

Criterios de Ergonomía y Fisiología Anticipativa para mejorar la calidad de vida laboral

**Unidad de Ergonomía
Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad de Concepción**





¿Se adapta el trabajo a las personas sistemáticamente?

**Lamentablemente la respuesta es
NO**

UN EJEMPLO

Válvula ilustrada
colocada 2.50 metros

Debería estar
aproximadamente a la
altura del codo

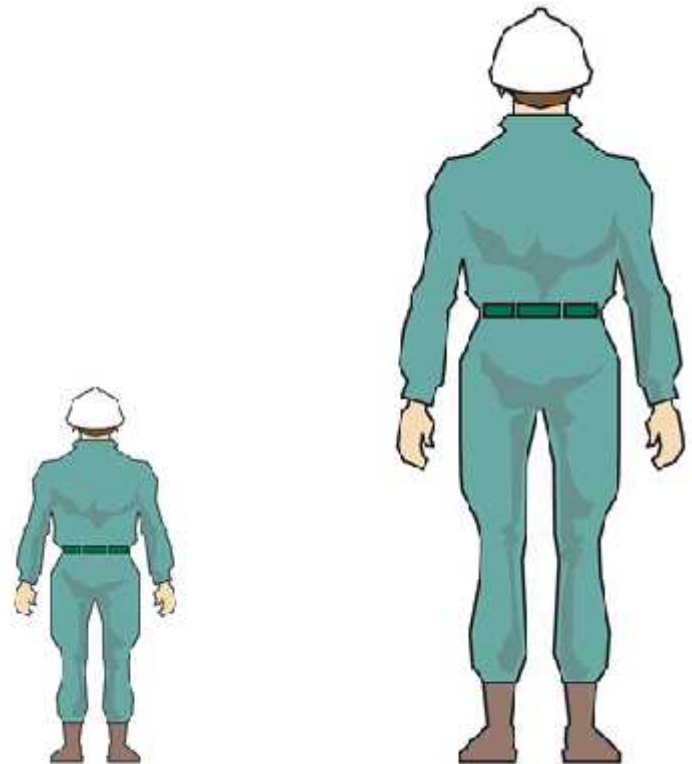
El promedio de los
chilenos alcanza 105
cm..



Para que la válvula quedara más o menos a la altura del codo de un trabajador, este debería tener una estatura cercana a 4,1 metros.

No existen personas de esas características.

Esto implica que algo se hizo mal y que hay que tratar de remediarlo.



Hay buenas intenciones, pero.....



1914



Fines de los 50



Decada del 70



Años 80



Años 80





- **Es habitual es que nos incorporemos a sistemas productivos en cuya concepción no se han incorporado criterios ergonómicos.**
- **Entonces “heredamos” problemas ergonómicos cuya corrección no esta exenta de dificultades.**
- En consecuencia hay que ir mas allá del “sentido común” en los nuevos proyectos.

Nuevos proyectos



NECESIDAD DE NORMAS Y ESTANDARES: EJEMPLO



Medidas antropométricas de 2.030 varones chilenos, extraídas de un estudio realizado por la Unidad de Ergonomía de la Universidad de Concepción.



Dimensiones antropométricas	Promedio	DE	5 percentil	95 percentil
Medidas de pie				
Peso	69,3	11,0	51,1	87,4
Estatura	168,8	6,7	157,8	179,8
altura ojo suelo	158,4	6,7	147,3	169,4
altura hombro suelo	139,2	6,0	129,3	149,0
altura codo suelo	104,5	4,9	96,4	112,5
altura nudillo suelo	74,2	4,5	66,7	81,6
envergadura	154,2	6,5	143,5	165,0
Medidas sentado				
estatura sentado	89,7	3,5	83,9	95,5
altura ojo asiento	79,4	4,2	72,5	86,3
altura hombro asiento	60,2	3,8	54,0	66,4
altura codo asiento	25,4	4,0	18,9	31,9
altura muslo asiento	14,0	1,8	11,2	16,9
profundidad abdomen	25,6	4,0	19,1	32,2
altura poplitea	40,1	2,8	35,5	44,8
distancia gluteo-poplitea	46,0	3,1	41,0	51,0
distancia gluteo-rotular	57,5	3,6	51,6	63,4
alcance vertical	160,8	7,0	149,4	172,2
alcance frontal	75,0	4,5	67,7	82,4
alcance antebrazo	42,2	2,4	38,3	46,1
ancho hombros	41,4	3,2	36,2	46,6
ancho entre codos	51,9	4,9	43,9	59,9
ancho caderas	34,4	2,9	29,7	39,2

Apoya Cabezas



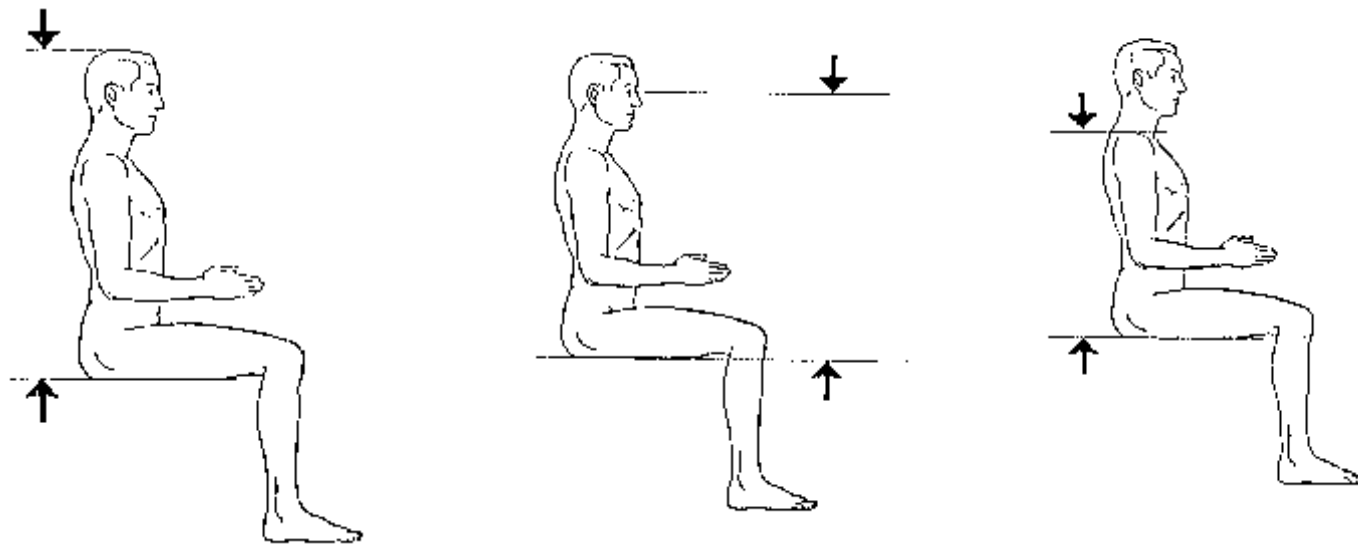
Si el apoya cabeza está muy bajo o muy atrás, los músculos del cuello no son capaces de absorber el impacto y la columna vertebral se extiende. Los huesos, músculos, venas y nervios pueden sufrir daños considerables .

El apoyo cabeza debe estar instalado de modo que la parte superior quede al nivel de la coronilla. La distancia entre la nuca y el apoyo cabeza debe ser la menor posible.



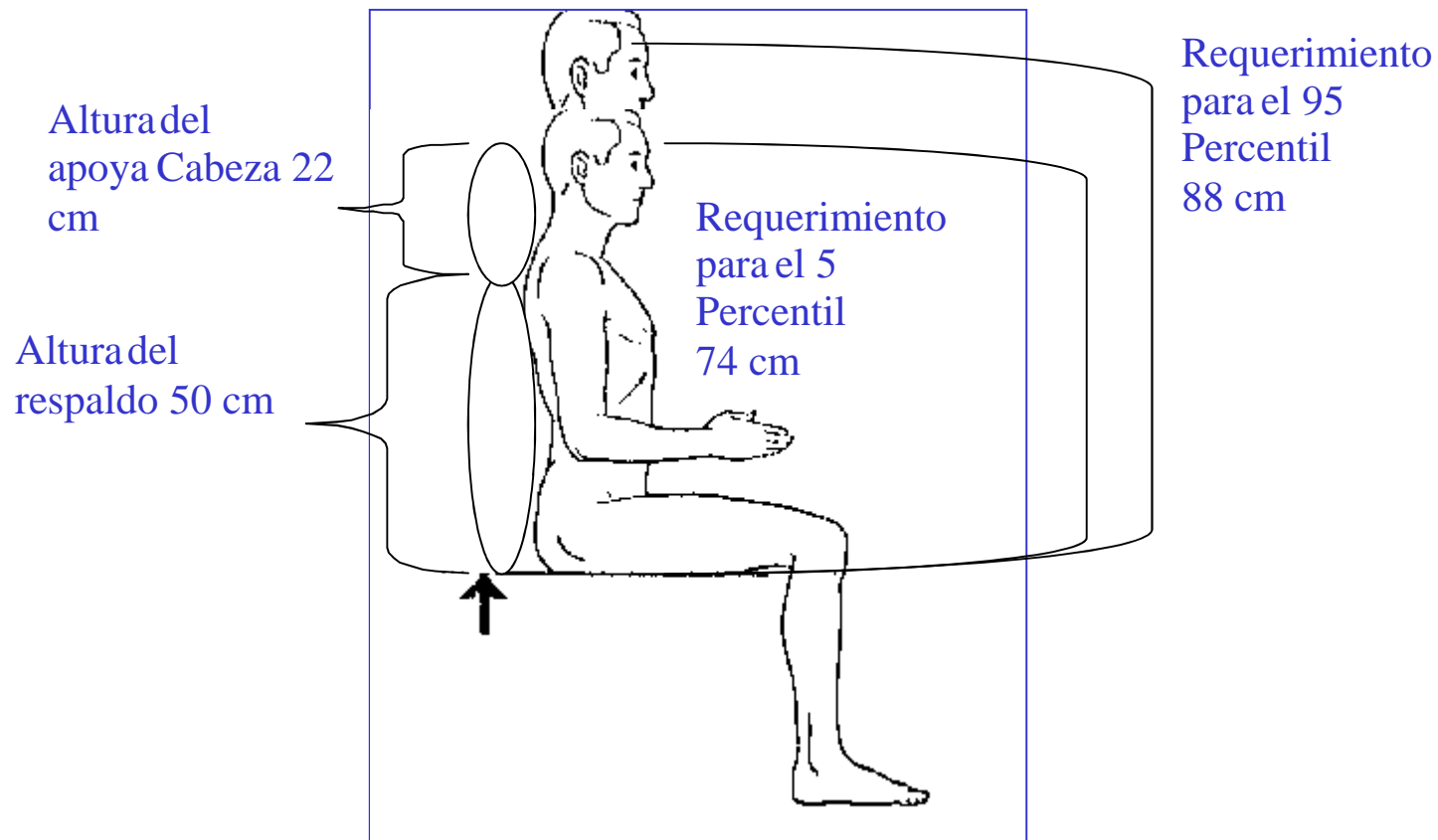
Referencias antropométricas que permiten definir altura y rango de ajuste de apoya cabeza

<u>Medidas antropométricas</u>	<u>X</u>	<u>DE</u>	<u>5</u>	<u>95</u>
Estatura sentado	89,7	3,5	83,9	95,5
Altura ojo asiento	79,4	4,2	72,5	86,3
Altura hombro asiento	60,2	3,8	54,0	66,4



Medidas del asiento de uno de los camiones evaluados

Centímetros que faltan para que el
apoya cabeza proteja al:
95 Percentil 16 cm
5 Percentil : 2 cm





La Compañía evalúa renovar asientos para lo cual se evalúan prototipos

Los proveedores se oponen señalando que cualquier modificación los exime de responder frente a los seguros comprometidos

La pregunta es: ¿se habrían opuesto si la exigencia se pone al adquirir un equipo cuyo costo es cercano a U.S. \$ 3.000.000

• **Una reflexión:**

¿existe alguna forma efectiva de hacer ergonomía sin participación?



ERGONOMIA EN TRABAJOS PESADOS: EL APOORTE DE LA FISIOLOGIA DEL TRABAJO

EJEMPLOS DE PARTICIPACION

- LA META ES REDUCIR LA CARGA DE TRABAJO Y AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD

¿SERA SUFICIENTE?

UN TEMA PARA REFLEXIONAR

- CENTRAR ESFUERZOS SOLO EN
PRODUCTIVIDAD Y
SEGURIDAD

¿ASEGURAN BIENESTAR?

LA CALIDAD DE VIDA LABORAL SOLO SE PUEDE LOGRAR CUANDO AL MENOS

- Las condiciones en torno al trabajo son también adecuadas, por ejemplo campamentos y alimentación
- Las exigencias del trabajo se establecen en base a las capacidades y limitaciones del hombre
- Los salarios son proporcionales al esfuerzo desplegado en la tarea

CAMPAMENTOS

- En Chile, en algunas empresas tienen campamentos de muy buen nivel, particularmente en empresas mineras que desarrollan sus labores en altura.
- En áreas como construcción, agrícola, frutícola, forestal y pesquera existe una gran variación en las facilidades que otorgan a los trabajadores



Alrededor de 1980



La pregunta es:

- ¿Se puede hacer ergonomía en trabajadores que subsisten bajo condiciones como las ilustradas?
- ¿Qué priorizamos? ¿la “ciencia de alto nivel”? o aprendemos a construir desde los cimientos



Comienzo de los años 90





2010





**ALIMENTACION
SALUDABLE:
UNA NECESIDAD**

Promedio y desviación estándar (D. E.) para la edad, peso, estatura, capacidad aeróbica y rendimiento, de dos grupos de trabajadores forestales.

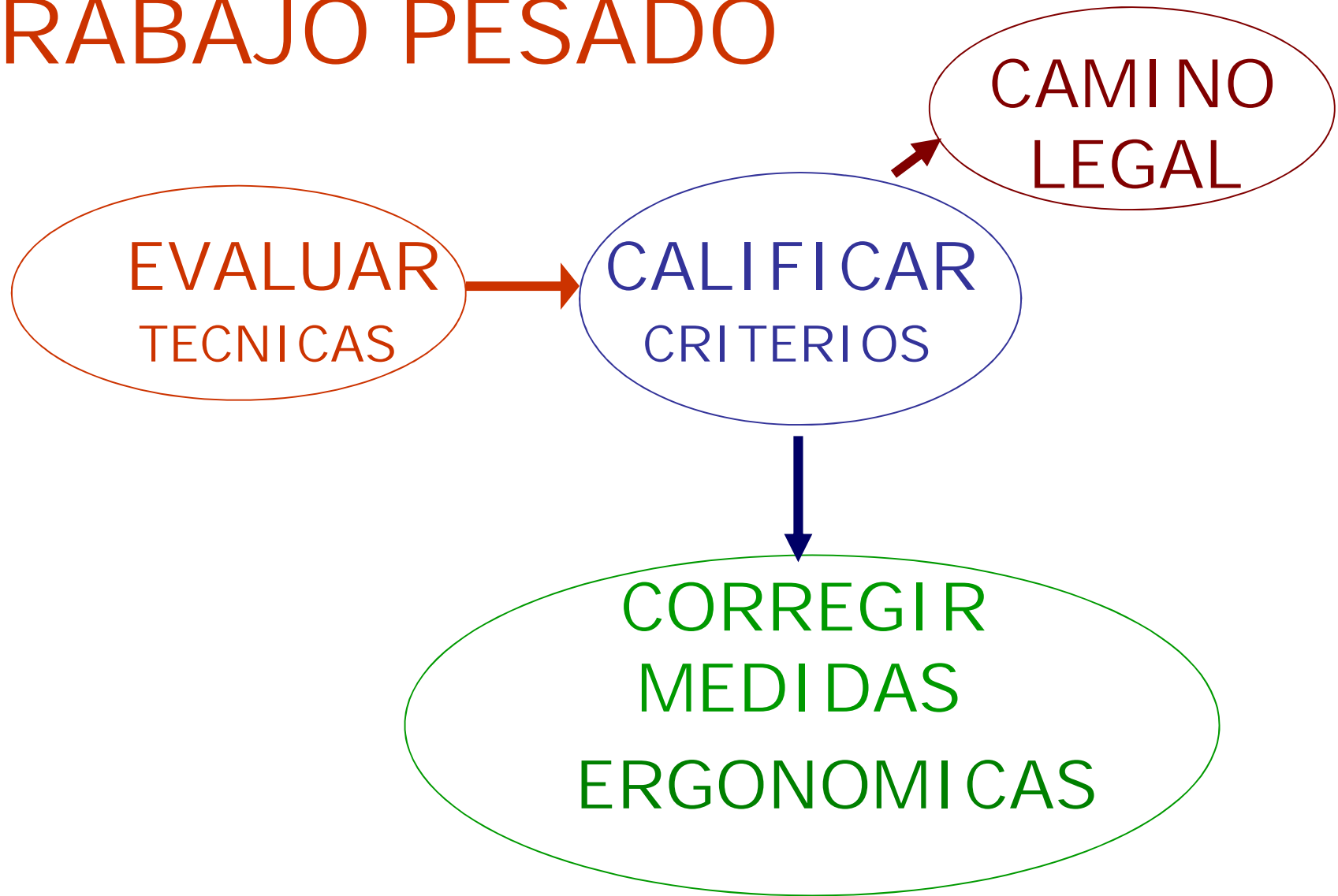
Variables	Unidad	Trabajadores de Rendimiento			
		Alto		Medio	
		n=15		N=37	
		Promedio	D.E.	Promedio	D.E.
Edad	años	33.10	10.10	30.80	10.40
Peso	Kg	67.40	8.20	62.80	8.80
Estatura	metros	1.69	0.05	1.66	0.06
Masa grasa	%	15.20	5.00	12.40	5.20
Ingesta energía**	Kcal/día	3859.00	524.00	3287.00	415.00
Capacidad aeróbica	L/min	3.10	0.59	2.91	0.53
Rendimiento**	M ³ /hora	6.20	0.17	4.50	0.35
** Promedios significativamente diferentes p < 0.001					

- Diferencia ingesta de alimentos = 572 kcal diarias
- Diferencia de rendimiento de 37%

Alimentación forestales: Evolución 1981 al 2000

Variable	Unidad	Trabajadores 1981	Trabajadores 2000
Energía	Kcal	2862	4024
Proteínas totales	g	74	135
Hidratos Carbono	g	537	621
Lípidos	g	46	104

TRABAJO PESADO



¿Cómo reducir la carga fisiológica de trabajo?

La mecanización es una forma de hacerlo



Sin embargo hay formas de mecanización que aumentan la producción pero no reducen la carga fisiológica



Implementos como el ilustrado generan además ruido, vibraciones y contaminan

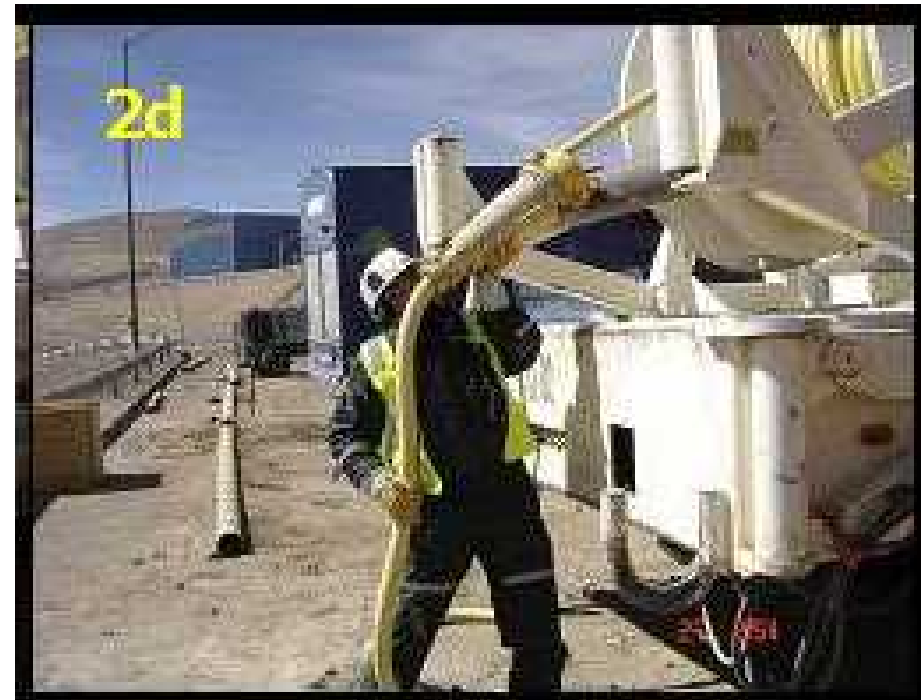
Trabajos como el ultimo ilustrado además del alto gasto de energía demandan esfuerzos que pueden resultar en lesiones musculo esqueleticas y por lo tanto es fundamental que los trabajadores tengan una buena aptitud física



Correlación de la carga cardiovascular media de la jornada versus algunas características de los trabajadores

	r
• Edad	• 0.35
• Peso (kg)	• - 0.48
• Masa grasa (%)	• 0.28
• Masa libre de grasa (kg)	• - 0.90
• Capacidad aeróbica (l/min)	• - 0.77

Hay trabajos de mucho sobreesfuerzo en los que se adoptan muy malas posturas y la mecanizacion en es completamente justificada



Apilado de madera: Carga y ordenamiento de trozos

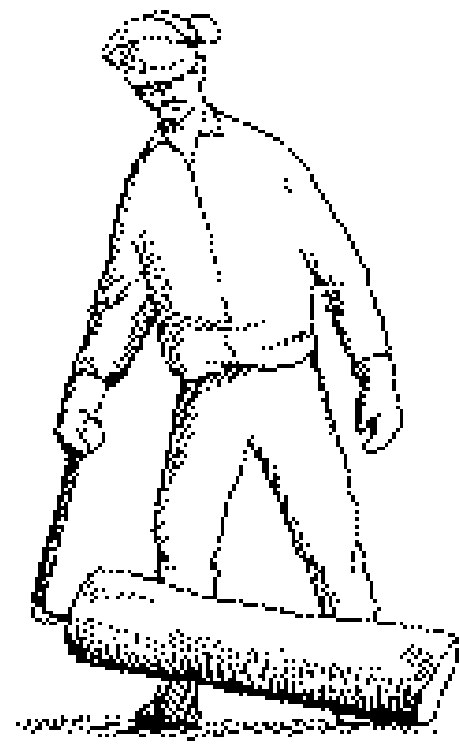
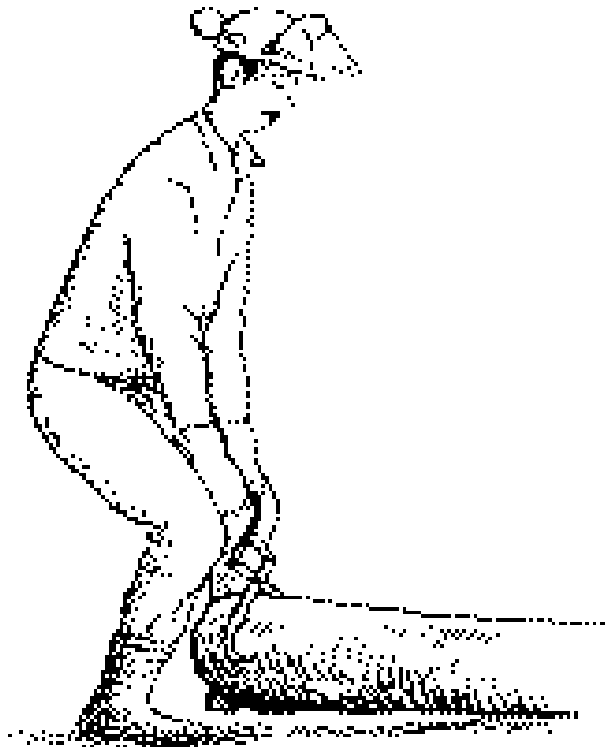




ESPALDA DE UN
TRABAJADOR
DESPUES
DE 10 AÑOS
ARRUMANDO
MADERA

Ayudas mecánicas

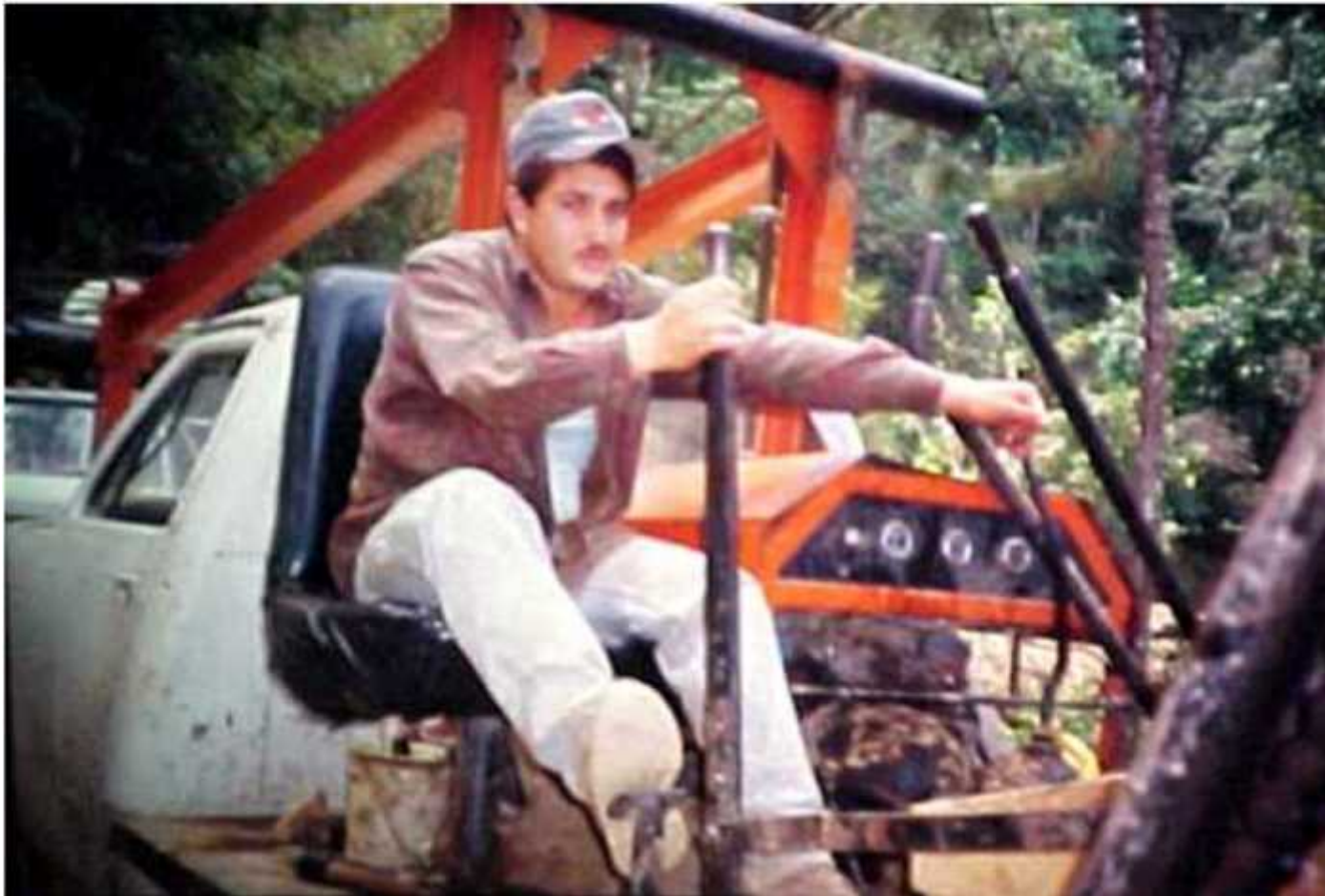
- Si el trabajo es poco frecuente se puede usar herramientas simples



Si el trabajo se realiza toda la jornada y todos los días laborales debe usarse máquinas

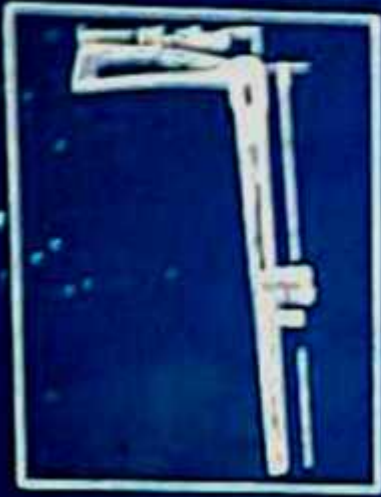


Sin embargo, máquinas mal diseñadas pueden generar los mismos problemas



SELECCIÓN DE
HERRAMIENTAS
Y
TECNICAS DE
TRABAJO

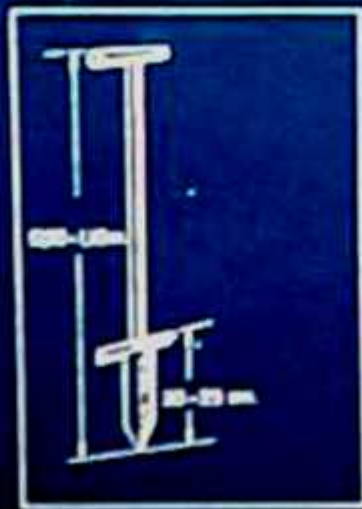
TRES HERRAMIENTAS PARA PLANTACION USADAS EN CHILE



Azadón

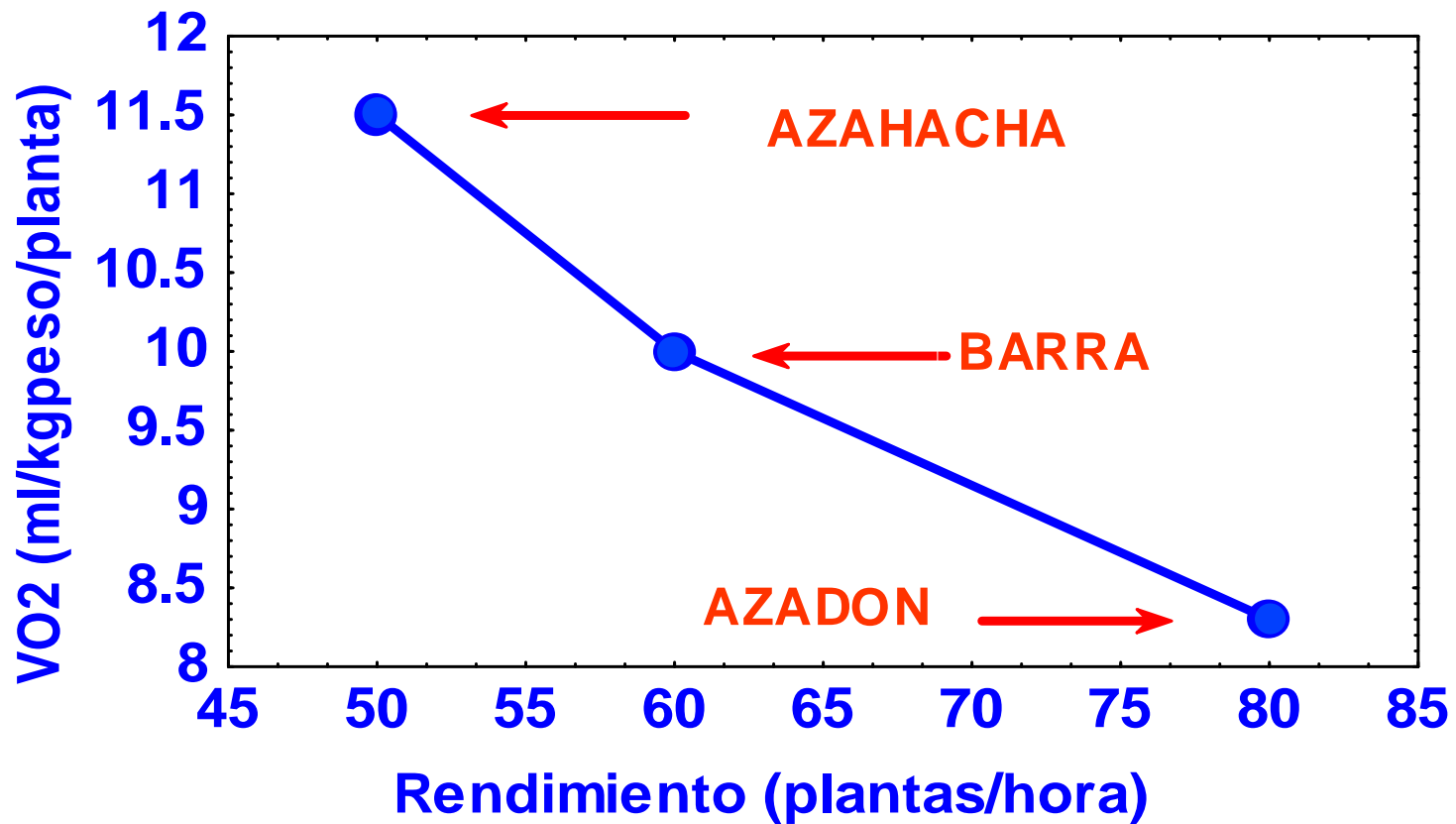


Azahacha



Barra

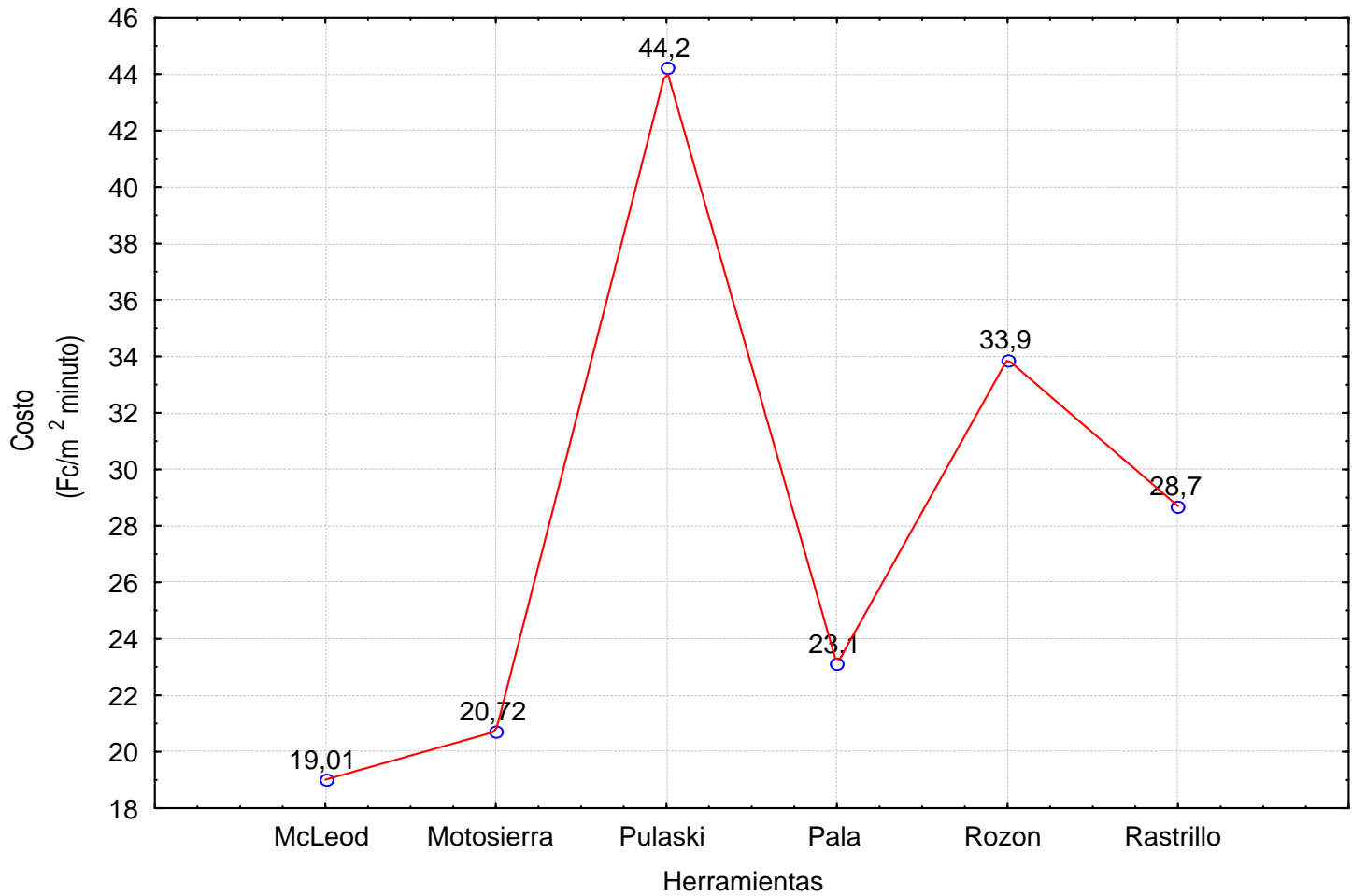
Consumo de oxígeno y rendimiento plantando con diferentes herramientas



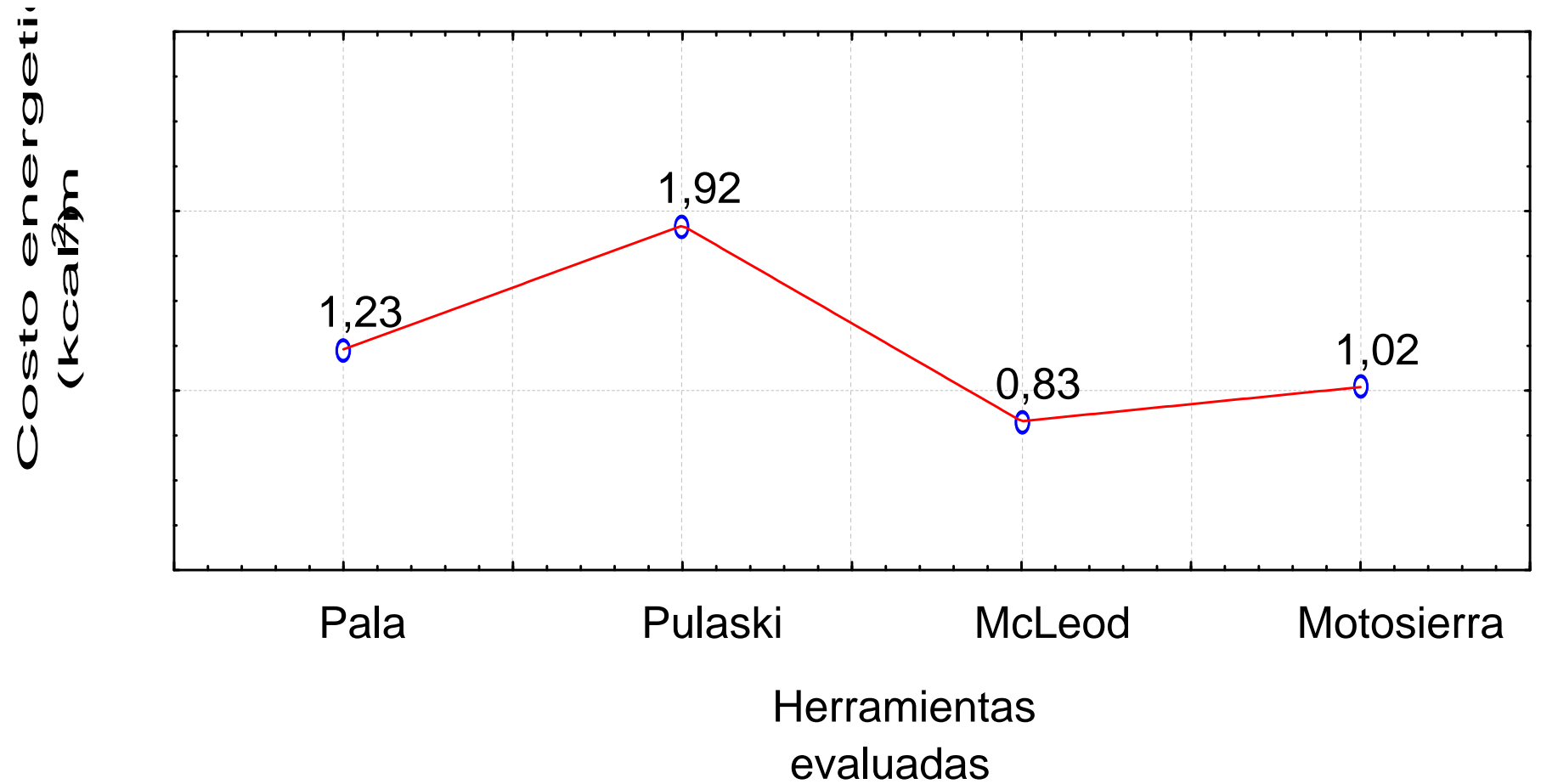
Rendimiento y respuesta fisiológica trabajando con herramientas de incendios forestales.



No obstante, estas cifras absolutas tienen que ser analizadas en términos de costo-beneficio, vale decir, en función del rendimiento obtenido con cada herramienta. Para comparar el nivel de sobrecarga relativa, se estimó el incremento de la frecuencia cardiaca por metro cuadrado de línea.



Gasto de energía durante la construcción de líneas.



Poda con serrucho cola de zorro

- Riesgos para el cuello y la espalda baja
- Dolor de brazos por trabajo estático
- Riesgos de accidentes
- Mala calidad en los cortes



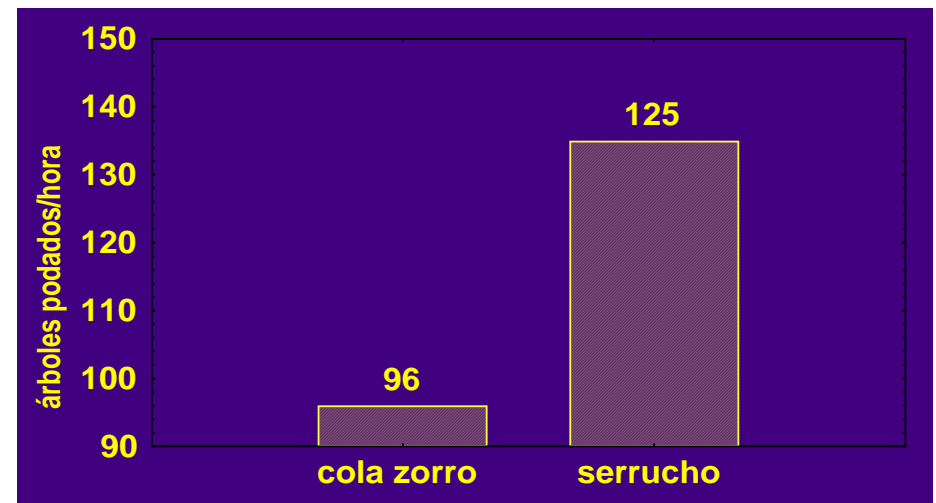
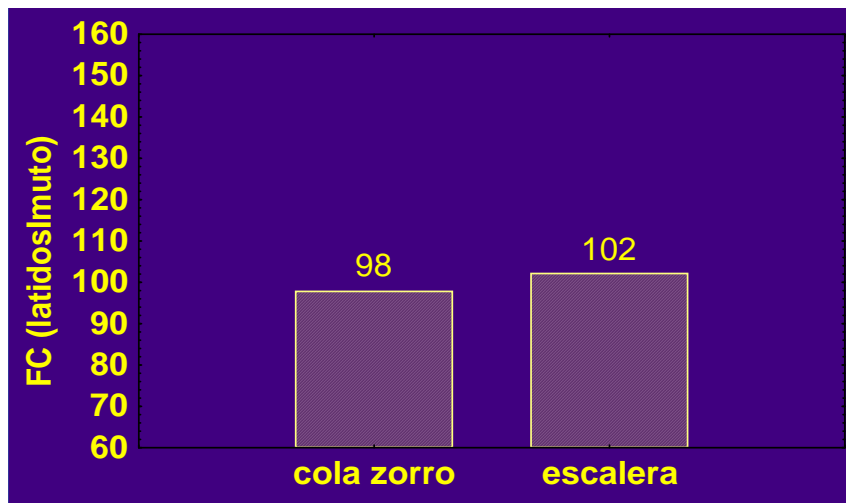
PODA CON SIERRA Y ESCALA



- MEJORA LA POSICION DE TRABAJO
- DISMINUYE EL TRABAJO ESTATICO
- LOS RIESGOS DE ACCIDENTES SE PUEDEN CONTROLAR
- MEJORA LA CALIDAD



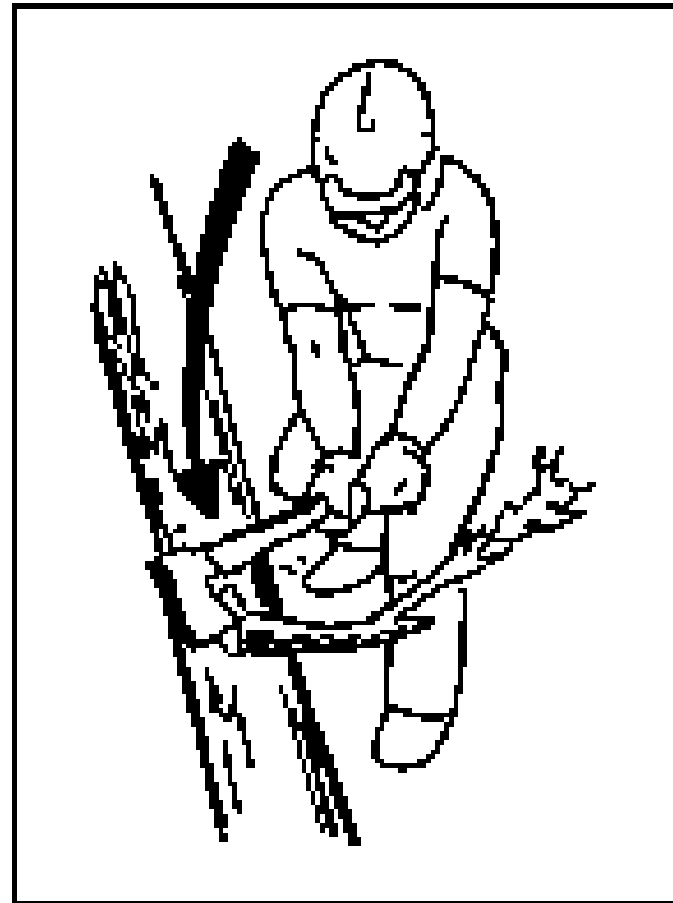
Aumenta el rendimiento con la misma carga fisiológica



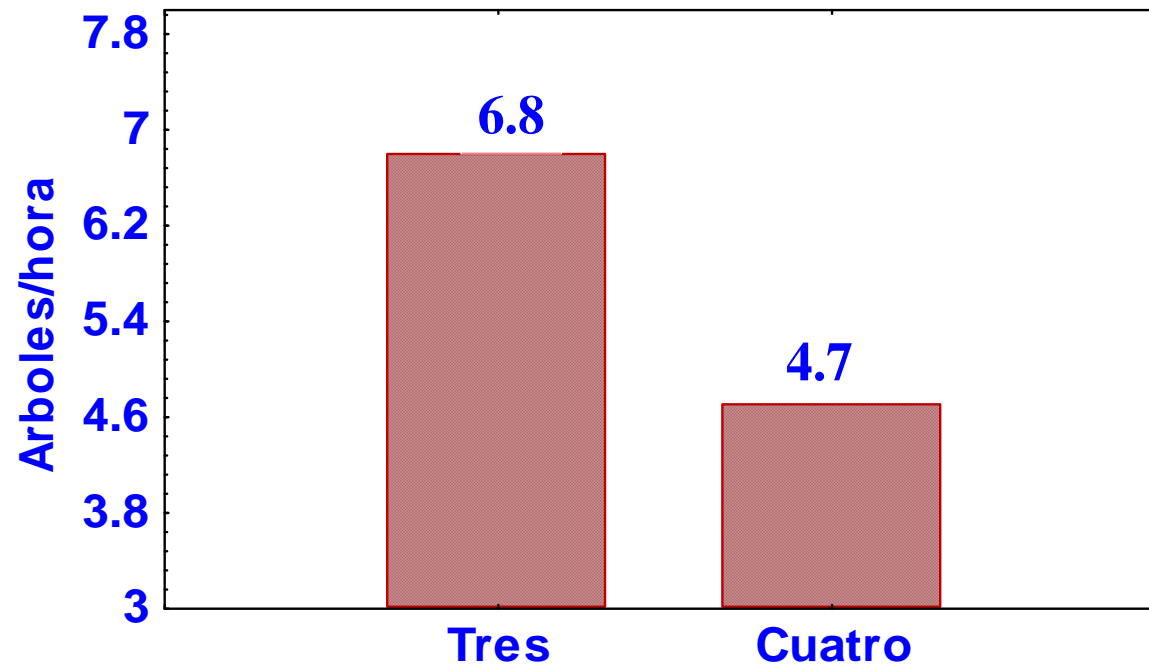
**EQUIPOS DE TRABAJO:
NUMERO DE
TRABAJADORES POR
FUNCION**

TRABAJOS CON HACHA

- **EL TRABAJO DE DESRAME CON HACHA ES UNA ACTIVIDAD PESADA**
- **LOS CONTRATISTAS FORESTALES NORMALMENTE OCUPAN DOS, TRES O CUATRO HACHEROS**

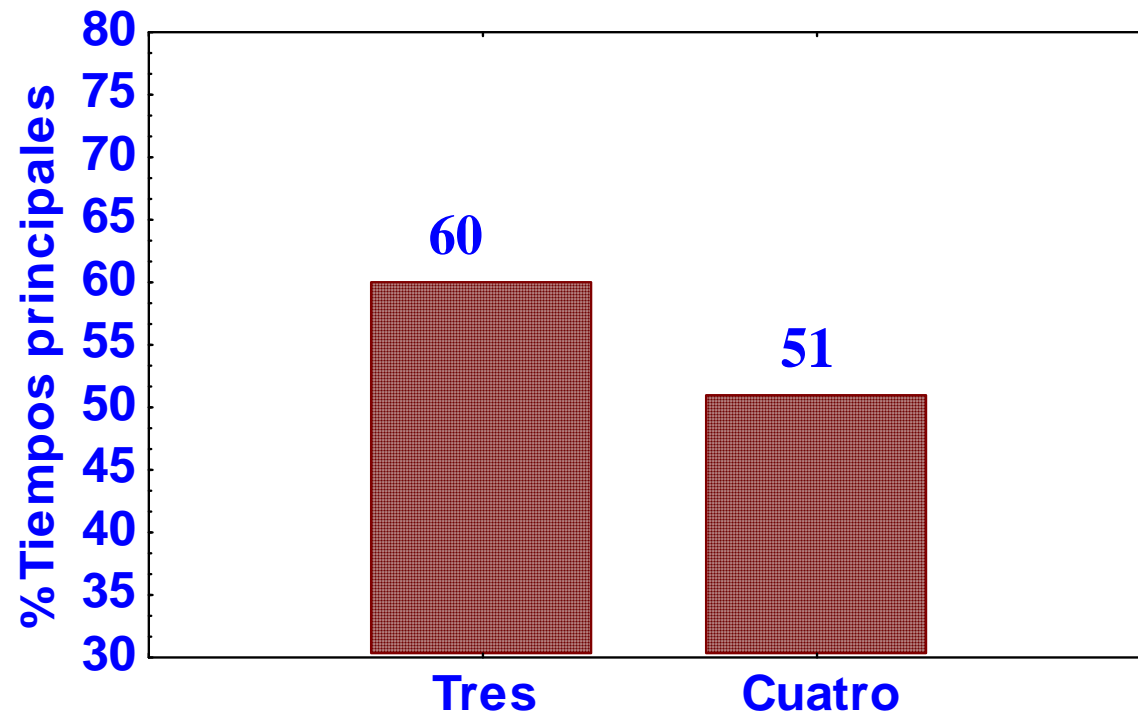


Rendimiento hacheros



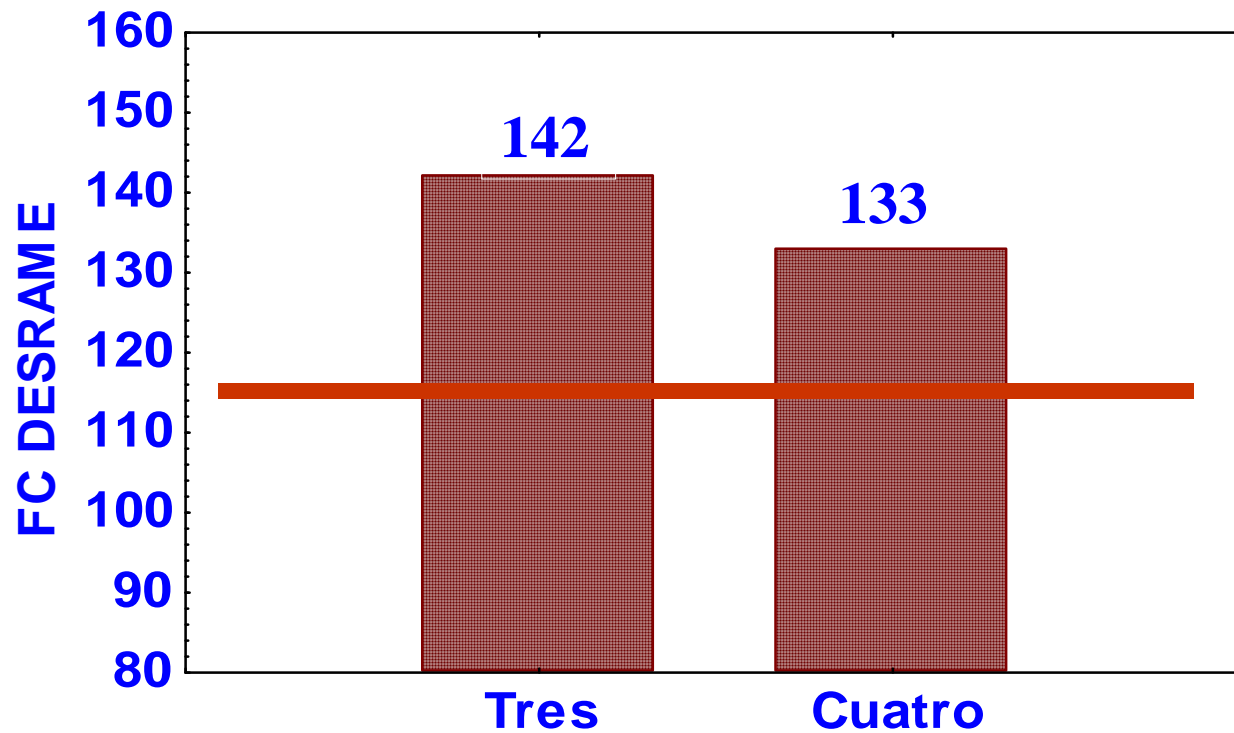
Hacheros

% Tiempo actividad Principal

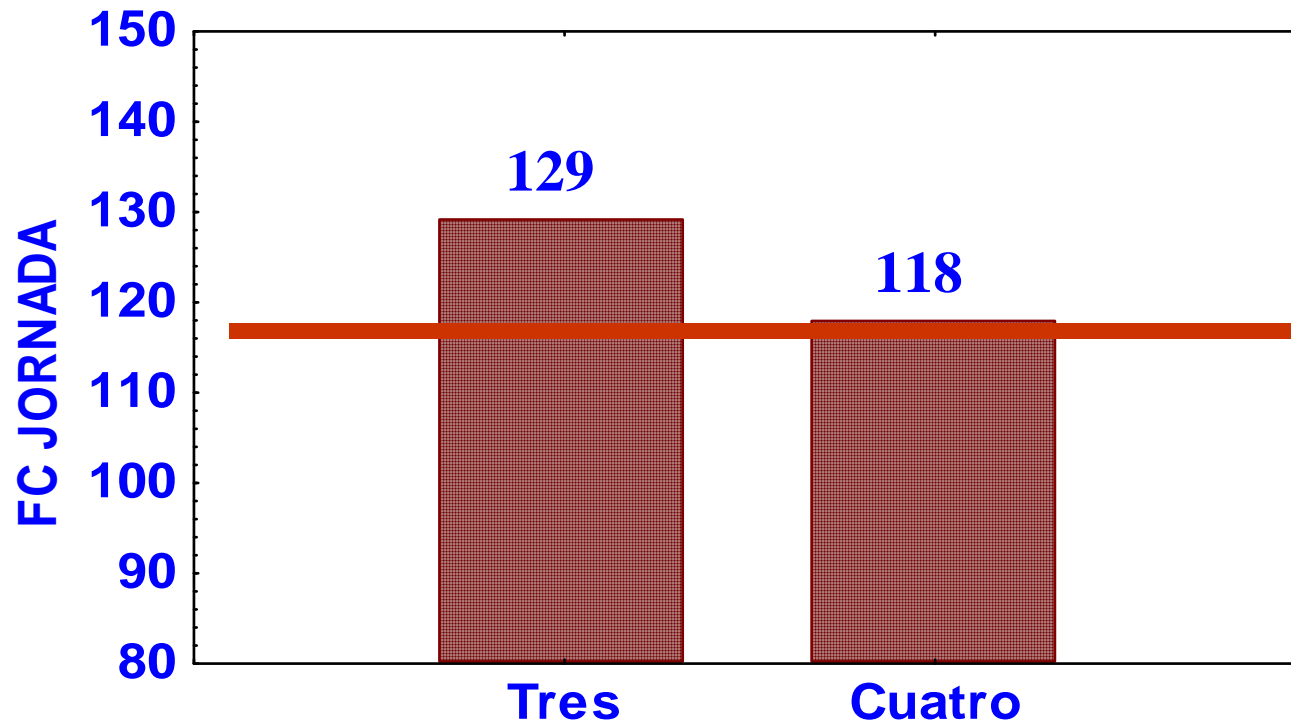


**¿Que se puede concluir en
base al estudio de tiempos?**

Frecuencia cardíaca Actividad Principal



Hacheros: Frecuencia cardíaca jornada



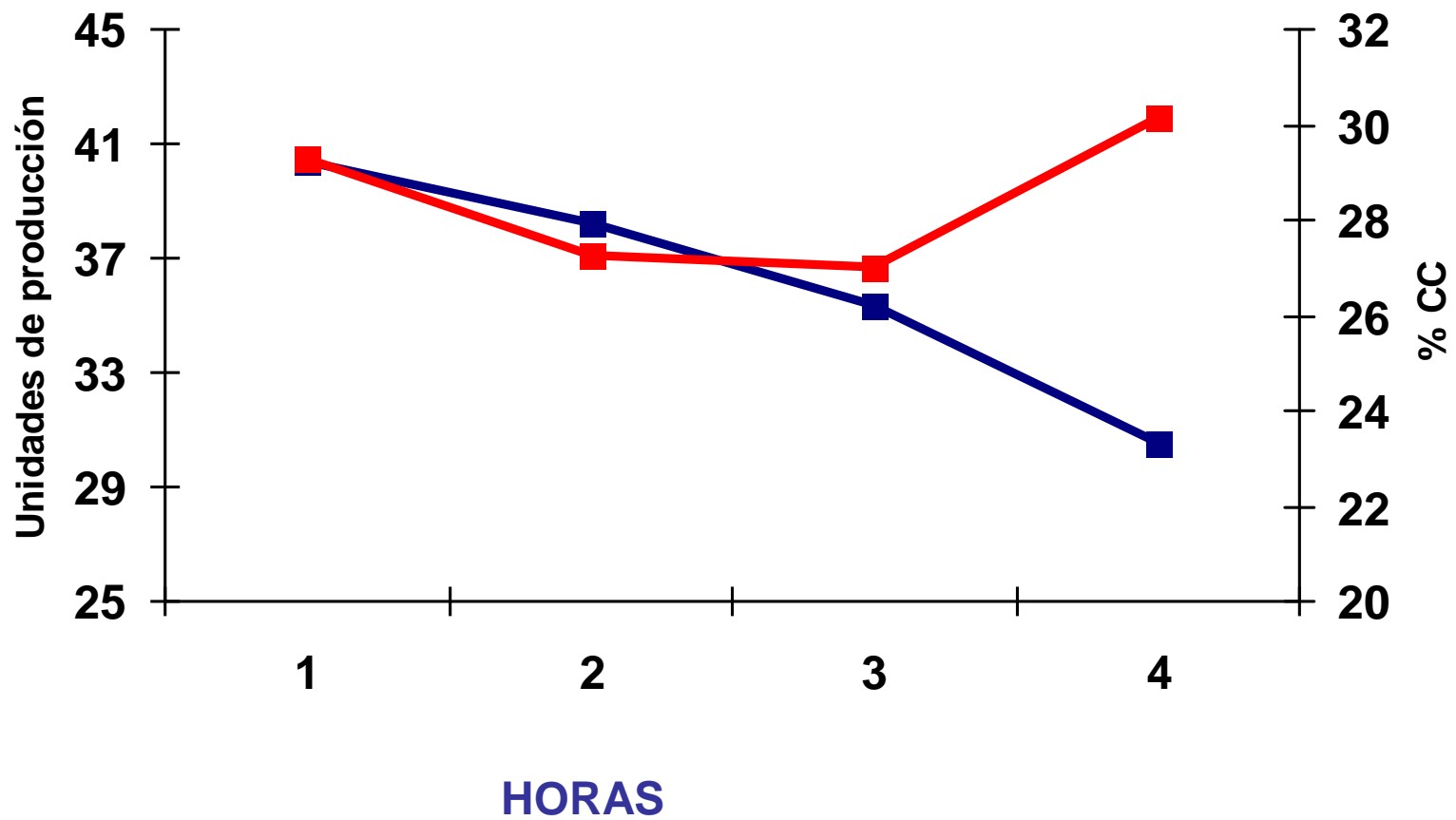
Trabajo y pausas



DOSIFICACION DE PAUSAS

- **LAS PAUSAS SON UNA NECESIDAD**
- **DEBEN SER FRECUENTES Y NO NECESARIAMENTE MUY LARGAS**
- **LO IMPORTANTE ES INTRODUCIRLAS EN EL MOMENTO OPORTUNO**

TRABAJO SIN PAUSAS



Tiempo de recuperación

$$T.R. = \frac{T.T (GET - \% GES)}{(GET - 1.5)}$$

donde:

T.R. = Tiempo de recuperación (minutos)

T.T. = Tiempo de trabajo

GET = Gasto de energía del trabajo

GES = Gasto de energía de referencia (40% CA)

Tiempo de recuperación

$$\text{T.R.} = \frac{\text{T.T} (\% \text{CCT} - \% \text{CC límite})}{(\% \text{CCT})}$$

donde:

T.R. = Tiempo de recuperación (minutos)

T.T. = Tiempo de trabajo

%CCT = % carga cardiovascular trabajo

% CC límite 40% nivel mar, 35% altura

Ficha Ergonómica

Mantenedor mecánico taller

Estudio de tiempo y carga física de trabajo

Las labores asociadas a la actividad principal, tales como mantención de partes y piezas, revisión e inspección, ocupan un 49,8% de la jornada.

Un 14,3% de la jornada desarrolla labores de coordinación y administración

Un 15,6% del tiempo lo utiliza para traslados.

Tiempo		Actividad	Porcentaje
Inicio	Término		
8:30	8:51	Coordinación	5.2 %
8:51	9:00	Conducción de camión	2.2 %
9:00	9:21	Coordinación/instrucciones	5,2%
9:21	9:32	Revisa equipos	2,7%
9:32	9:42	Conduce camión	2.5%
9:42	10:08	Mantención de equipo:	6.4%
10:08	10:27	Trabajo en taller	4,7%
10:27	10:31	Desplazamiento con tambores	1%
10:31	10:43	Preparación de herramientas	3%
10:43	10:53	Conduce	2.5%
10:53	11:09	Coordina	3.9%
11:09	11:35	Conduce	5.9%
11:35	12:48	Colación	18%
12:50	13:04	Preparación de herramientas	3.4%
13:04	13:40	Reparación brazo hidráulico	8.8%
13:40	13:50	Conduce	2.5%
13:50	13:59	Taller de mangueras	2.2%
13:59	14:04	Conduce	1.2%
14:04	14:44	Repara cilindro de levante: Repara cilindro-maneja puente grúa-Utiliza pistola hidráulica	9.9%
14:44	15:15	Termina labores: Guardar equipos	7.7%
Tiempo total de evaluación	6 horas, 45 minutos		

Promedio, mínimo, máximo y desviación estándar de la frecuencia cardiaca y el porcentaje de carga cardiovascular (%CC).

Variables	Promedio	Mínimo	Máximo	D.E
	Frecuencia Cardiaca	116,8	88,00	151,0
Porcentaje de Carga Cardiovascular	45,8	22,58	73,4	9,44

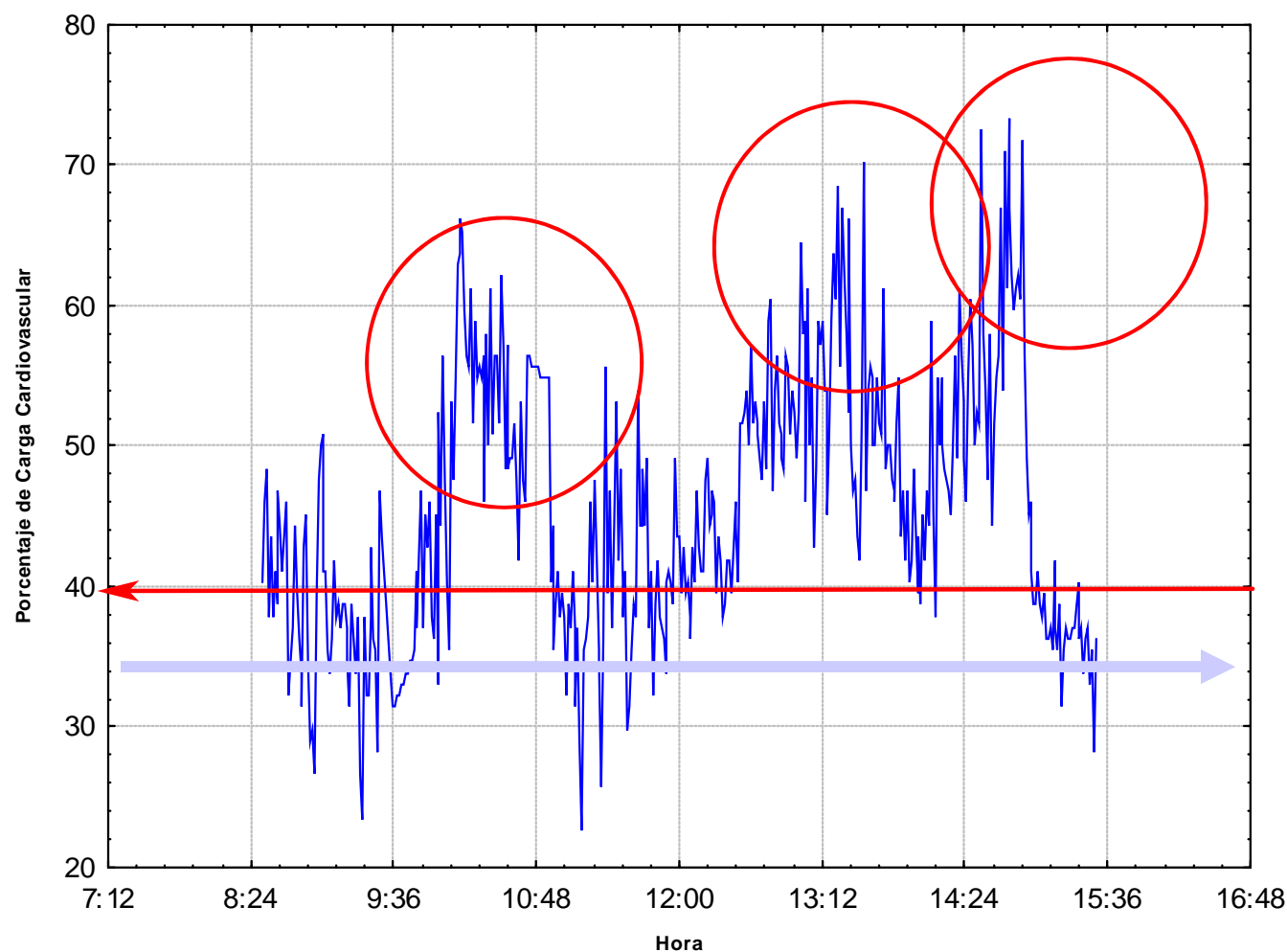
$$T.R. = \frac{T.T (\%CCT - \%CC \text{ límite})}{(\%CCT)}$$

$$T.R. = \frac{405 (45.8 - 35\%)}{(45.8)}$$

TR= 95 minutos

Gráfico del Porcentaje de Carga Cardiovascular durante la jornada de trabajo

La carga cardiovascular entre las 10:00 y las 10:48 alcanza niveles entre el 40% y el 65%, en momentos en que el trabajador estaba realizando reparación de brazo hidráulico de levante con tambores



EFEECTO DE LAS PAUSAS PROGRAMADAS

Estudio de caso: Pausas en poda

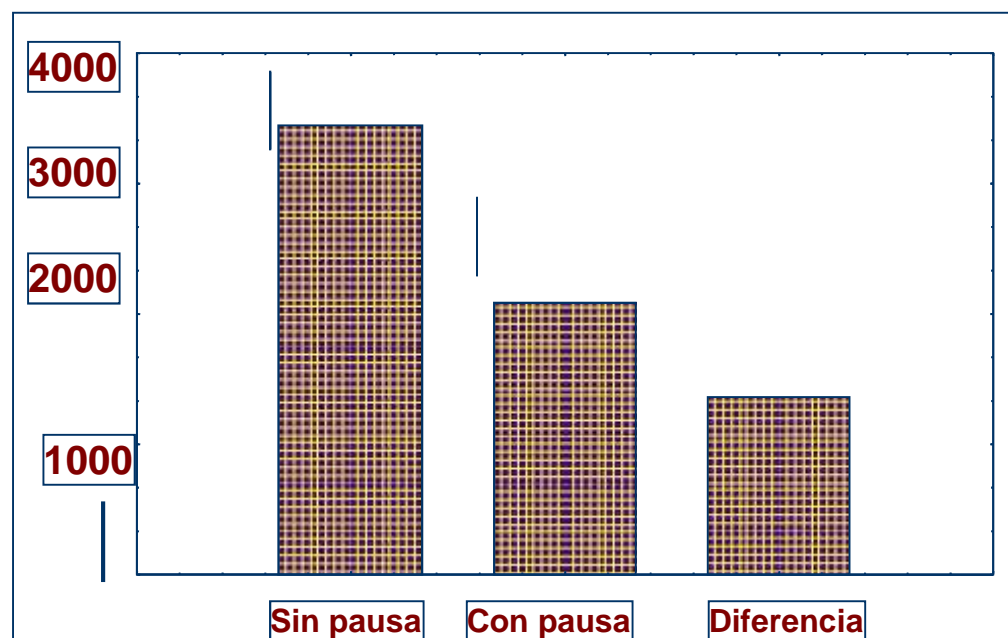
- SIN PAUSA
- Rendimiento 26 árboles por hora
- 41.5 % CC
- 93.7 % Tiempos principales
- Ausentismo por dolores de brazos

Estudio de caso: Pausas en poda

- PAUSA 10min/hora
- Rendimiento 43 árboles por hora
- 40 % CC
- 84.0 % Tiempos principales
- Aumento salarios, disminución ausentismo, mejoría de salarios

Costos de podar con y sin pausas

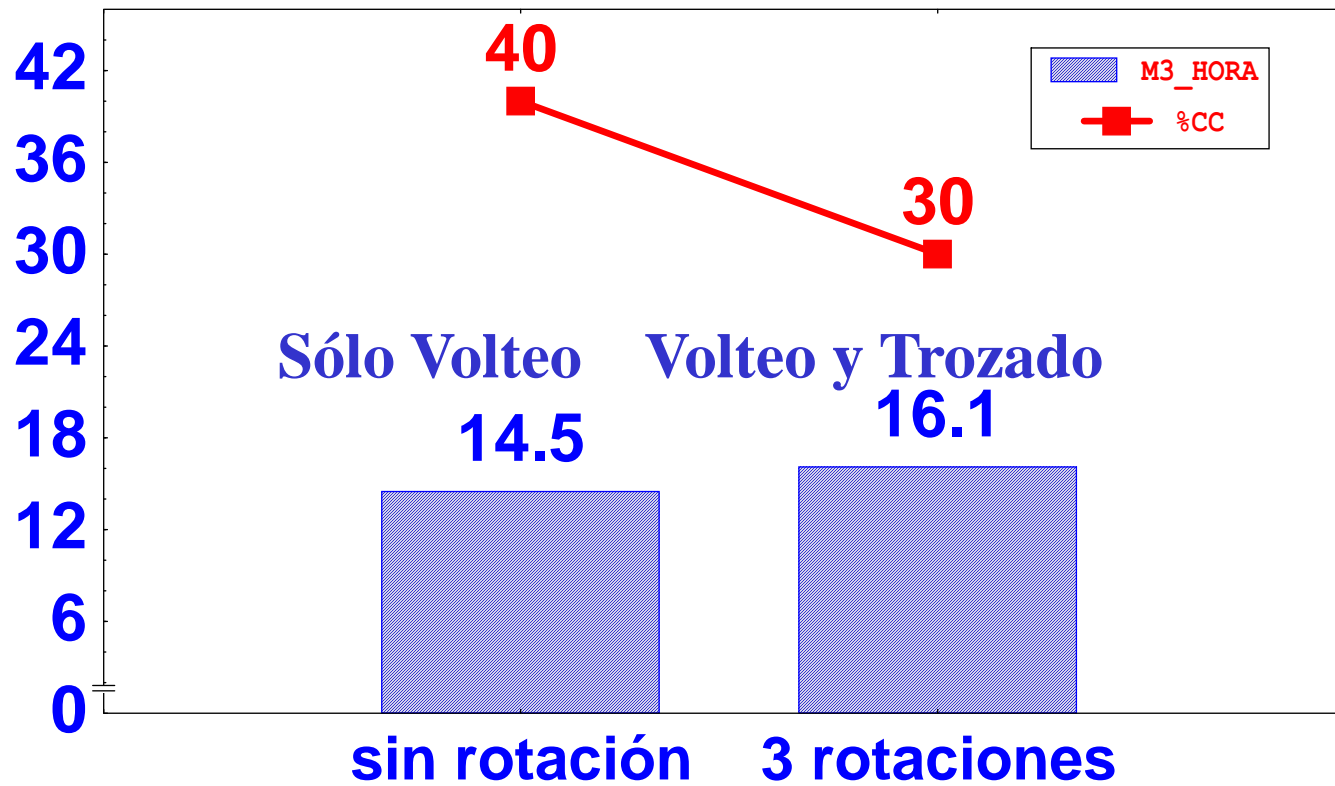
- El trabajo consistió en podar 69.5 ha
- El tiempo de trabajo para igual superficie se reduce de 28 a 17 días
- El ahorro porcentual en los costos es 40 % por el ahorro de tiempo
- Es aún mayor si se considera que en los 11 días pueden hacer otros trabajos



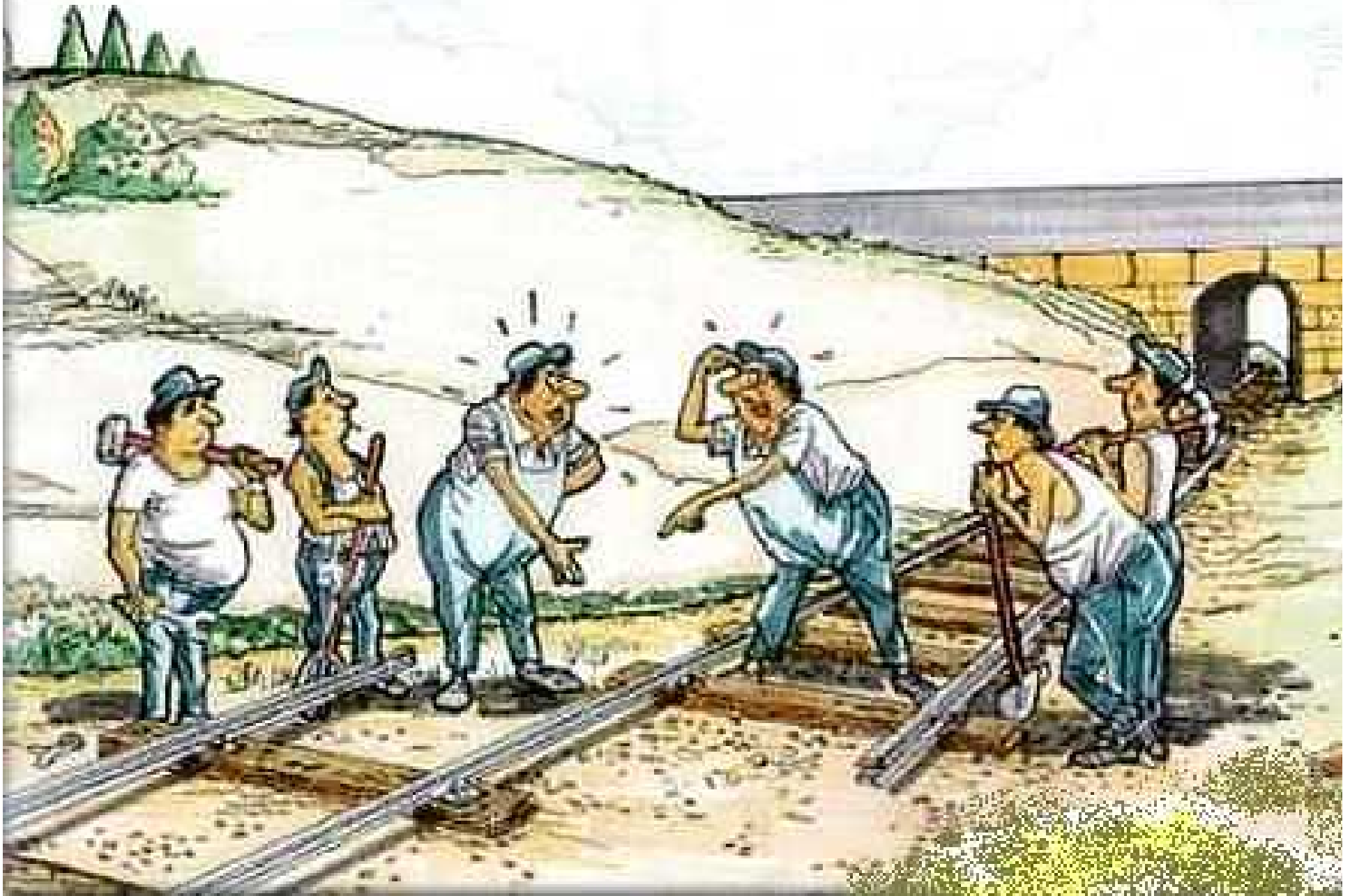
ROTACION DE FUNCIONES



Organización del trabajo: Rotación de funciones



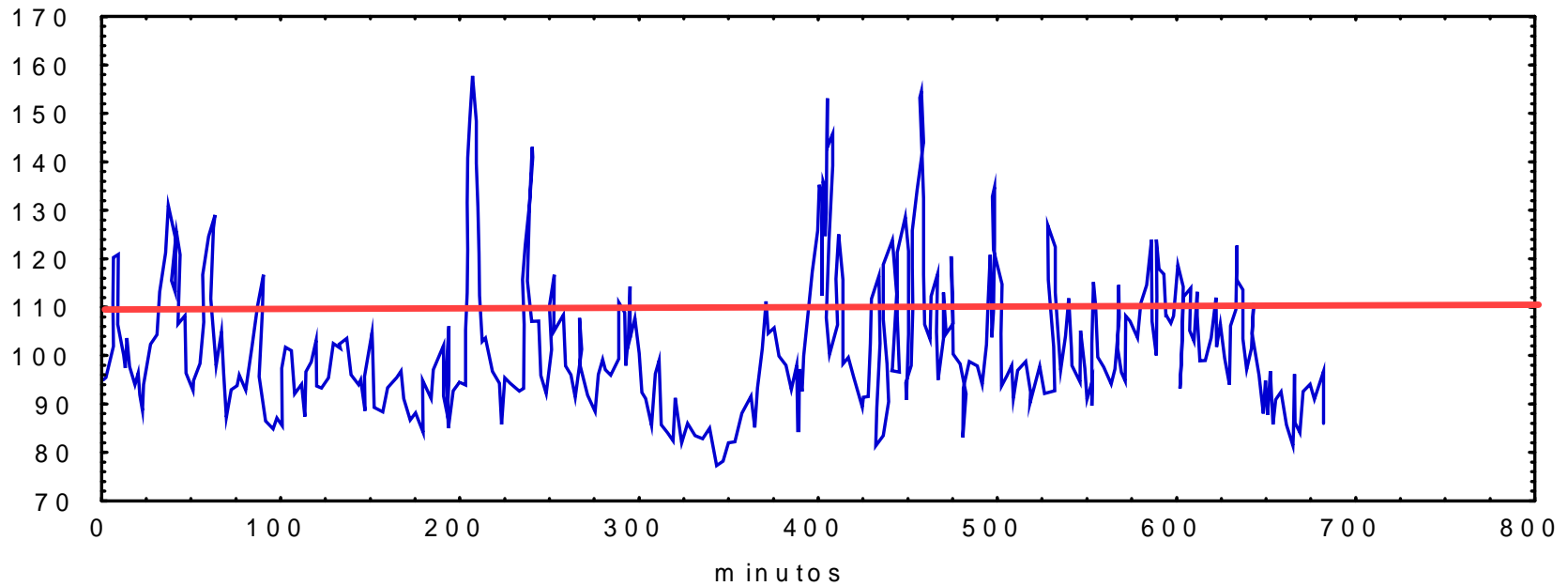
ORGANIZACIÓN GLOBAL DEL TRABAJO



Medidas simples de organización, de bajo costo, mejoran la eficiencia y reducen la carga física

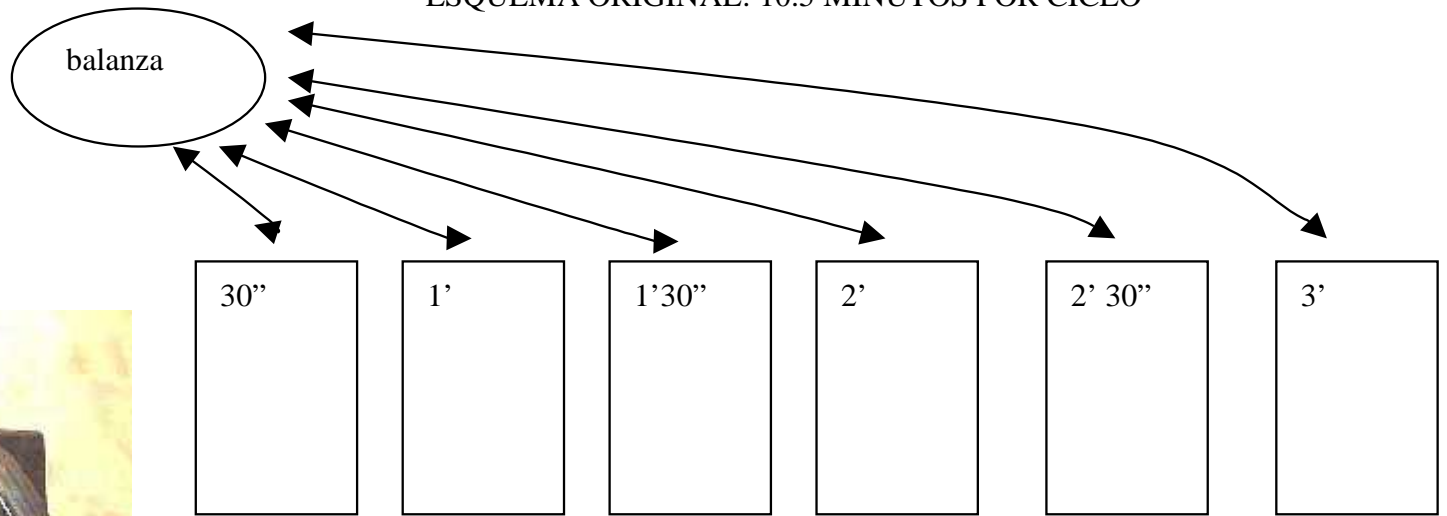


operador flotacion

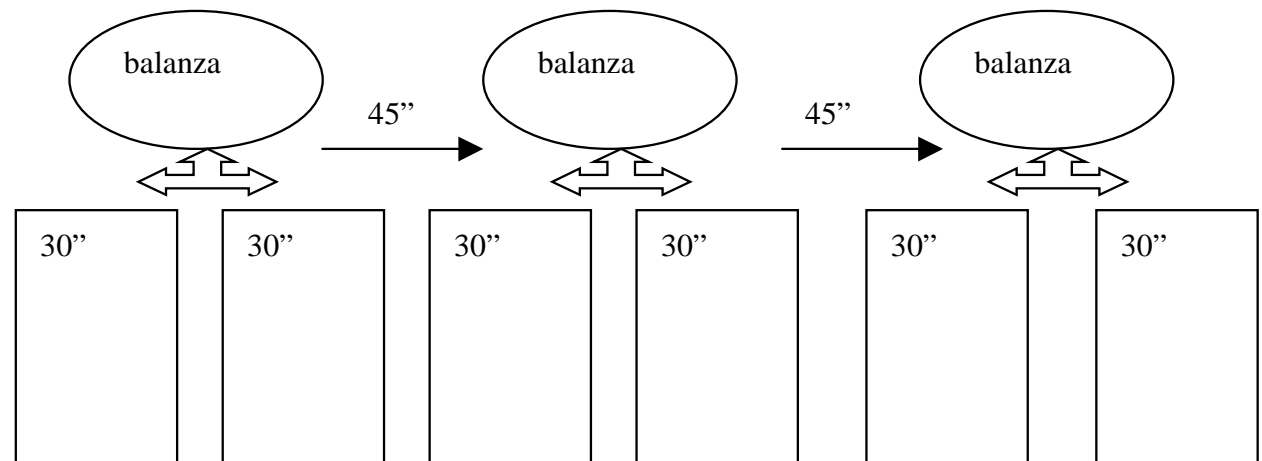




ESQUEMA ORIGINAL: 10.5 MINUTOS POR CICLO



ESQUEMA MODIFICADO: 5.2 MINUTOS POR CICLO



ESQUEMA ORIGINAL DE COSECHA

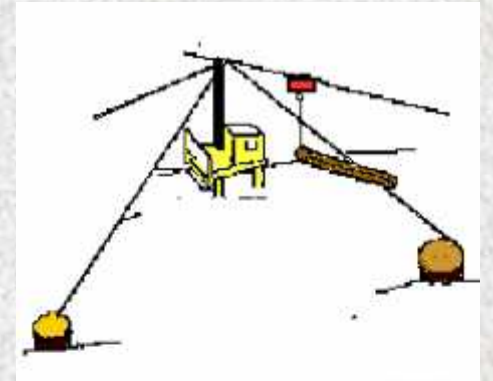
BOSQUE
2 DIAS

1 Motosierrista volteador
3 hacheros
1 Estrobero

1 torrero
1 boyerizo

CANCHA
1,5 DIAS

1 marcador
1 motosierrista trozador
3 apiladores



ESPALDA DE UN TRABAJADOR DESPUES DE 10 AÑOS APILANDO MADERA



Configuración
inicial



MOTOSIERRISTA(1)

%Tp = 60%

%CC = 30%

Rendimiento = 12 m3/hora

HACHEROS (3)

%Tp = 90%

%CC = 49%

Rendimiento = 3.9 m3/hora

ESTROBERO(1)

%Tp = 85%

%CC = 58%

Rendimiento = 12 m3/hora

TORRE

%Tp = 50%

Rendimiento Real = 12 m3/hora

Rendimiento Esperado = 16 m3/hora

ESQUEMA COSECHA CON MODIFICACIONES ERGONOMICAS

BOSQUE

**1 MOTOSIERRISTA VOLTEADOR
4 HACHEROS
2 ESTROBEROS**



1 TORRE



CANCHA

**1 MARCADOR
1 MOTOSIERRISTA TROZADOR
1 DESPICADOR
1 TRINEUMATICO**

Configuración
Final



Motosierristas (1)

%Tp = 75%

%CC = 38%

Rendimiento = 16 m³/hora



Hacheros (4)

%Tp = 75%

%CC = 41%

Rendimiento = 4.2 m³/hora



Estroberos (2)

%Tp = 70%

%CC = 42%

Rendimiento = 16 m³/hora



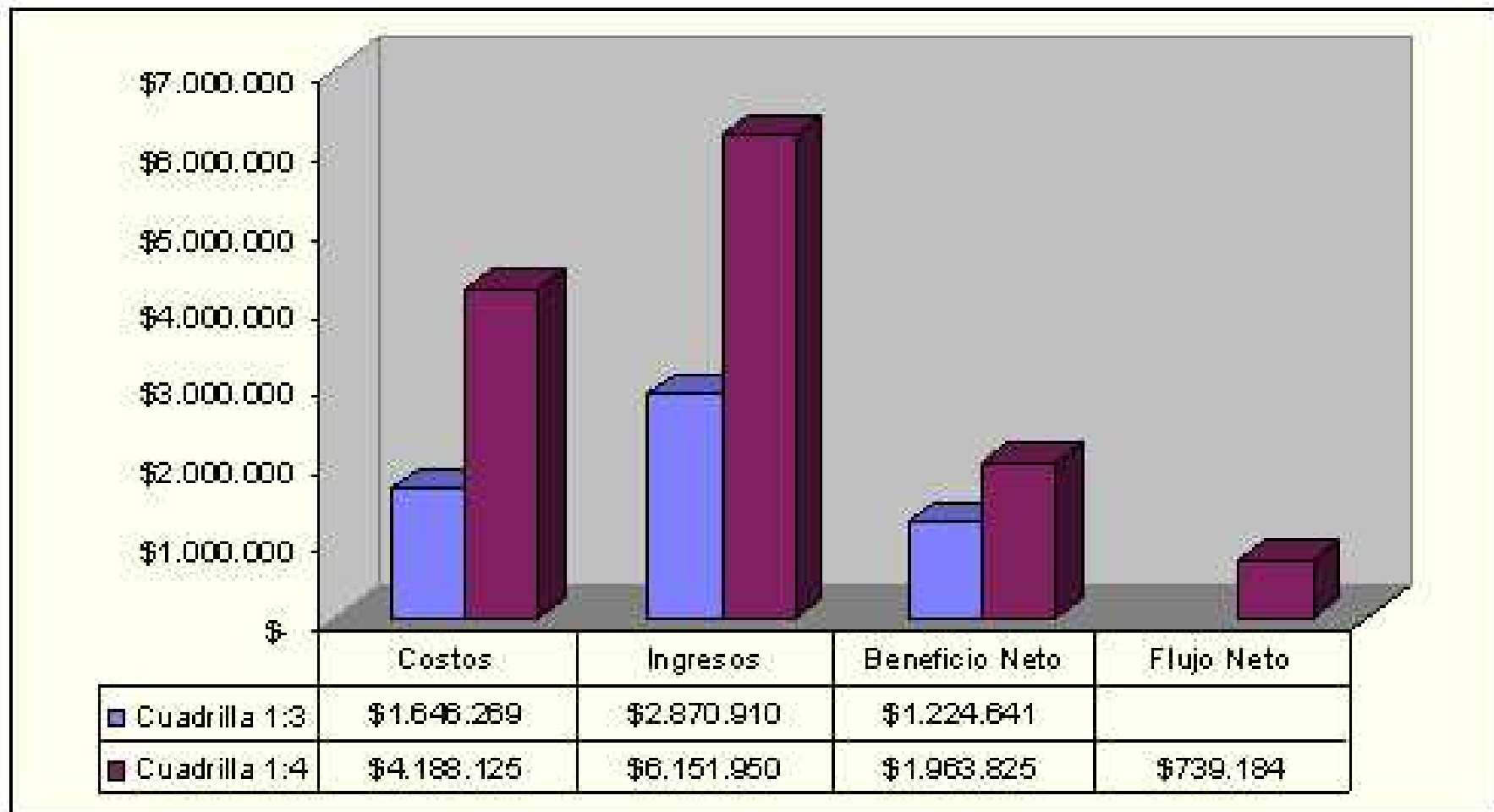
TORRE

%Tp = 80%

Rendimiento = 16 m³/hora

Esperado = 16 m³/hora

Costos, ingresos y relación beneficio-costo del sistema de trabajo original (cuadrilla 1:3) y del sistema modificado (cuadrilla 1:4)



COSECHA: CAMBIOS CON LA NUEVA ORGANIZACIÓN

- **Aumento de la producción de 700 a 1500 m³ mensuales**
- **Aumento del empleo de 7 a 12 trabajadores**
- **Aumentos de sueldos en la mayoría de los trabajadores**
- **Mayor eficiencia en la producción**
- **Aumento de las utilidades del contratista**

Efectos de la innovación en cosecha:

Aumento ingresos:

¿EQUIDAD?

- **Contratista** 68%
- **Operadores de máquina** 47%
- **Estroberos** 26%
- **Motosierristas** 19%
- **Hacheros** 1.5%

Rendimiento en trabajos con hacha

$$RH(m^3/HR) = 0.161 + 0.029 * CC + 3.217 * M^3/ARB + 0.037 * TPRIN - 0.041 * PEND$$

Indicadores estadísticos: R: 0.85; R²: 0.73; error estándar: 0.5; p>0.001

Donde: RH = Rendimiento expresado en metros cúbicos por hora
CC = Carga cardiovascular expresada en porcentaje
M³/ARB = Volumen por árbol
TPRIN = Tiempo principal
PEND = Pendiente en porcentaje

TIEMPO PRINCIPAL 55%

VOL/ARB	15 % pendiente		30 % pendiente		50 % pendiente	
	CC 30%	CC 40%	CC 30%	CC 40%	CC 30%	CC 40%
0,40	3,74	4,03	3,12	3,41	2,30	2,59
0,48	4,01	4,30	3,39	3,68	2,57	2,86
0,58	4,30	4,59	3,69	3,98	2,87	3,16
0,68	4,63	4,92	4,01	4,30	3,19	3,48
0,78	4,97	5,26	4,36	4,65	3,54	3,83
0,90	5,35	5,64	4,73	5,02	3,91	4,20
1,02	5,75	6,04	5,13	5,42	4,31	4,60
1,16	6,17	6,46	5,55	5,84	4,73	5,02
1,30	6,62	6,91	6,01	6,30	5,19	5,48
1,44	7,10	7,39	6,48	6,77	5,66	5,95
1,60	7,60	7,89	6,98	7,27	6,16	6,45
1,76	8,13	8,42	7,51	7,80	6,69	6,98
1,94	8,68	8,97	8,06	8,35	7,24	7,53
2,12	9,26	9,55	8,64	8,93	7,82	8,11
2,30	9,86	10,15	9,25	9,54	8,43	8,72
2,50	10,49	10,78	9,88	10,17	9,06	9,35



Deudas por saldar



• **Una reflexión:**

¿existe alguna forma efectiva de hacer ergonomía sin participación?

