0m 20s	0m 40s	1m 20s	22	21	----	2m 20s	2m 20s	----
21.0	0.375	----	1m 27s	0m 22s	0m 47s	3m 57s	21	20	----	6m 33s	5m 06s	1m 27s
25.0	0.479	----	----	<u>0m 20s</u>	0m 09s	1m 53s	19	18	----	2m 22s	2m 22s	----
21.0	0.357	----	0m 51s	0m 18s	----	0m 24s	19	19	3m 14s	4m 47s	0m 42s	4m 05s
23.5	0.329	----	0m 43s	0m 25s	0m 18s	1m 51s	15	14	----	3m 17s	2m 34s	0m 43s
25.0	0.479	----	<u>4m 01s</u>	0m 23s	0m 10s	3m 41s	19	18	----	8m 15s	4m 14s	4m 01s
22.5	0.431	3m 04s	0m 08s	0m 21s	----	<u>2m 02s</u>	21	20	----	5m 35s	2m 23s	3m 12s
22.0	0.371	----	2m 35s	0m 28s	0m 28s	1m 42s	19	18	----	5m 13s	2m 38s	2m 35s
20.5	0.286	----	----	0m 37s	1m 30s	2m 04s	17	16	----	4m 11s	4m 11s	----
21.0	0.263	----	----	0m 20s	----	1m 28s	15	14	----	1m 48s	1m 48s	----

MP (cm)	Volumen m3	T. General	T. Preparación	T. Apeo	T. Desrame	Tiempo	Trozado		T. Descanso	Tiempo Total	T. efectivo	T. improductivo
							N.C	N.T				
0.5	0.251	---	3m 12s	0m 29s	1m 09s	1m 38s	15	14	---	6m 28s	3m 16s	3m 12s
						=====						
1.0	0.300	---	0m 19s	0m 27s	---	2m 23s	17	16	---	3m 09s	2m 50s	0m 19s
1.5	0.400	---	0m 10s	0m 40s	---	2m 00s	18	17	---	2m 50s	2m 40s	0m 10s
						=====						

RESUMEN DE CLASE DIAMETRICA: 20.5 cm - 25.5 cm

44	6	31	44	26	44	44	44	5	44	44	31
6.202	2861m39s	62m 05s	12m 27s	28m 17s	189m 23s	12564	12033	287m35s	4284m58s	410m 54s	3271m 04s
15.992	72m 15s	31m 06s	21m 48s	20m 41s	82m 36s	728	715	23m 43s	251m 10s	125m 06s	126m 04s
0.363	11m 52s	1m 00s	0m 29s	0m 47s	1m 52s	16.54	16.25	4m 44s	5m 42s	2m 50s	4m 04s
0.095	20m 04s	1m 00s	0m 11s	0m 41s	0m 49s	3.47	3.1	6m 36s	8m 08s	1m 07s	9m 35s

1.4.- Clase diamétrica: 25.5 - 30.5 cm Coef. Morf.: 0.597

Volumen (m <sup>3</sup> )	T. Gene- ral	T. Prepa- ración	T. Apeo	T. Des- rame	Tiempo	Trozado N.C	N.T	T. Des- canso	Tiempo Total	T. Efec- tivo	T. Impro- ductivo
0.415	----	----	0m 26s	1m 00s	0m 27s	10	12	----	1m 53s	1m 53s	----
0.217	----	----	0m 15s	0m 24s	0m 14s	6	7	----	0m 53s	0m 53s	----
1.260	----	----	0m 48s	----	4m 05s	30	34	----	4m 53s	4m 53s	----
0.333	----	----	0m 56s	----	1m 27s	8	10	----	2m 23s	2m 23s	----
0.805	<u>2m 45s</u>	----	0m 56s	----	2m 35s	19	21	----	6m 06s	3m 21s	2m 45s
0.526	----	0m 11s	0m 37s	----	1m 52s	16	17	----	2m 40s	2m 29s	0m 11s
0.729	----	----	0m 50s	1m 39s	2m 15s	18	19	6m 53s	11m 37s	4m 44s	6m 53s
0.557	----	0m 12s	0m 55s	----	1m 59s	19	18	----	3m 06s	2m 54s	0m 12s
0.630	----	2m 01s	0m 36s	----	2m 47s	18	17	0m 48s	6m 12s	3m 23s	2m 49s
0.610	----	0m 29s	0m 42s	0m 35s	1m 40s	19	19	----	3m 26s	2m 57s	0m 29s
0.566	----	----	0m 30s	0m 44s	2m 38s	18	19	3m 57s	7m 49s	3m 52s	3m 57s
0.600	<u>4m 47s</u>	0m 20s	0m 48s	0m 41s	4m 15s	18	18	15m 18s	26m 09s	5m 44s	20m 25s
0.430	----	0m 56s	0m 49s	2m 16s	2m 07s	15	15	----	6m 08s	5m 12s	0m 56s
0.387	----	----	0m 51s	0m 41s	1m 21s	12	13	1m 18s	4m 11s	2m 53s	1m 18s
0.357	----	0m 20s	0m 55s	----	0m 58s	11	12	----	2m 13s	1m 53s	0m 20s
0.829	----	0m 28s	0m 34s	0m 31s	5m 06s	30	24	8m 41s	15m 20s	6m 11s	9m 09s
0.666	----	1m 12s	0m 22s	0m 47s	3m 57s	20	20	----	6m 18s	5m 06s	1m 12s

RESUMEN CLASE DIAMETRICA: 25.5 - 30.5 cm

MP (m)	Volumen m3	T. General	T. Preparación	T. Apeo	T. Des-rame	T. Des-Tiempo	Trozado N.C	Trozado N.T	T. Des-canso	Tiempo Total	T. Efec-tivo	T. impro-ductivo
2	17	2	9	17	10	17	17	17	6	17	17	13
	6.726	30m 26s	7m 07s	8m 58s	11m 42s	121m 43s	5525'	5713'	374m48s'	1352m18s'	253m 19s	583m 27s
	9.917	7m 32s	6m 09s	11m 50s	9m 18s	39m 33s	287'	295'	36m55s'	111m17s'	60m 41s	60m 36s
	0.583	3m 46s	0m 41s	0m 41s	0m 55s	2m 19s	16.9'	17.35'	6m 09s'	6m 32s	3m 34s	3m 53s
	0.242	1m 26s	0m 36s	0m 12s	0m 35s	1m 21s	6.5'	6.1'	5m 26s'	6m 14s	1m 30s	6m 40s

1.5.- Clase Diamétrica: Mayor a 30,5 cm Coef. Morf.: 0,518

---

NP (m)	Volumen m <sup>3</sup>	T. General	T. Preparación	T. Apeo	T. Desrame	Tiempo	Trozado N.C.	Trozado N.T	T. Descanso	Tiempo Total	T. Efectivo	T. Improductivo
5.0	0.883	3m 32s	0m 36s	0m 56s	1m 32s	1m 47s	14	16	----	8m 23s	4m 15s	4m 08s
		=====										
1.0	0.865	----	0m 42s	0m 30s	----	1m 46s	17	20	----	2m 58s	2m 16s	0m 42s
0.5	1.846	2m 00s	0m 26s	1m 07s	1m 36s	4m 06s	24	25	----	9m 15s	6m 49s	2m 26s
3.5	0.960	----	0m 41s	1m 23s	----	1m 55s	19	19	----	3m 59s	3m 18s	0m 41s
3.5	1.314	----	1m 39s	1m 05s	2m 18s	3m 54s	30	26	1m 48s	10m 44s	7m 17s	3m 27s
						=====						

RESUMEN DE CLASE DIAMETRICA: MAYOR A 30,5 cm

---

n	5	2	5	5	3	5	5	5	1	5	5	5
$\bar{x}$	7.584	16m 29s	4m 13s	5m 27s	10m 12s	41m 59s	2322	2318	----	295m 42s	133m 36s	35m 52s
$\bar{y}$	5.868	5m 32s	4m 14s	5m 01s	5m 27s	13m 28s	104	106	1m 48s	35m 19s	23m 55s	11m 24s
$\bar{z}$	1.174	2m 46s	0m 48s	1m 00s	1m 48s	2m 41s	20.8	21.2	----	7m 13s	4m 47s	2m 16s
$\sigma$	0.417	1m 05s	0m 28s	0m 19s	0m 25s	1m 11s	6.3	4.2	----	3m 29s	2m 11s	1m 39s

NOTAS: En Tiempo de Trozado N.C. = número de cortes  
 N.T. = número de trozas

===== Tiempo Multimomento

CUADRO NRO. 2.- RESUMEN FINAL DE DATOS

D.A.P	Volumen ' m3	T. Gene- ' ral	T.Prepa- ' ración	Tiempo ' Apeo	T.Des- ' rame	T.trozado	T.Des- ' canso	Tiempo ' Total	Tiempo ' Efectivo	T. impro- ' ductivo	
10.5-15.5	' 3.025	' 10m 05s	' 7m 33s	' 7m 43s	' 4m 35s	' 21m 33s	' 2m 07s	' 53m 36s	' 33m 51s	' 19m 45s	
15.5-20.5	' 7.499	' ----	' 15m 30s	' 12m 51s	' 13m 52s	' 40m 37s	' 14m 10s	' 97m 00s	' 67m 20s	' 29m 40s	
20.5-25.5	' 15.992	' 71m 15s	' 31m 06s	' 21m 49s	' 20m 41s	' 82m 36s	' 23m 43s	' 251m 10s	' 121m 06s	' 125m 04s	
25.5-30.5	' 9.917	' 7m 32s	' 6m 09s	' 11m 50s	' 9m 18s	' 39m 33s	' 36m 55s	' 111m 17s	' 60m 41s	' 50m 36s	
30.5	' 5.868	' 5m 32s	' 4m 04s	' 5m 01s	' 5m 26s	' 13m 28s	' 1m 48s	' 35m 19s	' 23m 55s	' 11m 24s	
Totales	' 42.301	' 94m 24s	' 64m 22s	' 59m 14s	' 53m 52s	' 197m 47s	' 78m 43s	' 548m 22s	' 310m 53s	' 237m 29s	
n	' 128	' 128	' 12	' 83	' 128	' 67	' 128	' 16	' 128	' 128	' 88
X	' 57906,5	' 22.601	' 2992m 05s	' 102m 29s	' 34m 59s	' 65m 16s	' 420m 29s	' 789m 04s	' 6546m 30s	' 991m 30s	' 4142m 00s
X	' 2631	' 42.301	' 94m 24s	' 64m 22s	' 59m 14s	' 53m 52s	' 197m 47s	' 78m 43s	' 548m 22s	' 310m 53s	' 237m 29s
x	' 20.55	' 0.33	' 7m 52s	' 0m 46s	' 0m 27s	' 0m 48s	' 1m 32s	' 4m 55s	' 4m 17s	' 2m 25s	' 2m 41s
s	' 5.489	' 0.26	' 14m 18s	' 0m 48s	' 0m 14s	' 0m 34s	' 0m 57s	' 5m 10s	' 5m 44s	' 1m 21s	' 6m 20s
C.V.	' 26,71	' 78,79	' 181,78	' 104,35	' 51,85	' 70,83	' 61,96	' 105,08	' 133,85	' 179,01	' 236,02

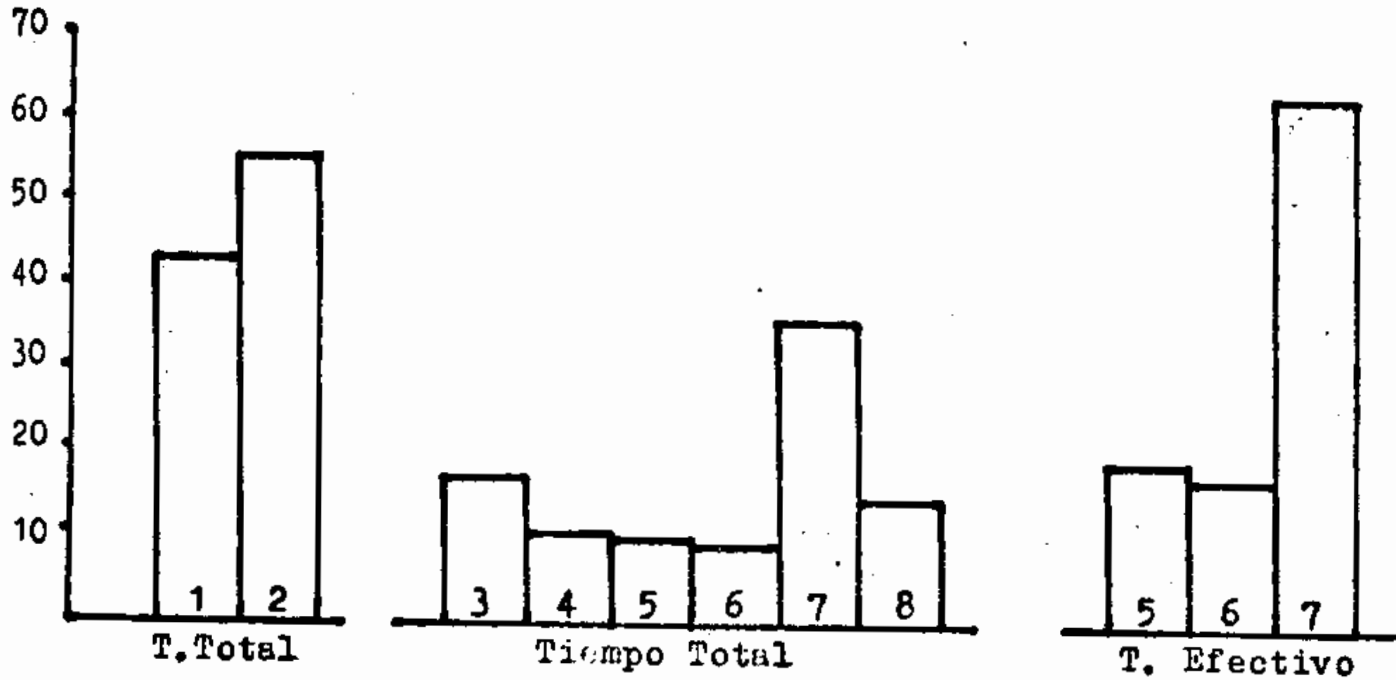
tiempo medio de aseo es de 0 min. 27 s. con un desvío de  $\pm$  0 min.14 s.; el tiempo medio de desrame es de 0 min.48 s. con un desvío de  $\pm$  0 min. 34 s. y el tiempo medio de trozado es de 1 min. 32 s. con un desvío de  $\pm$  0 min. 57 s. Estos datos permitieron la construcción del histograma representado en la figura No. 10.

El tiempo efectivo de labor fue del 56,69 por ciento y los tiempos improductivos significaron el 43,31 por ciento. De los tiempos efectivos se destaca el alto tiempo empleado en la faena de trozado (36,07 por ciento del tiempo total y un 63,63 por ciento del tiempo efectivo). Ver figura No 10.

Con los resultados por el método de multimomento se construyó el histograma representado en la figura No. 11. Con este Método los tiempos efectivos de labor son el 52,38 por ciento y los tiempos improductivos representan el 47,62 por ciento. El azar produjo un pequeño incremento en el porcentaje de los tiempos improductivos comparados con el otro método. Y dentro de los tiempos efectivos sigue siendo alto el porcentaje obtenido para la faena de trozado (39,10 por ciento).

En el análisis de los tiempos por los dos métodos, merece indicarse que fue contabilizado dentro del tiempo





- 1-T. Improductivo
- 2-Tiempo Efectivo
- 3-Tiempo General
- 4-T. Preparación
- 5-Tiempo Apeo
- 6-Tiempo Desrame
- 7-Tiempo Trozado
- 8-T. de Descanso

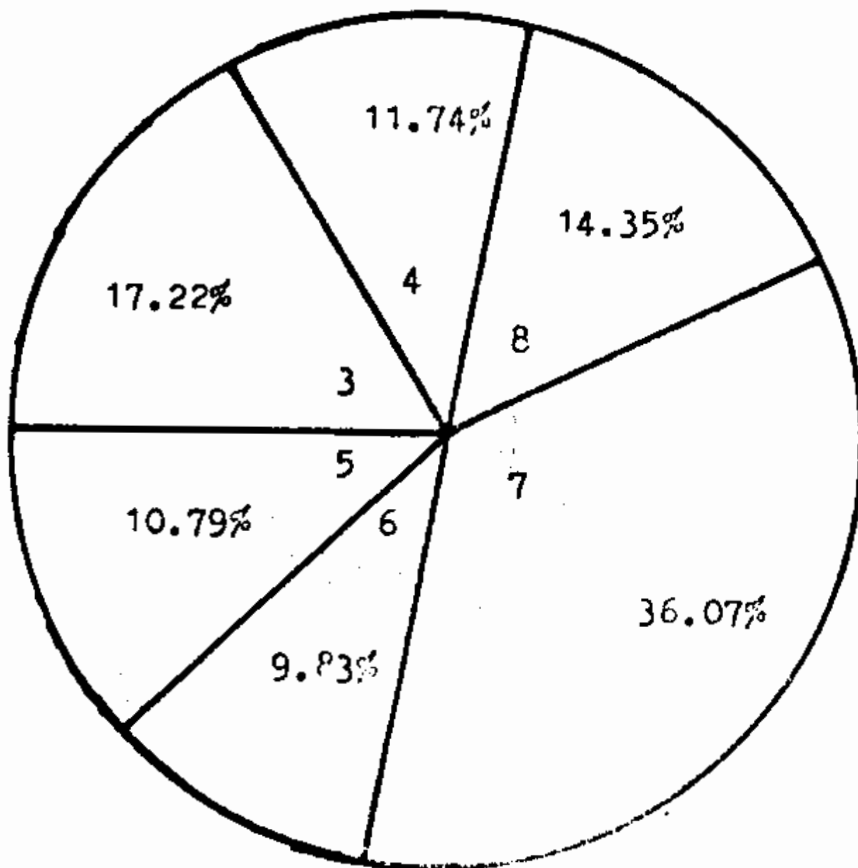
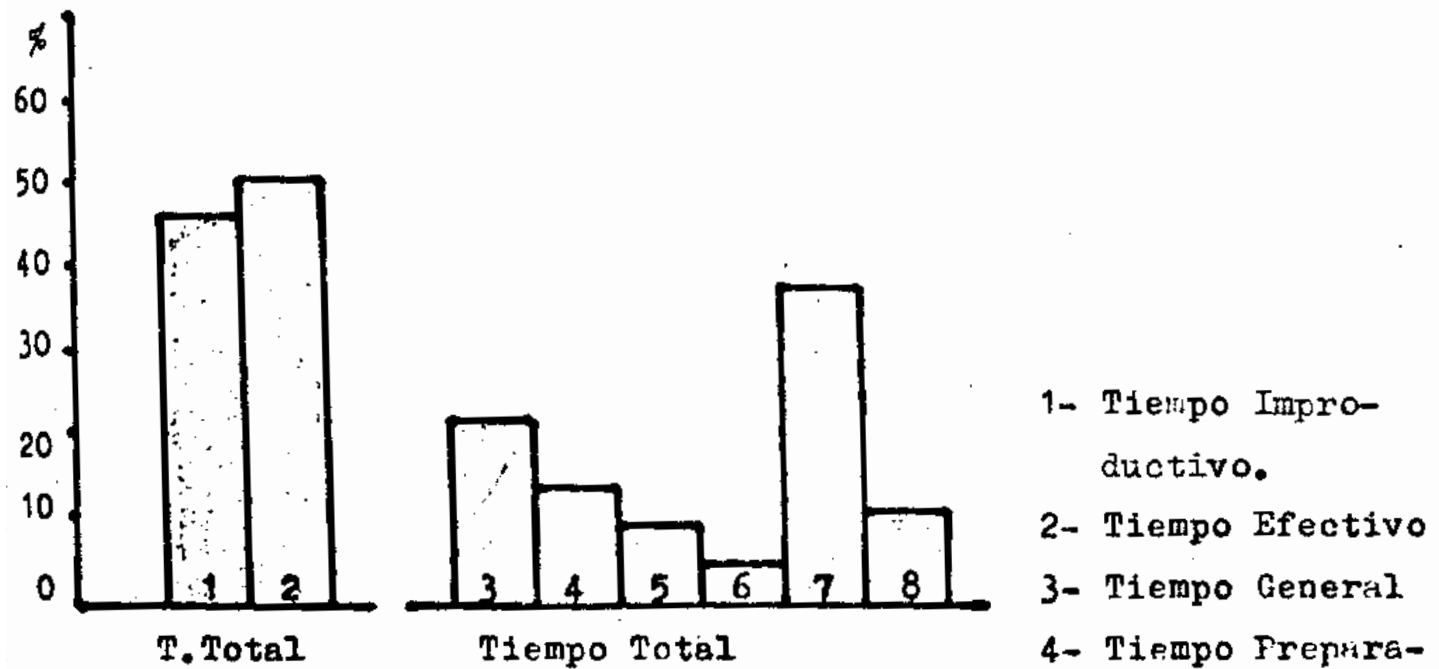


Figura N° 10 - Histograma. Método de Tiempo Continuo.



- 1- Tiempo Improductivo.
- 2- Tiempo Efectivo
- 3- Tiempo General
- 4- Tiempo Preparación
- 5- Tiempo Apeo
- 6- Tiempo Desrame
- 7- Tiempo Trozado
- 8- Tiempo de Descanso

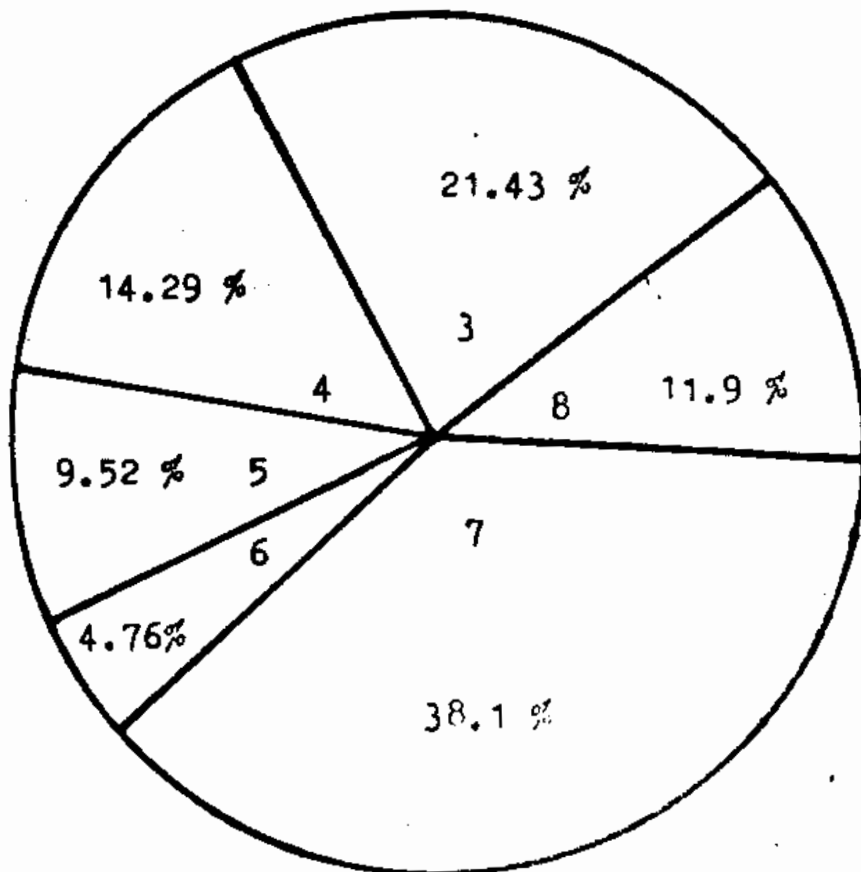


Figura N° 11 - Histograma. Método Multinomento.

general la reparación de la motosierra durante 52 min.46s., que afecta en forma importante la distribución de los porcentajes de las tareas, en detrimento del tiempo efectivo. Este hecho puede evitarse si el personal dispone de una motosierra de repuesto.

En las figuras No. 12 y 13, se representan las gráficas construidas con los valores obtenidos por el método de tiempo continuo; de ellas se desprende que el tiempo efectivo de labor es mayor para volúmenes y también para DAP, que los tiempos improductivos. A su vez, dentro de los primeros el tiempo mayor es el de la faena de trozado y el menor es el de apeo.

En este procedimiento el profesional puede influir con el agregado de una a dos motosierras de espada corta para realizar las tareas de desrame, e incluso de trozado cuando los diámetros de los trozas menores a 30 cm de diametro, así lo permitan

En trabajos posteriores será necesario estudiar estas alternativas y su comparación a nivel de rendimientos y costos.

El alto tiempo empleado en la faena de trozado se debe a:

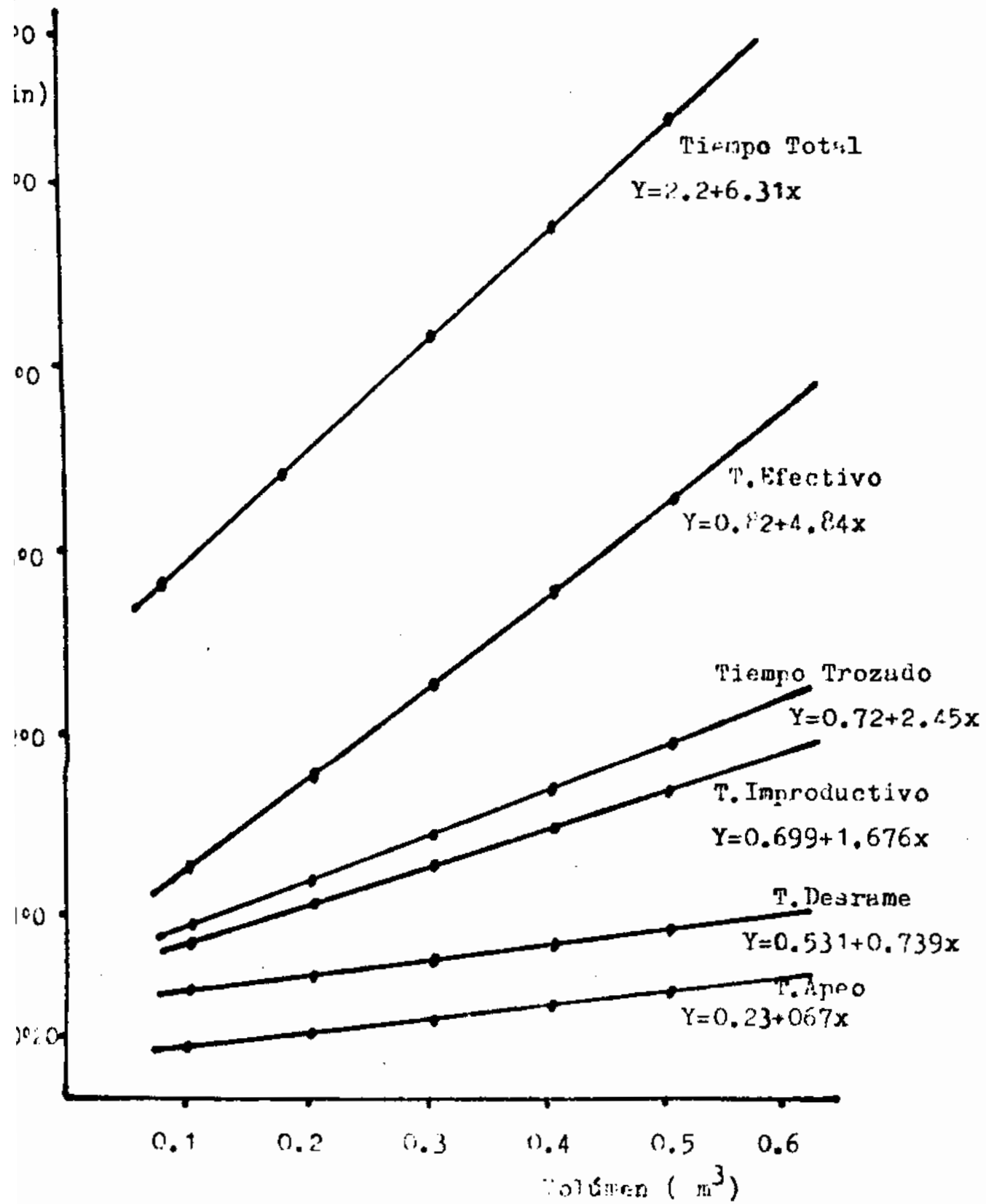


Figura N° 12 - Representación Gráfica (Volúmen/Tiempo).

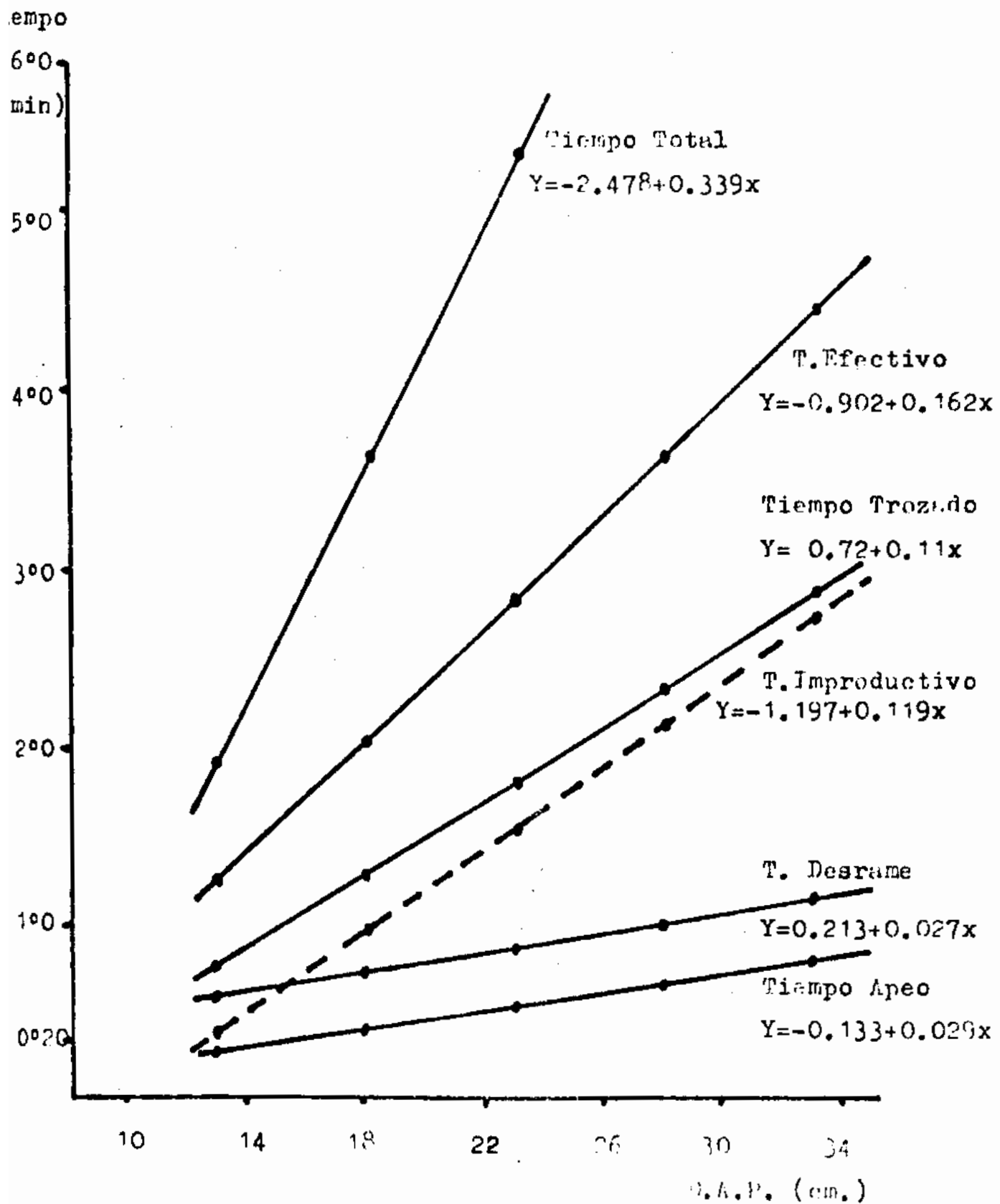


Figura N° 13 - Representación Gráfica (D.A.P./Tiempo).

- equipo inadecuado
- el largo de las trozas, de 1,1 m cada una que origina en gran número de cortes.

El ajuste de las rectas se realizó mediante un análisis de Regresión simple. En el Anexo se plantean los resultados de dicho análisis, según el orden oportunamente señalado.

En ellos se observa que en todos los casos considerados el F. de Scheffé es muy significativo, o sea que existen efectos de regresión entre las variables estudiadas. En el caso de los tiempos improductivos se tuvo que eliminar aquellos tiempos demasiados elevados, provocados fundamentalmente por reparación y mantenimiento de la motosierra, que ocasionan un gran desvío en esa faena.

Posteriormente se estimaron los rendimientos para cada clase diamétrica en base al volumen producido y al número de cortes realizados, con el tiempo total empleado. Este rendimiento también se obtuvo para el tiempo efectivo de labor, para el tiempo de apeo y el de trozado.

En el siguiente cuadro se plantean los rendimientos obtenidos, en base a los valores expuestos en el Cuadro No.1 (Resumen final de los datos obtenidos en el campo):

Cuadro No.3.- RENDIMIENTO VOLUMEN/TIEMPO

D.A.P. cm.	V O L U M E N			
	T.TOTAL	T. EFECTIVO	T.APEO	T.TROZADO
10.5 - 15.5	0.056	0.089	0.39	0.14
15.5 - 20.5	0.077	0.111	0.58	0.18
20.5 - 25.5	0.064	0.128	0.73	0.19
25.5 - 30.5	0.089	0.163	0.84	0.25
> 30.5	0.167	0.245	1.17	0.44
Relación	2.98	2.75	3.0	3.14

En la figura No. 14 se presentan los resultados obtenidos, en donde el cálculo de rendimientos se efectuó tomando en el numerador volumen y en el denominador a los tiempos.

A medida que se incrementa el diámetro y por lo tanto el volumen el rendimiento aumenta. Para tiempo total se incrementa desde 0,056 a 0,167 con una relación incremental de 2,98. El rendimiento de la clase diamétrica de 20,5 a 25,5 cm sufre una pequeña disminución en su valor, que se interpreta como debido a la alta desviación típica que presenta este tiempo.

Como es lógico este incremento del rendimiento es aún

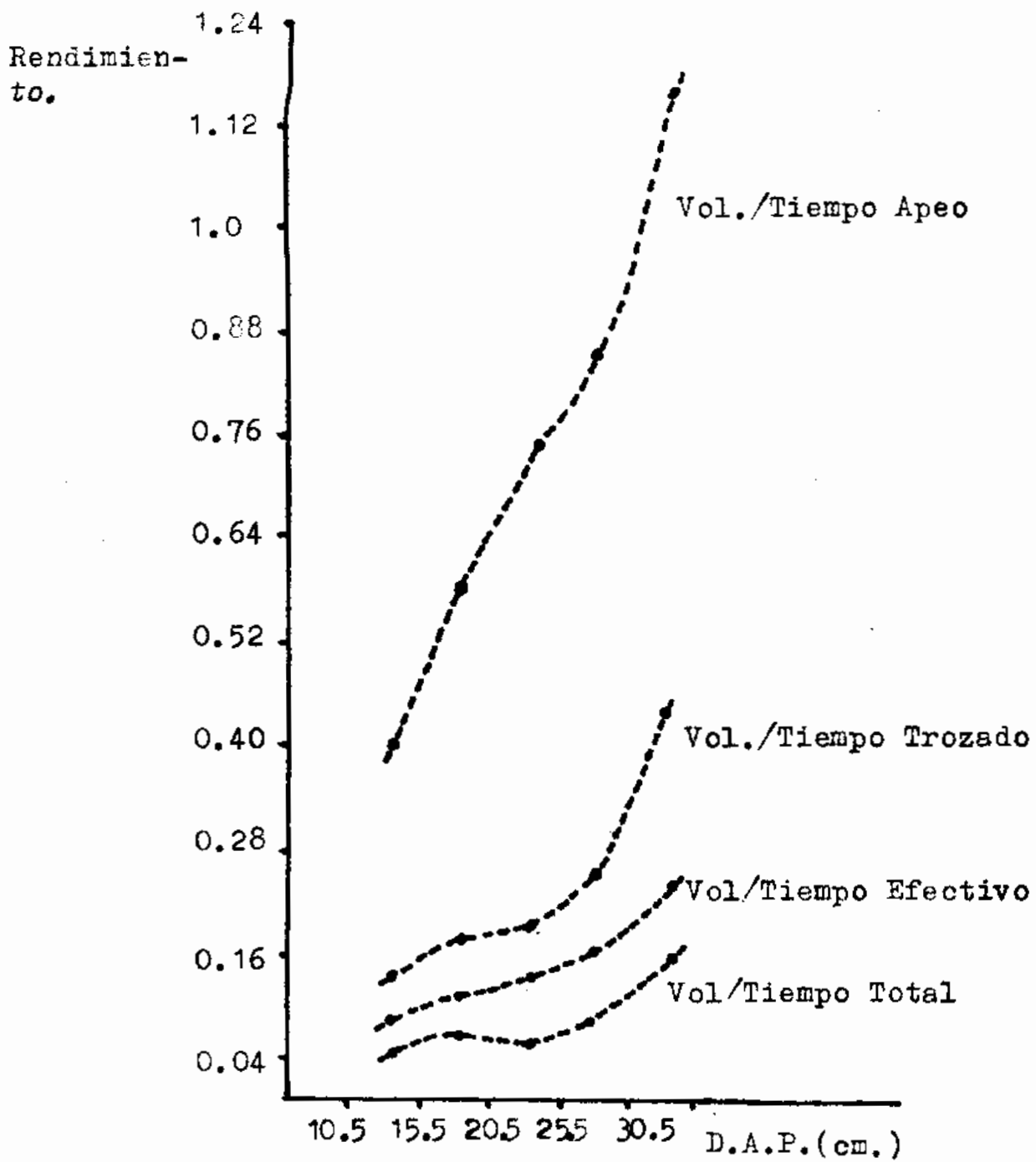


Figura N° 14 - Rendimiento (Volumen/Tiempos).



mayor al analizar el volumen con los tiempos efectivos; de 0,089 a 0,245 con una relación incremental de 2,75.

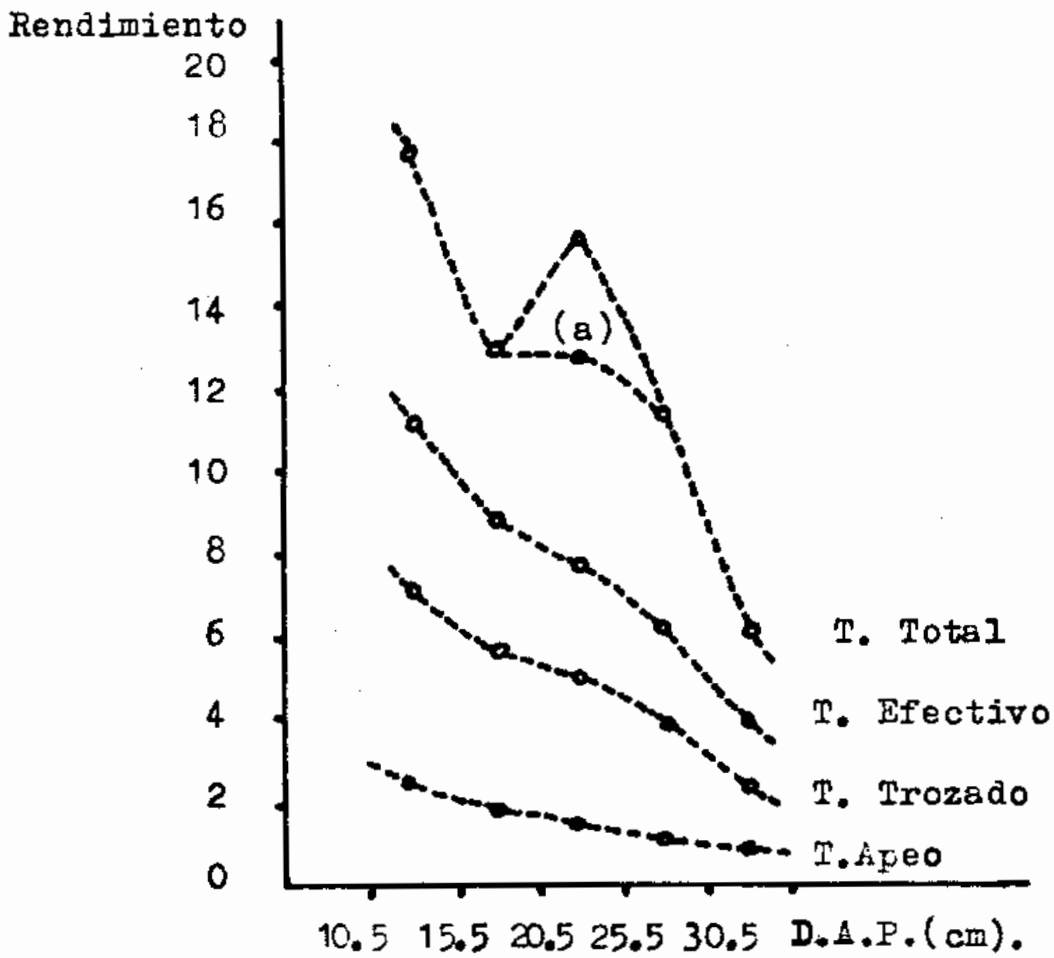
Al analizar las gráficas representadas en la figura anteriormente mencionada se observa claramente que el mayor rendimiento se obtiene en la faena de apeo, mientras que para todos ellos el incremento se presenta luego de los diámetros comprendidos en la clase diamétrica de 20,5 a 25,5 cm.

Al considerar la relación inversa para rendimientos, o sea tiempo sobre volumen se obtuvo el cuadro siguiente:

Cuadro No. 4.- RENDIMIENTO TIEMPO/VOLUMEN

D.A.P. cm.	T.TOTAL	T.EFECTIVO	T.APEO	T. TROZADO
	V O L U M E N			
10.5 - 15.5	17.72	11.19	2.55	7.12
15.5 - 20.5	12.94	8.98	1.71	5.42
20.5 - 25.5	12.4-15.7	7.82	1.36	5.17
25.5 - 30.5	11.22	6.12	1.19	3.99
> 30.5	6.02	4.08	0.85	2.29
Relación	0.34	0.36	0.34	0.32

Con los datos expresados en este cuadro se construyó la gráfica representada en la figura No. 15.



(a) - Sin considerar el Tiempo General de 52min.46s.

Figura N° 15 - Rendimiento (Tiempo/Volumen).

Para la clase diamétrica de 20.5 a 25.5 cm. y para tiempo total se presentan en el Cuadro y en la figura dos valores, obtenidos de la eliminación de un alto tiempo general (52 min. 46 s.) que afecta sensiblemente la construcción de la gráfica (figura No. 15). Siendo este tiempo el que genera la alta desviación típica anteriormente mencionada.

Para este caso, el rendimiento expresado como tiempo/volumen disminuye a medida que aumenta el diámetro; o lo que es lo mismo al incrementarse el volumen en relación al tiempo.

Considerando los rendimientos del número de cortes para cada clase diamétrica con los tiempos de trozado, efectivo y total respectivos, se obtuvo el cuadro siguiente:

Cuadro No. 5.- RENDIMIENTO NUMERO DE CORTES/TIEMPO

D.A.P. cm.	NUMERO DE CORTES		
	T. TOTAL	T. EFECTIVO	T. TROZADO
10.5 - 15.5	4.81	7.62	11.97
15.5 - 20.5	4.37	6.30	10.44
20.5 - 25.5	2.90	5.83	8.81
25.5 - 30.5	2.58	4.73	7.26
> 30	2.94	4.35	7.72
Relación	0.61	0.57	0.64

En base a este cuadro se construyeron las gráficas expuestas en la figura No. 16, de su interpretación resulta que los rendimientos disminuyen a medida que se incrementan los D.A.P.; pues se demora más tiempo en realizar los cortes.

Para tiempo total decrece desde 4,81 a 2,94 con una relación decremental de 0,61, para el tiempo de la faena de trozado; este decrecimiento es de 0,64 (desde 11,97 a 7,72) y para los tiempos efectivos la relación es de 0,57 (de 7,62 a 4,35).

Por otra parte, se señala que solamente se planteó número de cortes y no se consideró el número de trozas obtenidos, porque la relación es la misma.

Cuadro No.6.- RENDIMIENTO TIEMPO/NUMERO DE CORTES

D.A.P. cm.	T. TOTAL N U M E R O	T. EFECTIVO D E	T. TROZADO C O R T E S
10.5 - 15.5	0.21	0.13	0.08
15.5 - 20.5	0.23	0.16	0.10
20.5 - 25.5	0.27-0.35	0.17	0.11
25.5 - 30.5	0.39	0.21	0.14
> 30.5	0.34	0.23	0.13
Relación	1.62	1.77	1.63

Rendimiento

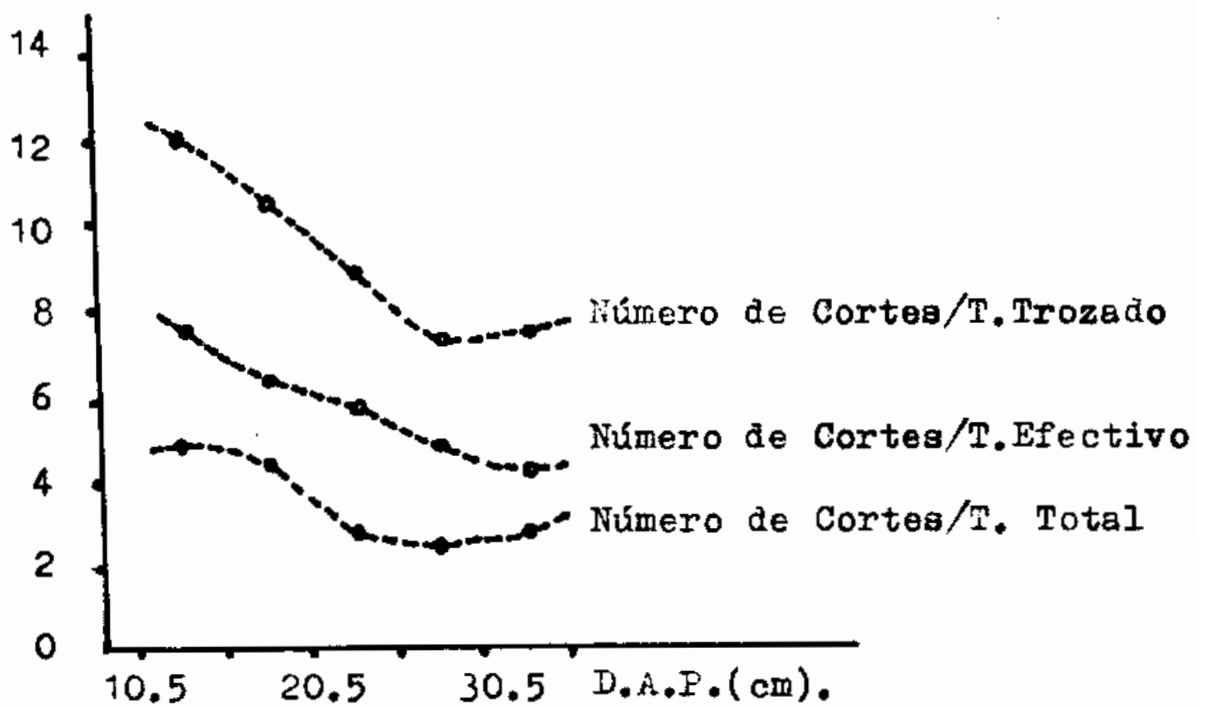
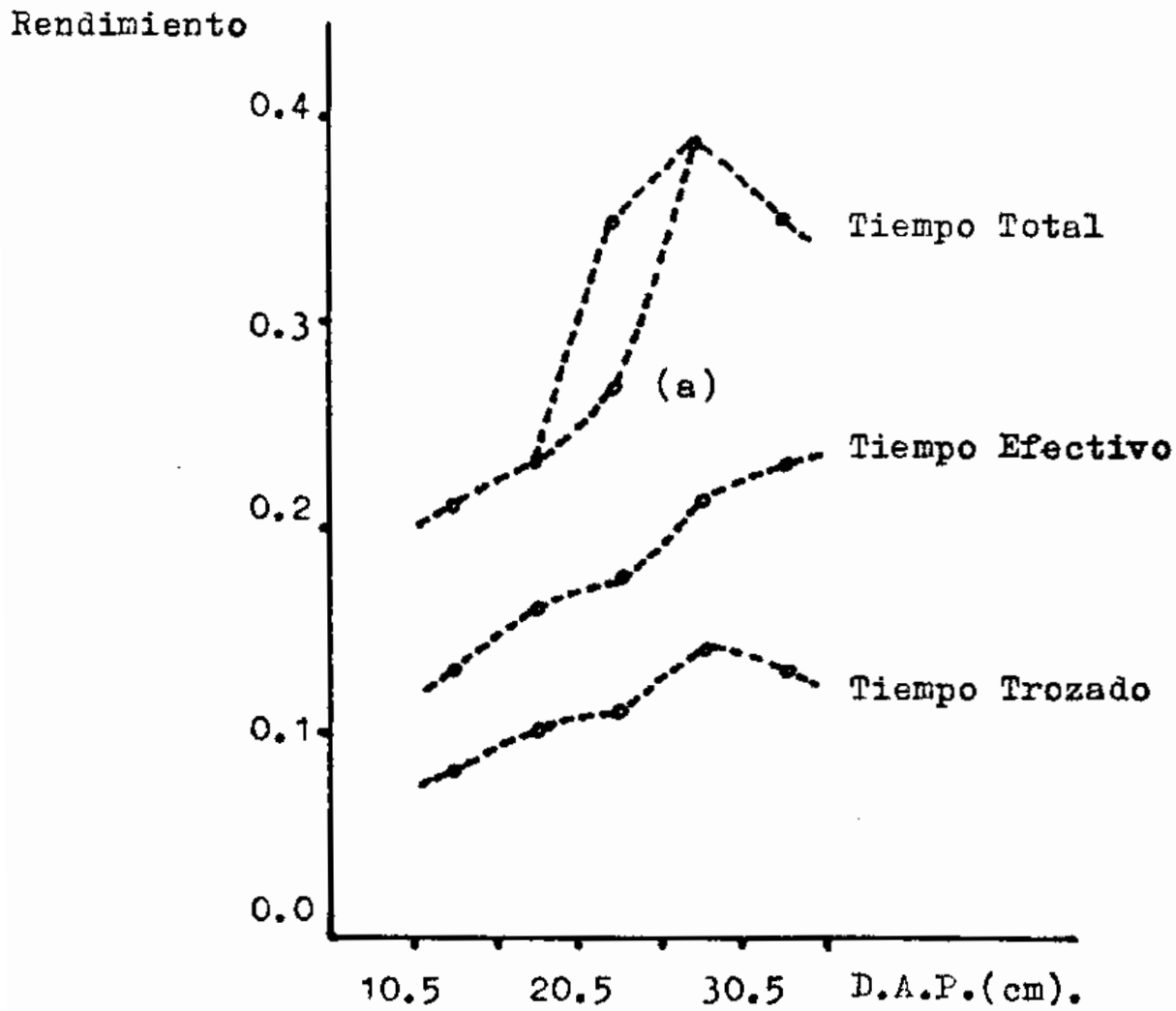


Figura N° 16 - Rendimiento (Número de Cortes/Tiempo).

Al establecer la relación inversa a la planteada anteriormente (tiempo/número de cortes), se obtuvo el cuadro No. 6. La relación obtenida es incremental; a medida que aumenta el diámetro, el tiempo empleado para efectuar un corte también aumenta. Las gráficas respectivas se exponen en la figura No. 17.

El bajo número de datos obtenidos en los diámetros mayores a 30.5 cm., determina un descenso en las gráficas, especialmente en las de tiempo total y tiempo de trozado.



(a) - Sin considerar el Tiempo General de 52 min. 46 s.

Figura N° 17 - Rendimiento (Tiempo/Número de Cortes).

## 5.- CONCLUSIONES

---

1.- Como primer conclusión importante tenemos que se puede llevar a cumplir el principal objetivo de este trabajo, aplicando una serie de pasos técnicos que se detallan en el Capítulo de Objetivos. Podemos destacar que el procedimiento empleado utiliza un bajo número de personal y una escasa inversión en maquinaria; pero a su vez debemos asignar las carencias que se presentaron, como ser:

- Las cuadrillas carecen de juego de motosierras (espada chica para desrame y trozado de diámetros pequeños y espada grande para diámetros mayores)
- también carecen de una motosierra de repuesto para evitar pérdidas de tiempo efectivo por reparaciones o mantenimiento en plena faena.
- los operarios realizan muchos cortes en el trozado, en razón del pequeño largo de la troza (1,10 metros).

2.- La secuencia operacional es también sencilla y permitió realizar una perfecta división en etapas precisas y bien caracterizadas.

3.- Al analizar los tiempos empleados en cada labor, se observa que el tiempo efectivo fue de 56,69 por ciento y el tiempo improductivo significó el 43,31 por ciento.



El tiempo de arreo es el 10.79 por ciento, el de desrame es el 9.83 por ciento y el de trozado es el 36.07 por ciento. Este último es un claro "cuello de botella", ya que significa el 63.63 por ciento del tiempo efectivo de labor.

4.- En comparación con otros análisis, el tiempo improductivo es alto; el que como se ha dicho anteriormente, puede llegar a disminuir notablemente si el personal dispone de una motosierra de repuesto.

5.- Del análisis estadístico realizado por el método de regresión simple, se concluye que los tiempos empleados en las faenas presentan efectos de regresión muy significativos al estudiarlos con las variables independientes: Volumen y D.A.P.

6 .- Al analizar los rendimientos se observa que los tiempos se incrementan a medida que es mayor el D.A.P., ya sea para número de cortes o para volumen.

## 6.- RECOMENDACIONES

---

Se recomienda que trabajos posteriores profundicen en el estudio comparativo de diferentes sistemas de explotación desde el punto de vista de los tiempos y rendimientos, empleando las alternativas de incorporación en equipos que se aconsejan; así como estudiar los costos respectivos para evaluar si dicha incorporación disminuye los costos y mejora la calidad del producto.

## 7.- RESUMEN

---

El presente es un trabajo que fue encarado para que los productores forestales puedan disponer de una Metodología que les permita analizar las faenas de una explotación forestal.

Aplicando este tipo de Metodología se puede llegar a determinar un mejor uso de la mano de obra y de la maquinaria utilizada; los tiempos totales de labor y su descomposición en tiempos efectivos e improductivos, y dentro de los primeros los tiempos que insume cada faena forestal. Para finalmente poder determinar los "cuellos de botella" en las diferentes tareas analizadas.

En primera instancia se realiza una descripción del procedimiento tecnológico empleado y el proceso o secuencia de las labores; con una minuciosa descripción de las faenas de explotación forestal.

Luego se efectúan las mediciones de los tiempos empleados en cada faena utilizando los métodos de medición de tiempos en forma continua y multimomento.

Estos tiempos cronometrados se calcularon por columna (actividad) y por ciclo (por árbol), a éstos se los

subdividió en tiempos improductivos y tiempos efectivos de labor.

Los datos obtenidos en el campo fueron analizados en gabinete, procediéndose a realizar su análisis estadístico, calculándose: media, desviación típica, coeficiente de variación y correlación.

A partir de estos datos se construyeron las gráficas, utilizando como variable dependiente el tiempo, e independiente a volumen y D.A.P.; el ajuste de cada recta se realizó por el método de regresión simple.

También en el gabinete se calcularon los rendimientos, tomando como base al tiempo sobre las cantidades obtenidas en las diferentes faenas.

Como conclusiones importantes de este trabajo tenemos que:

- aplicando los pasos técnicos descritos se obtienen los objetivos previstos.
- La secuencia operacional es sencilla, permitiendo realizar una división precisa y caracterizada.
- El "cuello de botella" más significativo es el tiempo de trozado.
- El tiempo improductivo es alto.
- Los tiempos presentan efectos de regresión al

estudiarlos con las variables Volumen y D.A.P.

- Los tiempos y los rendimientos se incrementan al aumentar el D.A.P.

Para finalizar, se recomienda la continuación del mismo en estudios posteriores que encaren la comparación de diferentes sistemas de explotación, incorporando maquinaria y realizando un análisis de los costos respectivos.

## 8.- SUMMARY

---

This is a work that was faced in order that the forestal producers could dispose of a methodology that permits to analyze the works of a forestal exploitation.

Applying this class of methodology it can determine a better use of the applied workmanship and machinery; the total time of work and its resolutions in effective times and unproductive, and in course of the firts the times that costly each forestal work. For finally can determine the "Neck of the bottle" in the different analyzed works.

In firts instance realizes a description of the applied technical procedure and the process or the sequence of the labors; with a precise description of the forestal exploitation.

Later it makes the measurements of the employed times in each work using the methods of measurements of times in continuous form and multimoment.

This times chronometered were calculated by column (activity) and by cycle (by tree), these were subdivided in unproductives times and effective times of labor.

The data obtained in the field were analyzed in cabinet,

proceeding to realize its statistical analysis, calculating: mid, tipical deviation, coefficient of variation and correlation.

From these data was built the graphics, using the time like a dependent variable, and independent to volume and D.B.H.; the adjust in each math was realized by the method of simple regression.

Also in the cabinet were calculated the performances, taking is base the time over the obtained quantites in the differents works.

Like importants conclusions of this work we have that:

- Applying the technical steps described it obtains the foresaw objective.
- The operational sequence is simple, permitting realize a precise division and characterized.
- The most significant "neck of the bottle" is the time of parts.
- The unproductive time is high.
- The times presents effects of regression when they are studied with the volume and D.B.H. variables.
- The times and the performances are increased on magnify the D.B.H.

To finisch, recommends its continuation in subsequents

studies that faces the comparison of different systems of exploitation, incorporating machinery and realizing an analysis of the respective costs.



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

1. BOSSI, J. Geología del Uruguay. 2ed. Montevideo, Departamento de Publicaciones de la Universidad de la República, 1969. 464p.
2. -----, Et al. Carta geológica del Uruguay. Montevideo, MAP-Dirección de Suelos y Fertilizantes, 1975. 32p.
3. CORREA, D.T. Determinación de estándares de explotación en las faenas de volteo, maderero y transporte para Pino Insigne en la región del Bío-Bío. Tesis. Santiago, Universidad de Chile-Facultad de Ciencias Forestales, 1973. 64p.
4. CUEVAS, R. et al. Explotación forestal. Seminario. Santiago, Universidad de Chile-Facultad de Ciencias Forestales, 1979. s.p.
5. CHIHON, L.N. Descripción de las faenas de maderero, acondchado, apilado y carguío. Seminario. Santiago, Universidad de Chile-Facultad de Ciencias Forestales, 1980. s.p.
6. FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Motosierras en los bosques tropicales. Roma, FAO, 1980. 96p. (Colec.Capacitación No.2).
7. FOSSA, R.H. et al. Manual de herramientas de explota-----

- ción forestal. Santiago de Chile, Instituto Forestal, 1966. 184p.
8. GOSSO, H. Y BOSSI J. Relevamiento geológico del Departamento de San José. Informe. Montevideo, Instituto Geológico del Uruguay, 1963.
9. GRAMMEL, R. Planejamento de pessoal e mercado de trabalho. In Curso de Atualização sobre Sistemas de Exploração e Transporte Florestal, 2o., Curitiba, 1978. Trabalhos. Curitiba, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1978. pp.67-83.
10. HELMCKE, E. et al. Técnicas de madereo a caballo. Santiago, Universidad de Chile-Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Manejo, 1979. 17p.
11. KLAGGES, H.R. Apuntes de explotación forestal I. Santiago, Universidad de Chile-Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Manejo, 1978. s.p.
12. OHME, W.J. Estudio de costos de madereo de Pino Insigne con telesférico Lasco en Forestal S.A. Penco. Santiago, Universidad de Chile-Facultad de Agronomía, 1965. 66p.
13. SNEDECOR, G.W. Métodos de estadística; aplicados a la

investigación agrícola y biológica. Mexico, CECSA, 1964. 626p.

14. SOARES, R.V. Modelo de otimização de transporte. In Curso de Atualização sobre Sistemas de Exploração e Transporte Florestal, 2o., Curitiba, 1978. Trabalhos. Curitiba, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1978. pp.144-168.
15. STOMR, G.W.D. A analisis de sistema na exploração e transporte florestal. In Curso de Atualização sobre Sistemas de Exploração e Transporte Florestal, 2o., Curitiba, 1978. Trabalhos. Curitiba, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1978. pp. 97-119.
16. -----, Calculo de custos de maquinais florestais. In Curso de Atualização sobre Sistemas de Exploração e transporte Florestal, 2o., Curitiba, 1978. Trabalhos. Curitiba, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1978. pp.1-14.
17. -----, Importancia e aplicação do estudo de trabalho. In Curso de Atualização sobre Sistemas de Exploração e Transporte Florestal, 2o., Curitiba, 1978. Trabalhos. Curitiba, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1978.

18. TIRONI, B.P. Determinación de estándares de explotación y aserrío para Pino Insigne (P. Radiata D. Don) en la región del Maule. Tesis. Santiago, Universidad de Chile-Facultad de Ciencias Forestales, 1975. 80p.
19. TUSSET, R. y DURAN, F. Manual de maderas comerciales; equipos y procesos de utilización; aserrado, secado, preservación, descortezado, partículas. Montevideo, Hemisferio Sur, 1979. 688p.
20. UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA (URUGUAY) FACULTAD DE AGRONOMIA. Los climas de la República Oriental del Uruguay según la nueva clasificación de Thornthwaite. Montevideo, 1971. 63p. (Mimeografiado).
21. -----, Curso de Ecología. Montevideo, 1974. 2v. (Mimeografiado).
22. -----, Atlas climatológico del Uruguay. Montevideo, 1978. 57p. (Mimeografiado).
23. URUGUAY. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCION DE SUELOS. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Montevideo, 1976. v.1 y 3.
24. ZIEGLER, G. Estudio económico de las faenas de carga

y transporte de rollizos destinados a pulpa de madera en la Región del Bío-Bío. Tesis. Santiago, Universidad de Chile-Facultad de Agronomía, Escuela de Ingeniería Forestal, 1971. 204p.

A N E X O

---

RESULTADOS DEL ANALISIS ESTADISTICO

---

Nota: ' significa minutos; " significa segundos.

Variables estudiadas  $\left\{ \begin{array}{l} x = \text{DAP} \\ y = \text{Tiempo efectivo} \end{array} \right.$

	$\Sigma x$	$\Sigma y$	$\Sigma xy$	$\Sigma x^2$	$\Sigma y^2$
	2631	310'53"	7009,5	57906,5	991,30"
$\bar{x}$	20,55	2'25"			
$s$	5,489	1'21"			
$n$	128	128			

Correlación.-  $r = 0,65$

Recta de predicción de y en función de x.-

$b = 0,162$        $a = -0,902$        $\hat{y} = -0,9020,162x$

Análisis de varianza.-

F. de var.	S.C.	c.l.	C.E.	F	F <sub>c</sub>	
					0.05	0.01
S.C.R.	101,33	1	101,33	93,049	3,84	6,63
S.C.E.	137,23	126	1,089			
S.C.Y.	238,56	127				



Pendiente.-  $\hat{\sigma}_b = 0,017$        $\beta = 0,195$        $P(0,129 < \rho < 0,195) = 95\%$

Ordenada en el origen.-  $\hat{\sigma}_a = 1,096$        $\alpha = -3,05$        $P(-3,05 < \alpha < 1,246) = 95\%$



Recta de regresión  $\mu_{Y/x_0}$

$$\# \hat{Y}(13) = 1'13'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(13)} = 0,157 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 1'31'' \\ 0'54'' \end{matrix}$$

$$P(0'54'' < \mu_Y < 1'31'') = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(18) = 2'00'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(18)} = 0,102 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 2'12'' \\ 1'48'' \end{matrix}$$

$$P(1'48'' < \mu_Y < 2'12'') = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(23) = 2'49'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(23)} = 0,101 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 3'01'' \\ 2'37'' \end{matrix}$$

$$P(2'37'' < \mu_Y < 3'01'') = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(28) = 3'38'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(28)} = 0,155 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 3'19'' \\ 3'56'' \end{matrix}$$

$$P(3'19'' < \mu_Y < 3'56'') = 95\%$$

$$\# \hat{Y}( ) = \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}( )} = \quad \mu_{Y/x_0} =$$

$$P( < \mu_Y < ) = 95\%$$

---

Variables estudiadas  $\left\{ \begin{array}{l} x = \text{DAP} \\ y = \text{Tiempo total} \end{array} \right.$

	$\Sigma x$	$\Sigma y$	$\Sigma xy$	$\Sigma x^2$	$\Sigma y^2$
	2631	548'22"	12571,37	57906,5	6543'30"
$\bar{x}$	20,5	4'17"			
$\bar{y}$	5,489	5'44"			
$n$	128	128			

Correlación. -  $r = 0,32$

Recta de predicción de y en función de x. -

$b = 0,339$        $a = 2,478$        $\hat{Y} = -2,47 + 0,339x$

Análisis de varianza. -

E. de var.	S.C.	e.l.	C.M.	F	F <sub>c</sub>	
					0.05	0.01
S.C.R.	442,52	1	442,52	14,856	3,84	6,63
S.C.E.	3753,09	126	29,786			
S.C.Y.	4195,61					



Pendiente. -  $\hat{\beta}_b = 0,0879$        $\beta = \begin{matrix} 0'10'' \\ 0'30'' \end{matrix}$        $P(0'10'' < p < 0'30'') = 95\%$

Ordenada en el origen. -  $\hat{\sigma}_a = 1,87$        $\alpha = \begin{matrix} -6,14 \\ 1,18 \end{matrix}$        $P(-6,14 < \alpha < 1,28) = 95\%$

Recta de regresión  $\mu_{Y/x_0}$  .-

$$\# \hat{Y}(13) = 1^{\circ}55'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(13)} = 0,82 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 0^{\circ}19'' \\ 3^{\circ}32'' \end{matrix}$$

$$P ( 0^{\circ}19'' < \mu_Y < 3^{\circ}32'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(18) = 3^{\circ}37'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(18)} = 0,53 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 2^{\circ}35'' \\ 4^{\circ}39'' \end{matrix}$$

$$P ( 2^{\circ}35'' < \mu_Y < 4^{\circ}39'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(23) = 5^{\circ}19'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(23)} = 0,528 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 4^{\circ}17'' \\ 6^{\circ}21'' \end{matrix}$$

$$P ( 4^{\circ}17'' < \mu_Y < 6^{\circ}21'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(28) = 7^{\circ}00'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(28)} = 0,813 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 5^{\circ}24'' \\ 8^{\circ}36'' \end{matrix}$$

$$P ( 5^{\circ}24'' < \mu_Y < 8^{\circ}36'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(33) = 8^{\circ}42'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(33)} = 1,196 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 6^{\circ}21'' \\ 11^{\circ}03'' \end{matrix}$$

$$P ( 6^{\circ}21'' < \mu_Y < 11^{\circ}03'' ) = 95\%$$

---

Variables estudiadas  $\left\{ \begin{array}{l} x = \text{DAP} \\ y = \text{Tiempo improductivo} \end{array} \right.$

	$\Sigma x$	$\Sigma y$	$\Sigma xy$	$\Sigma x^2$	$\Sigma y^2$
	1665	102'07"	2380,629	37336,5	259'22"
$\bar{x}$	20,813	1'16"			
$s$	5,791	1'16"			
$n$	80	80			

Correlación. -  $r = 0,542$

Recta de predicción de y en función de x. -

$b = 0,119$        $a = -1,197$        $\hat{Y} = -1,197 + 0,119x$

Análisis de varianza. -

F. de var.	S.C.	D.L.	C.M.	F	F <sub>c</sub>	
					0.05	0.01
S.C.R.	37,929	1	37,929	32,517**	3,973	7,003
S.C.E.	90,983	78	1,166			
S.C.Y.	128,912					



Pendiente. -  $\hat{\sigma}_b = 0,021$        $\beta = \begin{matrix} 0'04'' \\ 0'09'' \end{matrix}$        $P(0'04'' < p < 0'09'' ) = 95\%$

Ordenada en el origen. -  $\hat{\sigma}_a = 0,45$        $\alpha = \begin{matrix} -2,09' \\ -0,299 \end{matrix}$        $P(-2,09' < \alpha < -0,299) = 95\%$

Recta de regresión  $\mu_{Y/x_0}$  .-

$$\# \hat{Y}(13) = 0'21'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(13)} = 0,203 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} -0'03'' \\ 0'45'' \end{matrix}$$

$$P(-0'03'' < \mu_Y < 0'45'') = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(18) = 0'56'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(18)} = 0,134 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 0'26'' \\ 0'58'' \end{matrix}$$

$$P(0'26'' < \mu_Y < 0'58'') = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(23) = 1'32'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(23)} = 0,129 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 1'16'' \\ 1'47'' \end{matrix}$$

$$P(1'16'' < \mu_Y < 1'47'') = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(28) = 2'08'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(28)} = 0,192 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 1'45'' \\ 2'31'' \end{matrix}$$

$$P(1'45'' < \mu_Y < 2'31'') = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(33) = 2'43'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(33)} = 0,281 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 2'10'' \\ 3'17'' \end{matrix}$$

$$P(2'10'' < \mu_Y < 3'17'') = 95\%$$

---

Variables estudiadas  $\begin{cases} x = \text{DAP} \\ y = \text{Apeo} \end{cases}$

	$\Sigma x$	$\Sigma y$	$\Sigma xy$	$\Sigma x^2$	$\Sigma y^2$
	2631	59°14"	1332,68	57906,5	34°59"
$\bar{x}$	20,55	0°27"			
$s$	5,489	0°14"			
$n$	128	128			

Correlación. -  $r = 0,67$

Recta de predicción de y en función de x.

$b = 0,029$        $a = -0,133$        $\hat{y} = 0,133 + 0,029x$

Análisis de varianza.

E. de var.	S.C.	E.L.	C.M.	F	F <sub>c</sub>	
					0.05	0.01
S.C.R.	3,329	1	3,329	100,88	3,84	6,63
S.C.E.	4,213	126	0,033			
S.C.Y.	7,542	127				



Pendiente. -  $\hat{\sigma}_b = 0,0029$      $\beta = \begin{matrix} 0^{\circ}01'' \\ 0^{\circ}02'' \end{matrix}$

$P(0^{\circ}01'' < p < 0^{\circ}02'') = 95\%$

Ordenada en el origen. -  $\hat{\sigma}_a = 0,06''$      $\alpha = \begin{matrix} -0,26 \\ -0,07 \end{matrix}$

$P(-0,26 < \alpha < -0,07) = 95\%$

Recta de regresión  $\mu_{Y/x_0}$  .-

$$\# \hat{Y}(13) = 0^{\circ}14'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(13)} = 0,0273 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 0^{\circ}11'' \\ 0^{\circ}17'' \end{matrix}$$

$$P ( 0^{\circ}11'' < \mu_Y < 0^{\circ}17'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(18) = 0^{\circ}23'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(18)} = 0,0177 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 0^{\circ}21'' \\ 0^{\circ}25'' \end{matrix}$$

$$P ( 0^{\circ}21'' < \mu_Y < 0^{\circ}25'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(23) = 0^{\circ}32'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(23)} = 0,0175 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 0^{\circ}30'' \\ 0^{\circ}34'' \end{matrix}$$

$$P ( \quad < \mu_Y < \quad ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(28) = 0^{\circ}40'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(28)} = 0,027 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 0^{\circ}37'' \\ 0^{\circ}43'' \end{matrix}$$

$$P ( 0^{\circ}37'' < \mu_Y < 0^{\circ}43'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(33) = 0^{\circ}49'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(33)} = 0,04 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 0^{\circ}44'' \\ 0^{\circ}54'' \end{matrix}$$

$$P ( \quad < \mu_Y < \quad ) = 95\%$$

VARIABLES ESTUDIADAS  $\left\{ \begin{array}{l} x = \text{DAP} \\ y = \text{Tiempo de desrame} \end{array} \right.$

	$\Sigma x$	$\Sigma y$	$\Sigma xy$	$\Sigma x^2$	$\Sigma y^2$
	1456	53'50	1213,97	33430	65'13"
$\bar{x}$	21,73	0'48"			
$s$	5,20	0'34"			
$n$	67	67			

Correlación.-  $r = 0,25$

Recta de predicción de y en función de x.-

$b = 0,027$        $a = 0,213$        $\hat{y} = 0,213 + 0,027x$

Análisis de varianza.-

F. de var.	J.C.	p.l.	C.M.	F	F <sub>c</sub>	
					0.05	0.01
J.C.R.	1,329	1	1,329	4,11*	3,99	7,06
J.C.E.	21,018	65	0,323			
J.C.Y.	22,347	66				



Pendiente.-  $\hat{\beta}_b = 0,013$        $\beta = \begin{matrix} 0'0'' \\ 0'03'' \end{matrix}$        $P(0'00'' < p < 0'03'') = 95\%$

Ordenada en el origen.-  $\hat{\sigma}_a = 0,2998$        $\alpha = \begin{matrix} -2,08 \\ 2,511 \end{matrix}$        $P(-2,08 < \alpha < 2,511) = 95\%$



Recta de regresión  $\mu_{Y/x_0}$  .-

$$\# \hat{Y}_{(13)} = 0^{\circ}33'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(13)} = 0,136 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 0^{\circ}17'' \\ 0^{\circ}50'' \end{matrix}$$

$$P ( 0^{\circ}17'' < \mu_Y < 0^{\circ}50'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}_{(18)} = 0^{\circ}41'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(18)} = 0,086 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 0^{\circ}31'' \\ 0^{\circ}52'' \end{matrix}$$

$$P ( 0^{\circ}31'' < \mu_Y < 0^{\circ}52'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}_{(23)} = 0^{\circ}54'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(23)} = 0,071 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 0^{\circ}41'' \\ 0^{\circ}58'' \end{matrix}$$

$$P ( 0^{\circ}41'' < \mu_Y < 0^{\circ}58'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}_{(28)} = 0^{\circ}59'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(28)} = 0,109 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 0^{\circ}45'' \\ 1^{\circ}11'' \end{matrix}$$

$$P ( 0^{\circ}45'' < \mu_Y < 1^{\circ}11'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}_{(33)} = 1^{\circ}06'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(33)} = 0,166 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 0^{\circ}46'' \\ 1^{\circ}26'' \end{matrix}$$

$$P ( \quad < \mu_Y < \quad ) = 95\%$$

---

Variables estudiadas  $\left\{ \begin{array}{l} x = \text{DAP} \\ y = \text{Tiempo de trozado} \end{array} \right.$

	$\Sigma x$	$\Sigma y$	$\Sigma xy$	$\Sigma x^2$	$\Sigma y^2$
	2631	197°47'	4468,78	57906,5	420°29'
$\bar{x}$	20,55	1°32"			
$s$	5,489	0°57"			
$n$	128	128			

Correlación.-  $r = 0,64$

Recta de predicción de y en función de x.-

$b = 0,11$        $a = -0,72$        $\hat{y} = -0,72 + 0,11 x$

Análisis de varianza.-

F. de var.	S.C.	G.L.	C.M.	F	F <sub>c</sub>	
					0.05	0.01
S.C.R.	46,84	1	46,84	86,58	3,84	6,63
S.C.E.	68,206	126	0,541			
S.C.Y.	115,05	127				



Pendiente.-  $\hat{\sigma}_b = 0,012$        $\beta = \begin{matrix} 0^{\circ}05'' \\ 0^{\circ}08'' \end{matrix}$        $P(0^{\circ}05'' < \beta < 0^{\circ}08'') = 95\%$

Ordenada en el origen.-  $\hat{\sigma}_a = 0,25$        $\alpha = \begin{matrix} -1,21 \\ -0,23 \end{matrix}$        $P(-1,21 < \alpha < -0,23) = 95\%$

Recta de regresión  $\mu_{Y/x_0}$  .-

$$\# \hat{Y}_{(13)} = 0^{\circ}42'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}_{(13)}} = 0,11 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} -0^{\circ}29'' \\ 0^{\circ}55'' \end{matrix}$$

$$P (-0^{\circ}29'' < \mu_Y < 0^{\circ}55'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}_{(18)} = 1^{\circ}15'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}_{(18)}} = 0,07 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 1^{\circ}07'' \\ 1^{\circ}23'' \end{matrix}$$

$$P (1^{\circ}07'' < \mu_Y < 1^{\circ}23'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}_{(23)} = 1^{\circ}48'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}_{(23)}} = 0,07 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 1^{\circ}40'' \\ 1^{\circ}56'' \end{matrix}$$

$$P (1^{\circ}40'' < \mu_Y < 1^{\circ}56'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}_{(28)} = 2^{\circ}21'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}_{(28)}} = 0,13 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 2^{\circ}06'' \\ 2^{\circ}36'' \end{matrix}$$

$$P (2^{\circ}06'' < \mu_Y < 2^{\circ}36'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}_{(33)} = 2^{\circ}54'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}_{(33)}} = 0,16 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 2^{\circ}35'' \\ 3^{\circ}13'' \end{matrix}$$

$$P ( \quad < \mu_Y < \quad ) = 95\%$$

---



Recta de regresión  $\mu_{Y/x_0}$  .-

$$\# \hat{Y}(0,21) = 3^{\circ}33'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(0,21)} = 0,54 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 2^{\circ}29'' \\ 4^{\circ}36'' \end{matrix}$$

$$P ( 2^{\circ}26'' < \mu_Y < 4^{\circ}36'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(0,3) = 4^{\circ}29'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(0,3)} = 0,49 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 3^{\circ}31'' \\ 5^{\circ}27'' \end{matrix}$$

$$P ( 3^{\circ}31'' < \mu_Y < 5^{\circ}27'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(0,17) = 9^{\circ}36'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(0,17)} = 1,66 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 6^{\circ}21'' \\ 12^{\circ}51'' \end{matrix}$$

$$P ( 6^{\circ}21'' < \mu_Y < 12^{\circ}51'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}( \quad ) = \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}( \quad )} = \quad \mu_{Y/x_0} =$$

$$P ( \quad < \mu_Y < \quad ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}( \quad ) = \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}( \quad )} = \quad \mu_{Y/x_0} =$$

$$P ( \quad < \mu_Y < \quad ) = 95\%$$

---

Variables estudiadas  $\left\{ \begin{array}{l} x = \text{Volumen} \\ y = \text{Tiempo efectivo} \end{array} \right.$

	$\Sigma x$	$\Sigma y$	$\Sigma xy$	$\Sigma x^2$	$\Sigma y^2$
	42,301	310'53"	144,176	22,601	991'30"
$\bar{x}$	0,33	2'25"			
$s$	0,26	1'21"			
$n$	128	128			

Correlación.-  $r = 0,92$

Recta de predicción de y en función de x.-

$b = 4,84$        $a = 0,82$        $\hat{Y} = 0,82 + 4,84 x$

Análisis de varianza.-

E de var	S.C.	g.l.	C.M.	F	F <sub>c</sub>	
					0.05	0.01
S.C.R.	203,84	1	203,84	661,27	3,84	6,63
S.C.E.	38,84	126	0,308			
S.C.Y.	241,88	127				



Pendiente.-  $\hat{\beta}_b = 0,189$      $\beta = \frac{4'28''}{5'12''}$      $P(4'28'' < p < 5'12'') = 95\%$

Ordenada en el origen.-  $\hat{\sigma}_a = 0,079$      $\alpha = \frac{0,98}{0,66}$      $P(0,66 < \alpha < 0,98) = 95\%$

Recta de regresión  $\mu_{Y/x_0}$  .-

$$\# \hat{Y}_{0,214} = 1'51'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}_{0,214}} = 0,054 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 1'45'' \\ 1'58'' \end{matrix}$$

$$P ( 1'45'' < \mu_Y < 1'58'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}_{0,368} = 2'34'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(\quad)} = 0,049 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 2'28'' \\ 2'40'' \end{matrix}$$

$$P ( 2'28'' < \mu_Y < 2'40'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}_{0,174} = 6'30'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(0,174)} = 0,167 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 6'10'' \\ 6'49'' \end{matrix}$$

$$P ( 6'10'' < \mu_Y < 6'49'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(\quad) = \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(\quad)} = \quad \mu_{Y/x_0} =$$

$$P ( \quad < \mu_Y < \quad ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(\quad) = \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(\quad)} = \quad \mu_{Y/x_0} =$$

$$P ( \quad < \mu_Y < \quad ) = 95\%$$

Variables estudiadas  $\left\{ \begin{array}{l} x = \text{Volúmen} \\ y = \text{Tiempo improductivo} \end{array} \right.$

	$\Sigma x$	$\Sigma y$	$\Sigma xy$	$\Sigma x^2$	$\Sigma y^2$
	27,614	102'07"	45,662	15,739	259'22"
$\bar{x}$	0,345	1'16"			
$s$	0,278	1'16"			
$n$	80	80			

Correlación. -  $r = 0,37$

Recta de predicción de y en función de x. -

$b = 1,676$

$a = 0,699$

$\hat{Y} = 0,699 + 1,676 x$

Análisis de varianza. -

E. de var.	S.C.	D.L.	C.M.	F	F <sub>c</sub>	
					0.05	0.01
S.C.R.	17,459	1	17,459	12,22	3,973	7,003
S.C.E.	111,45	78	1,429			
S.C.Y.	128,912	79				



Pendiente. -  $\hat{\beta}_b = 0,479$   $\beta = \frac{1'34''}{1'46''}$

$P(1'34'' < p < 1'46'') = 95\%$

Ordenada en el origen. -  $\hat{\beta}_a = 0,213$   $\alpha = \frac{0,275}{1,123}$

$P(0,275 < \alpha < 1,123) = 95\%$



Recta de regresión  $\mu_{Y/x_0}$  .-

$$\# \hat{Y}_{(0,214)} = 1'03'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(\quad)} = 0,148 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 0'45'' \\ 1'21'' \end{matrix}$$

$$P ( 0'45'' < \mu_Y < 1'21'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}_{(0,363)} = 1'18'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(\quad)} = 0,184 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 1'02'' \\ 1'34'' \end{matrix}$$

$$P ( 1'02'' < \mu_Y < 1'34'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}_{(1,174)} = 2'40'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(\quad)} = 0,42 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 1'49'' \\ 3'30'' \end{matrix}$$

$$P ( 1'49'' < \mu_Y < 3'30'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(\quad) = \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(\quad)} = \quad \mu_{Y/x_0} =$$

$$P ( \quad < \mu_Y < \quad ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(\quad) = \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}(\quad)} = \quad \mu_{Y/x_0} =$$

$$P ( \quad < \mu_Y < \quad ) = 95\%$$


---

Variables estudiadas  $\left\{ \begin{array}{l} x = \text{Volúmen} \\ y = \text{Tiempo de spee} \end{array} \right.$

	$\Sigma x$	$\Sigma y$	$\Sigma xy$	$\Sigma x^2$	$\Sigma y^2$
	42,301	59'14"	24,8113	22,601	34'59"
$\bar{x}$	0,33	0'27"			
$s$	0,26	0'14"			
$n$	128	128			

Correlación. -  $r = 0,66$

Recta de predicción de y en función de x. -

$b = 0,67$        $a = 0,23$        $\hat{Y} = 0,23 + 0,67 x$

Análisis de varianza. -

E de var	J.C.	g.l.	C.M.	F	F <sub>c</sub>	
					0.05	0.01
J.C.R.	3,888	1	3,888	94,72	3,84	6,63
J.C.E.	5,172	126				
J.C.Y.	9,06	127				



Pendiente. -  $\hat{\sigma}_b = 0,069$        $\beta = \frac{0'31''}{0'48''}$

$P(0'31'' < \beta < 0'48'') = 95\%$

Ordenada en el origen. -  $\hat{\sigma}_a = 0,029$        $\alpha = \frac{0,173}{0,29}$

$P(0,173 < \alpha < 0,29) = 95\%$

Recta de regresión  $\mu_{Y/x_0}$  .-

$$\# \hat{Y}(0,24) = 0'22'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}} = 0,02 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 0'19'' \\ 0'24'' \end{matrix}$$

$$P ( 0'19'' < \mu_Y < 0'24'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(0,363) = 0'28'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}} = 0,018 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 0'26'' \\ 0'31'' \end{matrix}$$

$$P ( 0'26'' < \mu_Y < 0'31'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(1,174) = 1'00'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}} = 0,06 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 0'54'' \\ 1'07'' \end{matrix}$$

$$P ( 0'54'' < \mu_Y < 1'07'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}( ) = \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}} = \quad \mu_{Y/x_0} =$$

$$P ( < \mu_Y < ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}( ) = \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}} = \quad \mu_{Y/x_0} =$$

$$P ( < \mu_Y < ) = 95\%$$

---

Variables estudiadas  $\left\{ \begin{array}{l} x = \text{Volúmen} \\ y = \text{Tiempos de desrame} \end{array} \right.$

	$\Sigma x$	$\Sigma y$	$\Sigma xy$	$\Sigma x^2$	$\Sigma y^2$
	24,444	53'50"	23,238	13,923	65'13"
$\bar{x}$	0,364	0'48"			
$s$	0,273	0'34"			
$n$	67	67			

Correlación. -  $r = 0,351$

Recta de predicción de y en función de x. -

$b = 0,739$        $a = 0,531$        $\hat{Y} = 0,531 + 0,739 x$

Análisis de varianza. -

E. de var.	S.C.	g.l.	C.M.	F	F <sub>c</sub>	
					0.05	0.01
S.C.R.	2,755	1	2,755	9,14**	3,99	7,06
S.C.E.	19,592	65	0,301			
S.C.Y.	22,347	66				



Pendiente. -  $\hat{\beta}_b = 2,44$        $\beta = \begin{array}{l} 0'15'' \\ 1'13'' \end{array}$

$P(0'15'' < p < 1'13'') = 95\%$

Ordenada en el origen. -  $\hat{\delta}_a = 0,111$        $\alpha = \begin{array}{l} 0,309 \\ 0,753 \end{array}$

$P(0,309 < \alpha < 0,753) = 95\%$

Recta de regresión  $\mu_{Y/x_0}$  .-

$$\# \hat{Y}(214) = 0.41'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}} = 0,076 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 0.32'' \\ 0.50'' \end{matrix}$$

$$P(0.32'' < \mu_Y < 0.50'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(363) = 0.48'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}} = 0,067 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 0.39'' \\ 0.55'' \end{matrix}$$

$$P(0.39'' < \mu_Y < 0.55'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(174) = 1.24'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}} = 0,209 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 0.58'' \\ 1.49'' \end{matrix}$$

$$P(0.58'' < \mu_Y < 1.49'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}( ) = \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}}( ) = \quad \mu_{Y/x_0} =$$

$$P( < \mu_Y < ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}( ) = \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}}( ) = \quad \mu_{Y/x_0} =$$

$$P( < \mu_Y < ) = 95\%$$

---

Variables estudiadas  $\begin{cases} x = \text{Volúmen} \\ y = \text{Tiempo de trezado} \end{cases}$

	$\Sigma x$	$\Sigma y$	$\Sigma xy$	$\Sigma x^2$	$\Sigma y^2$
	42,301	197'47"	85,97	22,601	4 20'29"
$\bar{x}$	0,33	1'32"			
$s$	0,26	0'57"			
$n$	128	128			

Correlación. -  $r = 0,66$

Recta de predicción de y en función de x. -

$b = 2,45$        $a = 0,72$        $\hat{Y} = 0,72 + 2,45 x$

Análisis de varianza. -

F. de var.	S.C.	g.l.	C.M.	F	F <sub>c</sub>	
					0,05	0,01
S.C.R.	51,98	1	51,98	96,7**	3,84	6,63
S.C.E.	67,68	126	0,54			
S.C.Y.	119,67	127				



Pendiente. -  $\hat{\beta}_b = 0,25$        $\beta = \frac{1'57''}{2'56''}$        $P(1'57'' < \beta < 2'56'') = 95\%$

Ordenada en el origen. -  $\hat{\beta}_a = 0,1$        $\alpha = \frac{0'52}{0,92}$        $P(0,52 < \alpha < 0,92) = 95\%$

Recta de regresión  $\mu_{Y/x_0}$  .-

$$\# \hat{Y}(0.214) = 1'14'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}} = 0,071 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 1'00'' \\ 1'22'' \end{matrix}$$

$$P (1'00'' < \mu_Y < 1'22'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(0.363) = 1'36'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}} = 0,066 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 1'28'' \\ 1'44'' \end{matrix}$$

$$P (1'28'' < \mu_Y < 1'44'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}(1.174) = 3'36'' \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}} = 0,22 \quad \mu_{Y/x_0} = \begin{matrix} 3'09'' \\ 4'01'' \end{matrix}$$

$$P (3'09'' < \mu_Y < 4'01'' ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}( ) = \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}} = \quad \mu_{Y/x_0} =$$

$$P ( \quad < \mu_Y < \quad ) = 95\%$$

$$\# \hat{Y}( ) = \quad \hat{\sigma}_{\hat{Y}} = \quad \mu_{Y/x_0} =$$

$$P ( \quad < \mu_Y < \quad ) = 95\%$$