

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Evaluación del Rendimiento en la Operación de Corte con el Método Tradicional  
en Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán

Por:

**ALEJANDRA CASTRO ALONSO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO FORESTAL**

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

Evaluación del Rendimiento en la Operación de Corte con el Método Tradicional  
en Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán

Por:

**ALEJANDRA CASTRO ALONSO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

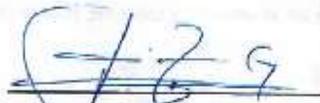
**INGENIERO FORESTAL**

Aprobada por el Comité de Asesoría:



M.C. Héctor Darío González López

Asesor Principal



M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez

Coasesor



Dr. Genaro Esteban García Mosqueda

Coasesor



Dr. Gabriel Gallages Morales

Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México  
Diciembre 2018

## DEDICATORIA

### **A mis padres**

A ellos por a verme dado la oportunidad y el apoyo de seguir con mis estudios y por creer en mí, porque sin ellos no hubiera logrado lo que me propuse. Gracias por el cariño y amor que me han dado durante mi formación personal y profesional. Este logro también es de ustedes.

Agustin Castro Ponce y María Emelia Alonso Lara

### **A mis hermanos**

A ellos por el cariño que me han dado y el apoyo que me dieron. Gracias por las palabras de aliento y consejos que me han brindado durante toda mi vida y en particular en los últimos cinco años de mi formación profesional, estoy eternamente agradecida con ustedes y sus familias, siempre los llevaré en mi pensamiento y corazón y daré todo para que sigan orgullosos de mí.

Ernesto Castro Alonso y Agustin Castro Alonso.

### **A mi hermana**

A ella por el amor y cariño que me ha dado durante toda mi vida. Gracias por todo el apoyo que me has dado porque sin ti no sé qué hubiera ello en los momentos más difíciles por los que pase durante mi estancia en la universidad, no tengo como agradecerte todo lo que has hecho por mí, estaré eternamente agradecida por todos y cada uno de los apoyos que me has dado... Chaparrita gracias por todo.

Neida Farina Castro Alonso

### **A mi esposo**

A el por estar conmigo y brindarme su amor y cariño incondicionalmente, por ayudarme en creer en mi misma y hacerme ver que debo de expresar lo que pienso y estar segura de lo que se, y no dudar de lo que puedo lograr. Gracias por las observaciones que me has hecho, porque debido a eso he logrado superar algunos miedos. Te admiro por la facilidad de palabra que tienes, definitivamente no sé cómo decirte cuanto te admiro por eso, gracias por todo tu apoyo y el amor que me has dado durante este tiempo.

Cristian Jovany Ruiz Serrato

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios

Por darme paciencia y fuerza de salir adelante en las situaciones difíciles, y por permitirme logra mis metas, y de llegar hacer una gran profesionista como Ingeniero Forestal.

A mi “Alma Mater” la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Por darme las mejores condiciones de adquirir los conocimientos necesarios para forjarme como una buena profesionista y con ello tener en mente el cuidado de los recursos naturales, y con esto poder ofrecer un mejor nivel de vida a mi familia.

A la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro

Por su apoyo y permitirme realizar mi estudio, para llevar a cabo este trabajo de investigación.

A mi Maestra

A la M.C. Gabriela Ramírez Fuentes, por el apoyo, la dedicación, la asesoría y la motivación que me brindo durante mi estancia profesional en la Universidad, así como para realizar el presente trabajo. Muchas gracias

A mis asesores

Al M.C. Héctor Darío Gonzáles López, por la dedicación, la asesoría y la motivación que me brindo durante mi estancia profesional en la Universidad. Muchas gracias.

Al M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez, por la asesoría y la dedicación que me presento para enriquecer el presente trabajo. Muchas gracias.

Al Ing. Martin Uribe Rosas, por la asesoría y dedicación que me presento para realizar y enriquecer el presente trabajo, porque sin él no me hubieran dado el permiso de realizar la investigación en la CINSJP. Muchas gracias.

A profesores e investigadores

A todos los profesores e investigadores de la Carrera de Ingeniero Forestal por su enseñanza y conocimientos que me portaron durante mi desarrollo como estudiante, ya que esto me servirá para tomar buenas decisiones en mi ámbito profesional.

Amiga

Reyna de Jesús Arredondo Delgado, gracias por estar conmigo en los momentos más difíciles, no encuentro como agradecerte todo lo que hiciste por mí, porque no me dejaste caer, me ayudaste a mirar hacia delante siempre y mírame aquí estoy culminando lo que siempre me había propuesto. Muchas gracias por tu amistad

Amigos

Freddy Chipol Hernández, e Flor Ivon García por el cariño y confianza que me brindaron en este tiempo, espero seguir contando con su amistad. Muchas gracias.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS .....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS .....	V
ÍNDICE DE GRAFICAS.....	VI
INDICE DE ANEXOS .....	X
RESUMEN .....	XI
ABSTRACT .....	XII
I.INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Objetivos .....	3
1.1.1 Objetivo general.....	3
1.1.2 Objetivo específico .....	3
1.2 Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Abastecimiento Forestal .....	4
2.2 Factores que condicionan e influyen en el abastecimiento .....	4
2.3 Operaciones de abastecimiento.....	5
2.3.1 Corta o apeo.....	7
2.3.2 Arrastre .....	7
2.3.3 Troceo, carga y transporte.....	8
2.4 Tala dirigida .....	8
2.5 Métodos de corte .....	9
2.5.1 Corte normal.....	10
2.5.2 Boca ancha.....	10
2.6 Periodos de trabajo .....	11
2.7 Tiempo y rendimiento en el trabajo forestal .....	12

2.8 Ergonomía .....	12
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
3.1 Ubicación del área de estudio .....	15
3.2. Descripción del área de estudio .....	15
3.2.1 Hidrología .....	15
3.2.2 Geología .....	16
3.2.3 Edafología.....	16
3.2.4 Clima .....	16
3.2.5 Vegetación.....	16
3.3 Metodología .....	17
3.3.1 Descripción del Método .....	17
3.3.2 Colecta de datos.....	17
3.4 Variables Evaluadas.....	17
3.4.1 Variable ergonómica .....	17
3.4.2 Variables ambientales .....	18
3.4.3 Variables dasométricas .....	19
3.4.4 Tiempo y rendimiento .....	19
3.4.5 Coeficiente de productividad .....	20
3.4.6 Intensidad de trabajo .....	20
3.4.7 Tamaño de muestra .....	21
3.4.8 Muestreo aleatorio simple o al azar simple .....	21
3.5.9 Análisis estadístico.....	22
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>23</b>
4.1 Evaluación del periodo de trabajo en verano .....	23
4.1.1 Variable de ergonomía .....	23
4.1.1.1 Presion arterial y ritmo cardiaco .....	24

4.1.2 Variables ambientales .....	29
4.1.3 Variables dasométricas .....	30
4.1.4 Análisis de correlación.....	32
4.2 Evaluación del periodo de trabajo en invierno .....	33
4.2.1 Variables ergonómicas .....	39
4.2.2 Variables ambientales .....	42
4.2.3 Variables dasométricas .....	43
4.2.4 Análisis de correlación.....	44
4.3 Prueba de t para variables desiguales .....	45
V. CONCLUSIONES .....	46
VI. RECOMENDACIONES.....	47
VII. LITERATURA CITADA .....	48
VIII. ANEXOS.....	51

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de las HAS de acuerdo a la NOM-030-SSAS-2009 .....	14
Cuadro 2. Variables ergonómicas promedios del trabajo en verano junio a julio 2017 en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro. ....	28
Cuadro 3. Tiempo productivo e improductivo del periodo de trabajo en verano junio a julio 2017 en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	29
Cuadro 4. Variables ambientales promedio del periodo de trabajo en verano junio a julio 2017 en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	30
Cuadro 5. Rendimientos del periodo de trabajo en verano en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	31
Cuadro 6. Análisis de correlación de las variables evaluadas del periodo de trabajo en verano junio a julio 2017 en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro. ....	32
Cuadro 7. Variables ergonómicas promedios del periodo de trabajo en invierno noviembre a diciembre 2017 en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	40
Cuadro 8. Tiempos productivos e improductivos del periodo de trabajo en invierno noviembre a diciembre 2017 en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	41
Cuadro 9 Variables ambientales promedio del periodos de trabajo en invierno noviembre a diciembre 2017 en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	42
Cuadro 10 Rendimiento del periodo de trabajo en invierno noviembre a diciembre 2017 en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	43
Cuadro 11. Análisis de correlación de las variables evaluadas del periodo de trabajo en invierno noviembre a diciembre 2017 en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	44
Cuadro 12 Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Elementos básicos de la tala de árboles, tomado de Orozco <i>et al.</i> (2006).....	9
Figura 2 Corte normal, tomado de Orozco <i>et al.</i> (2006). .....	10
Figura 3 Corte de boca ancha, tomado de Orozco <i>et al.</i> (2006). .....	11
Figura 4 Localización del área de estudio en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. Fuente CONABIO (2012) .....	15

## ÍNCIDE DE GRAFICAS

Grafica 1 Edad promedio en años de los motosierristas en el periodo de trabajo en verano en la CINSJP.....	23
Grafica 2 Edad promedio en años de los motosierristas en el periodo de trabajo en invierno en la CINSJP.....	23
Grafica 3 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán., Michoacán.....	24
Grafica 4 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	24
Grafica 5 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	24
Grafica 6 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	24
Grafica 7 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	25
Grafica 8 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	25
Grafica 9 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	25
Grafica 10 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	25
Grafica 11 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	26
Grafica 12 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	26
Grafica 13 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	26
Grafica 14 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	26

Grafica 15 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	27
Grafica 16 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	27
Grafica 17 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	27
Grafica 18 Ritmo cardiaco en base al periodo al trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	27
Grafica 19 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	33
Grafica 20 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	33
Grafica 21 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	33
Grafica 22 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro. ....	33
Grafica 23 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	34
Grafica 24 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	34
Grafica 25 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	34
Grafica 26 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	34
Grafica 27 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	35
Grafica 28 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	35
Grafica 29 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	35

Grafica 30 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	35
Grafica 31 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	36
Grafica 32 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	36
Grafica 33 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	36
Grafica 34 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	36
Grafica 35 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	37
Grafica 36 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	37
Grafica 37 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	37
Grafica 38 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	37
Grafica 39 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	38
Grafica 40 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	38
Grafica 41 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	38
Grafica 42 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	38
Grafica 43 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	39
Grafica 44 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	39

Grafica 45 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	39
Grafica 46 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	39

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Formato de campo .....	51
Anexo 2 Fotografías de la evaluación del periodo de trabajo en verano del 2017 .....	52
Anexo 3 Fotografías de la evaluación del periodo de trabajo en invierno del 2017 .....	53
Anexo 4. Arboles apeados en los periodos de trabajo verano e invierno en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. ....	55

## RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el rendimiento en dos periodos de trabajo en verano e invierno para la operación de corte en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, mediante el método tradicional, evaluando las variables ergonómicas, ambientales y dasométricas, se determinó el rendimiento mediante el volumen unitario del árbol ( $m^3$ ) y el tiempo total de trabajado (segundos), un coeficiente de productividad ( $m^3/hp$ ) y una intensidad de trabajo.

Se aplicó un muestro simple aleatorio, un análisis estadístico que consistió en un análisis de varianza, se aplicó una correlación simple, y prueba t para variables desiguales.

Las variables evaluadas en el periodo de trabajo de verano presentan poca relación entre las variables: ergonómicas, ambientales y dasométricas, en relación con el rendimiento, mientras que las variables: actitud (0.485), complexión física (0.547) presentan poca relación, en cambio la altitud sobre el nivel del mar (msnm) (0.935) presenta una relación fuerte; para las demás variables se puede decir que no están relacionadas entre sí.

El periodo de trabajo de invierno presenta poca relación entre las variables: ergonómicas, ambientales y dasométricas, en relación con el rendimiento, se encontró poca relación entre las variables: presión arterial sistólica antes del trabajo (0.424), presión arterial sistólica después del trabajo (0.435), presión arterial diastólica después del trabajo (0.459); las demás variables no están relacionadas entre sí.

El rendimiento entre los periodos de trabajo de verano e invierno es diferente de manera significativa, siendo el periodo con más rendimiento el de verano, mientras que en el periodo de invierno alcanza una mejor producción.

Palabras claves: Operación de corte, Método tradicional, rendimiento, productividad

## ABSTRACT

In the present study the performance was evaluated in two periods of work in summer and winter for the cutting operation in the indigenous community of Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, using the traditional method, evaluating ergonomic, environmental and forest variables, it was determined performance by unit volume tree ( $m^3$ ) and the total time worked (seconds), a coefficient of productivity ( $m^3 / hp$ ) and a work intensity.

A simple random sampling was applied, a statistical analysis consisted of an analysis of variance, a simple correlation was applied, and t-test for unequal variables applied.

The variables evaluated in the summer period work showed little relationship between the variables: ergonomic, environmental and dasometric in relation to performance, while variables: attitude (0.485), physical build (0.547) have little relationship however the altitude above sea level (masl) (0.935) has a strong relationship; for other variables it can be said unrelated.

The winter work period has little relationship between variables: ergonomic, environmental and dasometric in relation to performance, there was a little relationship between the variables found: systolic blood pressure before work (0.424), systolic blood pressure after work (0.435), diastolic blood pressure after work (0.459); other variables are unrelated.

Performance between work periods of summer and winter is significantly different, being the summer the period with more performance, while in winter period reaches a better production.

Key words: cutting operation, Traditional method, performance, productivity

## I.INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento forestal se conoce como la utilización racional de los productos del bosque (madera y productos diferentes de la madera) para ser transformados, y satisfacer las necesidades de los seres humanos. Significa también el uso racional y sostenido del bosque, bajo técnicas de ordenación y planes de manejo forestal. (Santiago *et al.*, 2013).

En cuanto a la operación de corte es de suma importancia saber las técnicas de apeo de árboles en la dirección deseada buscando reducir los daños en la vegetación remanente, maximizar la producción, facilitando las labores de arrastre y salvaguardar la seguridad del personal (Orozco *et al.*, 2006).

El propósito de la ergonomía es mejorar el rendimiento y la calidad del trabajo, protegiendo a los trabajadores de accidentes y enfermedades ocupacionales y fomentar el bienestar laboral. Por eso es recomendable considerar los tres criterios más importantes que son: seguridad, salud y fatiga que sirven para evaluar la actividad que se va a realizar si es o no aceptable desde el punto de vista ergonómico (Apud *et al.*, 1999).

Las variables ambientales que pueden condicionar en el rendimiento son: la temperatura ambiental, la humedad relativa, la visibilidad, la rugosidad del terreno, las coordenadas (UTM), la altitud sobre el nivel del mar, la pendiente y la exposición.

Las variables dasométricas que pueden influir el rendimiento de la operación de corte son: tipo de inclinación del árbol, diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total del árbol, volumen apeado y la especie.

El objetivo en los estudios con tiempos y rendimientos utilizados en cada operación o conjunto de operaciones (ciclo), es identificar su secuencia, movimiento de los trabajadores, máquina y material o frecuencia de utilización, además de reconocer los parámetros de influencia, permite determinar la eficiencia, la productividad y costos por unidad producción en relación a ciertos

factores relevantes en combinación con medidas ergonómicas y el esfuerzo humano requerido. (Ambrosio y Tolosana, 2007).

Los tiempos y rendimientos son necesarios para la adecuada planificación del trabajo, permite controlar el tiempo empleado en las operaciones realizadas en el trabajo del monte y además el registro de parámetros explicativos de esos tiempos. Con el objetivo identificar y organizar las operaciones del proceso de trabajo generalmente para proponer una forma más simple de ejecutarse.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo general**

Evaluar el rendimiento de la operación de corte en dos periodos de tiempo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

### **1.1.2 Objetivo específico**

1. Estimar las variables dasométricas, ambientales, ergonómicas y salud y su relación con la operación de corte.
2. Determinar el rendimiento de la operación de corte en dos periodos de tiempo verano y otoño.
3. Comparar el rendimiento en los dos periodos de tiempo en la operación de corte.

## **1.2 Hipótesis**

**Ho:** El rendimiento en la operación de corte con el método tradicional es igual en los dos periodos de tiempo

**Ha:** El rendimiento en la operación de corte con el método tradicional es diferente en los dos periodos de tiempo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Abastecimiento Forestal

El abastecimiento forestal se considera una operación silvicultural que inicia con la planificación de las diferentes operaciones del mismo como; la corta de los árboles, la extracción o arrastre de los fustes, el troceo y apilado, la carga y transporte de las trozas en camiones, para su posterior industrialización y comercialización (U-ESNACIFOR 2015).

Juárez (2016) considera que el abastecimiento son operaciones que se realizan para convertir los árboles en pie, en las materias primas que se utilizan en la industria forestal así mismo también abarca la construcción de brechas y caminos forestales para realizar las transportaciones de la materia prima hacia las industrias de aserrío.

El aprovechamiento o abastecimiento forestal comprende la corta de árboles, trozado, arrastre y transportación de madera en rollo hasta las plantas de transformación; se considera como la explotación forestal con rendimiento sostenible, tratando de causar el mínimo impacto en la vegetación existente en el suelo, en los cauces de agua y en la fauna silvestre existente en el sitio a provechar. (Santiago *et al.*, 2013)

### 2.2 Factores que condicionan e influyen en el abastecimiento

La geografía, fisiología, climáticos, edafología y tipo de vegetación son factores que condicionan el abastecimiento, porque permiten determinar un apeo o tala con éxito disminuyendo los impactos negativos sobre el bosque (Anaya y Christiansen, 1986). Por otra parte Quirós *et al.*, (1996), consideran que también influyen los factores forestales, socioeconómicos, legales e institucionales porque son altamente destructivos principalmente debido a la falta de una planificación adecuada y de supervisión durante la ejecución de las operaciones, la falta de capacitación y motivación de la fuerza laboral.

Orozco et, al. (2006). Señala que el clima, la topografía y el grado de acceso son de gran importancia para determinar la factibilidad del aprovechamiento, el grado de pendiente es un factor limitante para la operación de la maquinaria, y la altitud es importante porque presenta dos consecuencias: disminución de la presión atmosférica y el oxígeno del aire, al motosierrista le aumenta la fatiga y disminuye el rendimiento, esto quiere decir que a cuanto más altitud, menos O<sub>2</sub> y por tanto menor rendimiento. Por su parte Quirós *et al.*, (1996) considera que la temporada de lluvias limita las operaciones de extracción de madera a los meses más secos del año, condicionalmente los suelos en áreas boscosas son poco fértiles, con alto contenido de arcilla, lo que los vuelve muy susceptibles a la compactación, especialmente cuando están mojados, esto restringe el uso de maquinaria.

### **2.3 Operaciones de abastecimiento**

Las operaciones del abastecimiento forestal son actividades complejas que requieren de una planeación para la seguridad de los trabajadores, es recomendable que las realicen personas realmente capacitadas debido a los riesgos que estas implican, y hacer uso del equipo de protección personal. Norma Oficial Mexicana 008-STPS-2013 (Publicada en el Diario Oficial de la Federación, 2013). En el caso del uso de la motosierra indica las medidas de seguridad siguientes:

- a) Transportar la motosierra con el motor apagado y la funda de la espada, sujetándola por el mango delantero, el cual deberá estar limpio y seco.
- b) Colocar la motosierra de manera que no se caiga o vuelque.
- c) Revisar la motosierra antes de uso, a fin de detectar anomalías en su funcionamiento, tales como fugas; tensión inadecuada de la cadena con respecto de la barra guía; afilado inadecuado; mal estado de la cadena de corte; componente suelto; vibraciones o ruidos extraños; entre otras.
- d) Evitar fumar cuando se manipula la motosierra y al preparar la mezcla de combustible.
- e) Mantener limpio el tanque de combustible y de aceite.
- f) Cerrar perfectamente el tapón del tanque de combustible y de aceite.

- g) Evitar el uso de ropa de trabajo impregnada con líquidos inflamables.
- h) Retirar del servicio y someter a mantenimiento la motosierra que presente daños en el motor, la barra guía o cadena.

Para el derribo de árboles se deberán adoptar las medidas de sugerida siguientes:

- a) Prohibir que se trabaje de manera simultánea en una misma línea.
- b) Definir al menos dos vías de escape.
- c) Dejar libre de obstáculos las vías de escape.
- d) Verificar que el árbol que se derribó no deje ramas sueltas.
- e) Detener la actividad si no se conoce la posición exacta de los compañeros de trabajo.
- f) Elegir la dirección de caída del árbol considerando la caída natural, es decir, la pendiente, inclinación del tronco, distribución de ramas y contrafuertes en la base; la dirección del viento; los arboles próximos, y la dirección previa de saca.
- g) Limpiar los alrededores del árbol antes del derribo.
- h) Realizar el corte del árbol, de acuerdo con el procedimiento de seguridad para el derribo, que para tal efecto se establezca.
- i) Comprobar al término de los trabajos que no dejan árboles o ramas enganchados o a medio cortar.

Equipo de protección personal para el derribo de árboles con motosierra

- a) Casco contra impacto
- b) Protección facial
- c) Protección auditiva
- d) Calzado antiderrapante
- e) Calzado con puntera
- f) Polainas/pantalón de protección contra riesgo de corte (Chaparrera)

Considerando las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana-008-STPS-2001 (Publicada en el Diario Oficial de la Federación, 200), establece que el derribo de los árboles se debe ejecutar cuando las condiciones meteorológicas no afectan la

seguridad de los trabajadores (motosierristas), todos los trabajadores deben estar capacitados para brindar primeros auxilios como también no se debe trabajar aislado, tiene que existir un contacto visual o auditivo con otros operadores, siempre y cuando se mantenga la distancia de seguridad adecuada que corresponde mínimo al doble de la altura de los árboles del área de corta.

### **2.3.1 Corta o apeo**

La corta incluye todas las actividades dirigidas para apeo los árboles en pie y prepararlos para la saca. La corta comprende el apeo de árboles en pie, su medición para determinar el tamaño de las trozas, el desrame y el trozado del tronco. (Dykstra, 1996).

Pantaenius (2013) destaca que la operación de corte es una de las actividades más arriesgadas, cuando los árboles son grades y pesados, caen con una enorme fuerza que puede aplastar o arrancar arboles adyacentes, estos al caer pueden rodar o deslizarse cuesta abajo y su tronco quebrarse en fragmentos que salten y rueden de forma incontrolable. Por ello es necesario hacer hincapié a los operadores hacer el uso del equipo de seguridad.

### **2.3.2 Arrastre**

La extracción de madera o arrastre consiste en movilizar las trozas desde el sitio de corta; hasta la orilla de camino para su posterior transporte o industrialización. El arrastre puede ser mecanizado que abarca dos fases:1) desde el tocón hasta la pista de arrastre, y 2) desde la pista hasta el patio de acopio. La primera fase se puede ejecutarse con tractor de oruga, empleando un cable de 30 a 40 m con un winche. La segunda fase se debe emplear tractor agrícola, o idealmente, tractor forestal, y no tractor de oruga, no es recomendable por la lentitud, gran paso y falta de maniobrabilidad, lo que causa un impacto negativo mayor en el suelo y la vegetación. Cuando los volúmenes por hectárea son bajos se recomienda utilizar el arrastre con animales (bueyes y caballos) (Quirós *et al.*, 1996).

### **2.3.3 Troceo, carga y transporte**

U-ESNACIFOR (2015) menciona que el troceo consiste en cortar en trozas el tronco en largas y cortas dimensiones dependiendo las necesidades de la industria, realizándose posteriormente al arrastre, en la orilla de camino o patio de acopio. La carga se realiza en función del espacio y ubicación de los patios de acopio y el largo de las troza. Por otra parte Villagómez (2011) menciona que el transporte depende de las características de la madera, las especies y el tipo de producto. Porque se puede emplear el camión como tipo rabón o trotón.

### **2.4 Tala dirigida**

Orozco *et al.* (2006) destaca que la tala dirigida es una técnica de apeo de árboles en la dirección deseada buscando reducir los daños en la vegetación remanente, maximizar la producción, facilitar las labores de arrastre y salvaguardar la seguridad del personal y aumentar el rendimiento de volumen comercial aprovechable. Mientras que Quirós *et al.* (1996) especifica que la tala dirigida exige una serie de pasos:

- Eliminar la maleza alrededor de la base del árbol,
- Determinar la dirección natural de caída del árbol y decidir la dirección más conveniente,
- Determinar la ruta de escape,
- Cortar el árbol, usando cuñas si fuera necesario y
- Limpiar el tronco, trocear y arrastrar

Esto hace que se reduzcan los daños tanto en la vegetación y en los trabajadores forestales.

Por otra parte Orozco *et al.* (2006) destaca que la tala dirigida demuestra que el operador ha sido capacitado correctamente porque define la dirección óptima de caída y luego tala el árbol en la dirección correcta, para lo cual debe tener conocimiento teórico y práctico de los métodos de corte: corte normal y corte de boca ancha. Es importante seleccionar el método de corta correctamente para

cada árbol en particular de lo contrario se puede cometer errores causando pérdida de madera, daños al bosque y a los operadores.

## 2.5 Métodos de corte

Orozco et al. (2006) considera que se deben de conocer tres elementos básicos para definir y controlar la caída de un árbol;

- La boca o taba: determina la dirección de caída, permite deducir la presión del fuste en esa zona, logra que el árbol caiga sin que la bisagra se rompa antes de tiempo. La altura de la boca debe coincidir en un solo punto formando una línea, si el corte es más profundo en un lado que en el otro, eso adelgaza la bisagra provocando problemas en el árbol si se presentaran vientos fuertes.
- Bisagra: dirige y controla el árbol durante la caída en la dirección que la boca marca, es la parte de madera que nunca se corta, lo cual permite que este no se deslice hacia atrás. Esto hace que el fuste caiga lentamente y permite al motosierrista retirarse por la ruta de escape.
- Corte de caída: separa el fuste del tocón, el corte debe ejecutarse en forma paralela al fuste y no en forma sesgada o inclinada; así se determina la bisagra a la altura adecuada, permitiendo usar cuña si fuera necesario en

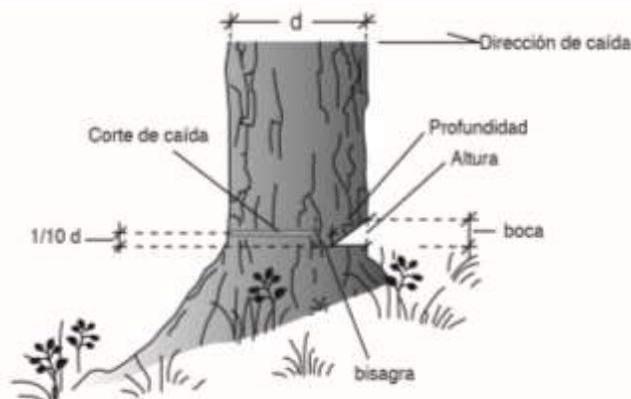


Figura 1 Elementos básicos de la tala de árboles, tomado de Orozco *et al.* (2006).

### 2.5.1 Corte normal

Se aplica a árboles cuyo peso se distribuye de manera regular y simétrica, en el fuste como en la copa. La altura de la boca es de  $1/5$  del diámetro del árbol; la bisagra a un espesor de  $1/10$  del diámetro del árbol y se aplica un corte a una altura superior a la planta de la boca a  $1/10$  diámetros del árbol a la mitad de la altura de la boca. Cuando el corte está suficientemente profundo, es recomendable realizar cuñas para romper el equilibrio y hacer caer en la dirección elegida. Ver Figura 2 (Santiago *et al.*, 2013)

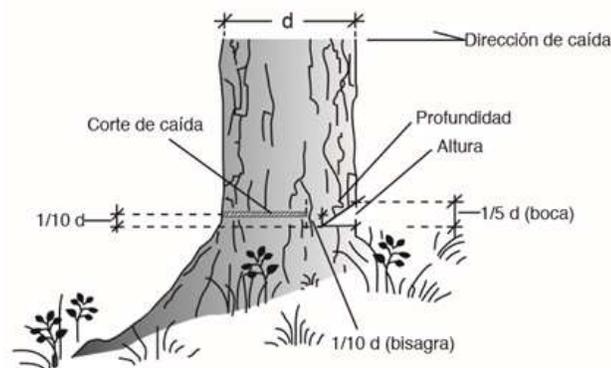


Figura 2 Corte normal, tomado de Orozco *et al.* (2006).

### 2.5.2 Boca ancha

Santiago *et al.* (2013) especifica que se corta una boca de profundidad y una altura mínima  $1/4$  y máxima  $1/2$  del diámetro del árbol, para que la bisagra quede lo más ancho posible en forma de cuña, con la parte más gruesa en la dirección opuesta a la inclinación de caída natural. La bisagra tiende a cambiar la dirección de caída. Las cuñas se deben introducir para asegurar que el árbol caiga en la dirección elegida. Con este método ha logrado cambiar la dirección natural de caída hasta  $180^\circ$ , con cuñas, tecle y cables. Figura 3.

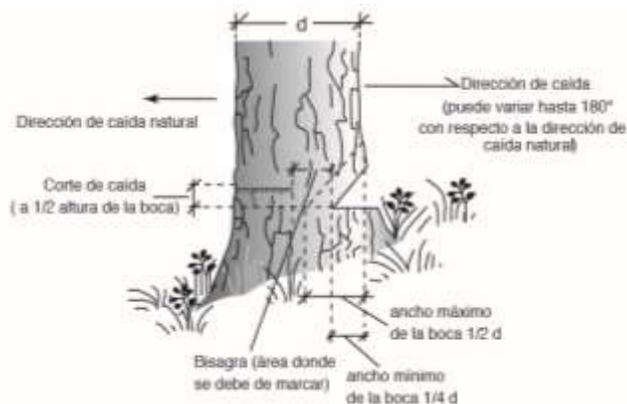


Figura 3 Corte de boca ancha, tomado de Orozco *et al.* (2006).

## 2.6 Periodos de trabajo

Apud *et al.* (1999) mencionan que los ciclos de trabajo tienen una duración de 5 min máximo, cuando se realiza el troceo y el desrame, considerando que los motosierristas deben de tener una alta demanda de atención y concentración para garantizar la calidad del corte de trabajo y la seguridad personal, como también la de sus compañeros. Por su parte Poschen (1998) nos dice que cuando se trata de contratistas los trabajadores llegan a trabajar de 50 a 60 horas semanales lo que aumenta la tensión corporal y el riesgo de accidentes por fatiga.

Apud *et al.*, (1999) menciona que se considera trabajo pesado cuando el promedio de una jornada de 8 horas, supere el 40% del costo cardíaco, denominada carga cardiovascular es un porcentaje del aumento de la frecuencia cardíaca entre el reposo y la máxima estimado. De acuerdo a la FAO (1990) la tala con motosierra y el desrame a mano con hacha aceleran el corazón muy por encima del umbral del 40% lo que indique que hay riesgos físicos. En cuanto a la tala el procedimiento normal es trabajar durante 30 a 45 minutos y descansar durante 15 minutos subsiguientes afilándola la cadena de la motosierra o haciendo otras pequeñas reparaciones.

## **2.7 Tiempo y rendimiento en el trabajo forestal**

El estudio con tiempo y rendimientos se le conoce como estudio de tiempos y movimientos, el propósito de dicho trabajo es incrementar la productividad de las industrias forestales considerando la capacidad y necesidades de los trabajos para un desarrollo dinámico, mayor rendimiento con menor esfuerzo físico en un periodo de tiempo corto, con el uso de la maquinaria adecuada en el momento y lugar adecuado (Villagómez y García, 1986, citado por Aguirre y Villanueva, 2008).

Ambrosio y Tolosano (2007) mencionan que los tiempos y rendimientos son necesarios para la adecuada planificación del trabajo y además sirven para el cálculo de costos, permite controlar el tiempo empleado en las operaciones realizadas en el trabajo del monte y además el registro de parámetros explicativos de esos tiempos. Tiene por objetivo identificar y organizar las operaciones del proceso de trabajo generalmente para proponer una forma más simple de ejecutarse.

## **2.8 Ergonomía**

La Ergonomía es la ciencia que estudia la eficiencia de las personas en su ambiente laboral, lo que significa que se debe adaptar el trabajo al trabajador y la optimización del sistema hombre-trabajo-ambiente, con la debida atención a la eficiencia, seguridad, salud y bienestar del trabajador (FAO, 1993). Mientras que Apud *et al.*, (1999) mencionan que el propósito de la ergonomía es mejorar el rendimiento y la calidad del trabajo, protegiendo a los trabajadores de accidentes y enfermedades ocupacionales y fomentar el bienestar laboral. Por eso es recomendable considerar los siguientes criterios para evaluar la actividad que se va a realizar si es o no aceptable desde el punto de vista ergonómico.

- a. Seguridad (protección de daños relacionados con accidentes del trabajo)
- b. Salud (ausencia o protección de enfermedades relacionadas del trabajo)
- c. Fatiga e incomodidad (a carga física y mental de trabajo deberá ser ajustada a factores tales como la edad del trabajador, sexo, condición nutricional, capacidad física)

- d. Seguridad de empleo
- e. Satisfacción con el trabajo (que el trabajo sea útil e interesante para el trabajador y que este pueda desarrollar habilidades.
- f. Remuneración, seguro social y bienestar
- g. Eficiencia (cantidad y calidad de producción)

Los criterios más importantes son seguridad, salud y fatiga; si la actividad realizada por los trabajadores forestales no cumple con los estándares para estos tres criterios, no es aceptable desde un punto de vista ergonómico; en cuanto a la salud se debe considerar que en un entorno laboral y social se conozcan a personas que padezcan de hipertensión arterial; y es que esta enfermedad es más común de lo que imaginamos (FAO, 1993).

Algunas condiciones propias de cada motosierrista, puede favorecer el desarrollo de la hipertensión arterial a estas condiciones se les conoce como factores de riesgo, para desarrollar la hipertensión depende de los factores de riesgos que son el exceso de peso, falta de actividad física, consumo excesivo de sal y alcohol, ingesta insuficiente de potasio, tabaquismo, estrés, presión arterial fronteriza (antecedentes familiares de hipertensión) y tener más de 60 años de edad, los motosierristas que presentan factores de riesgo deberán efectuar los cambios necesarios en su estilo de vida. Ya que la actividad que realizan es la más arriesgada por eso, es de suma importancia que los trabajadores forestales gocen de buena salud, esto evitara accidentes dentro del área de trabajo.

La hipertensión arterial es la fuerza que ejerce la sangre contra la paredes de los vasos sanguíneos (arterias) como resultado de la función de “bombeo” que tienen el corazón La presión se mide por medio de dos cifras la mayor corresponde a la presión sistólica es cuando el corazón se contrae y la sangre ejerce mayor presión sobre las paredes de las arterias, la cifra menor corresponde presión diastólica es cuando el corazón se relaja después de cada contracción , por la presión que ejerce el flujo de sangre sobre las paredes de las arterias es menor. Las HAS se clasifican por cifras, de acuerdo a los siguientes criterios de la Norma Oficial Mexicana-030-SSAS-2009. (Publicada en el Diario Oficial de la Federación, 2009).

Cuadro 1. Clasificación de las HAS de acuerdo a la NOM-030-SSAS-2009

Categoría	Sistólica mmHg	Diastólica mmHg
Optima	<120	<80
Presión arterial normal	120 a 129	80 a 84
Presión arterial fronteriza*	130 a 139	85 a 89
Hipertensión 1	140 a 159	90 a 99
Hipertensión 2	160 a 179	100 a 109
Hipertensión 3	≥180	≥110
Hipertensión sistólica aislada	≥140	<90

Donde:

HAS = Hipertensión Arterial Sistemática; HTA = Hipertensión Arterial; mmHg = Milímetros de mercurio

Presión optima y Presión arterial normal estilos de vida saludables con revisión médica cada 3 años

Hipertensión nivel 1 (ligero), Hipertensión nivel 2 (moderado), Hipertensión nivel 3 (grave) mantener un estilo de vida saludable e iniciar un tratamiento integral que incluya actividad física y alimentaria saludable

\*La personas con Presión normal o fronteriza por antecedentes familiares de hipertensión aun no tienen hipertensión pero tienen alto riesgo de presentar la enfermedad por lo que ellos y los médicos deben estar prevenidos a dicho riesgo e intervenir para retrasar o evitar el desarrollo de las HAS con revisión médica semestral

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación del área de estudio

El presente trabajo se realizó en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro (CINSJP), que se localiza en el estado de Michoacán, a unos 15 Kilómetros al occidente de la ciudad de Uruapan (Coordenadas UTM 785042 N y 2165821 W) (Velázquez, *et al.*, 2003).

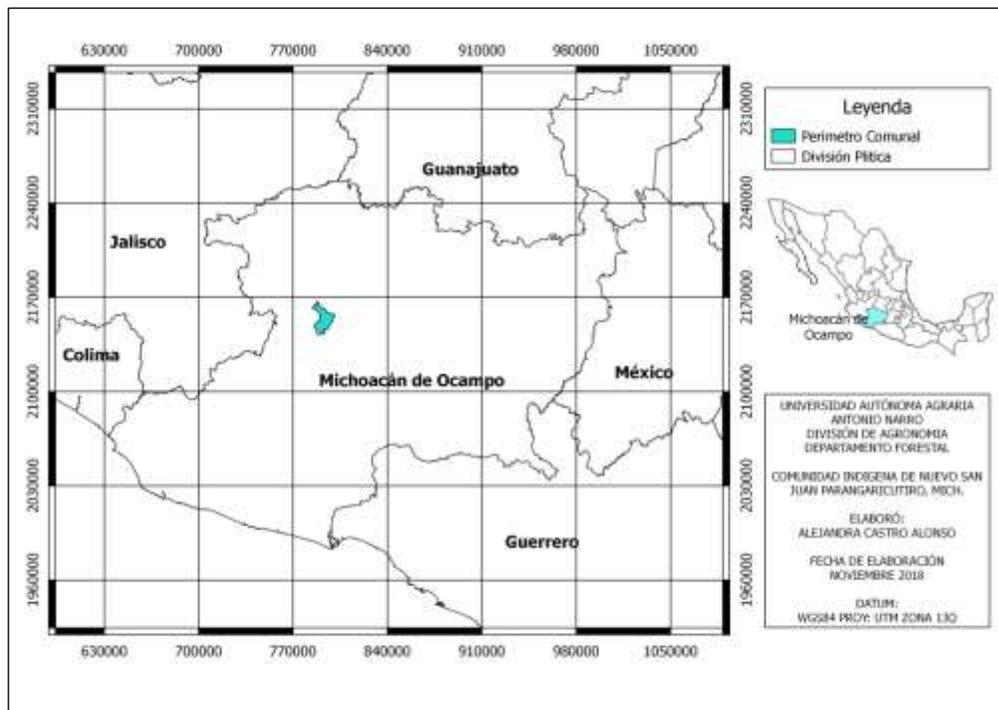


Figura 4 Localización del área de estudio en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. Fuente CONABIO (2012)

#### 3.2. Descripción del área de estudio

##### 3.2.1 Hidrología

Los bosques de este predio, pertenecen a la cuenca de Río Balsas (18A02) y a la subcuencas hidrológicas Río Cupatitzio, Río Tepalcatepec Bajo y Río Itzícuaru, con una isoyeta media anual de 1,500 mm. Dentro del predio existen varios nacimientos de agua (permanentes y temporales) (Velázquez *et al.*, 2003).

### **3.2.2 Geología**

La región forma parte del Sistema Volcánico Transversal, y específicamente del extremo suroccidental de la Meseta dentro de la subprovincia volcánica tarasca, con orientación preferentemente al sureste. Geológicamente se trata de una región de origen volcánico, en su mayor parte reciente debido a la última erupción, con predominio de basalto y andesita (Velázquez *et al.*, 2003).

### **3.2.3 Edafología**

De acuerdo con Velázquez *et al.* (2003) en la CINSJP se muestra una fuerte influencia de la erupción de 1943 del volcán Parícutín y consiste en depósitos de cenizas volcánicas de espesores mayores a 30 cm, así como una superficie de casi 25 km<sup>2</sup> cubierta por derrames lávicos. En el que se encuentra con los siguientes tipos de suelo: Leptosoles líticos, Regosoles vitriéutricos, Regosoles Vitriéutricos de espesores entre 30 y 60 cm sobre Andosoles mólicos , fluvisoles vitriéutricos.

### **3.2.4 Clima**

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificado por García (1964) el clima es tipo (A) C (W2)(w)b (i)g, que se caracteriza por ser semicálido; el más cálido de los templados, con temperaturas media anual de 18°C; la temperatura máxima absoluta es de 35°C y la mínima absoluta es de 5.0°C. La precipitación pluvial es de 1,400 milímetros.

### **3.2.5 Vegetación**

La vegetación predominante corresponde a bosque de Pino-encino, con dominancia del primero y cuyas especies son: *Pinus leiophylla* Shiede ex Schldl. et Cham, *P. lawsonii* Roetzl ex Gordon, *P. douglasiana* Martínez y *P. michoacana* Martínez; *Quercus candicans* Née, *Q. laurina* Bonpl. y *Arbutus xalapensis* Kunth dentro de las principales especies (Villagómez, 2011). La superficie comunal abarca 190km<sup>2</sup> de terreno volcánicos recientes, con cobertura original del bosque templado de pino, abeto y encino (Fregoso *et al.*, 2011).

### **3.3 Metodología**

#### **3.3.1 Descripción del Método**

Se evaluó la operación de corte (apeo, desrame y troceo) durante el verano e invierno en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro haciendo énfasis en la valoración de la técnica de apeo, equipo y seguridad del personal; se trabajó con el Método tradicional (MT) en la actividad del abastecimiento forestal.

El método tradicional (MT) se realiza solo por un operador, en el cual el motosierrista inicialmente evalúa el árbol y la dirección de caída, posteriormente se procede a apear, desramar y trocear el árbol derribado.

La actividad de corte se realizó en el periodo de trabajo de verano e invierno del año 2017 evaluando 11 frentes de corte. El personal, cuenta con experiencia y destreza en el área de aprovechamiento forestal; donde han tenido la oportunidad de recibir cursos de capacitación sobre primeros auxilios, mantenimiento de la motosierra y buenas prácticas en las operaciones de la cosecha forestal; son además, trabajadores agropecuarios.

#### **3.3.2 Colecta de datos**

Se recolecto la información del método de trabajo, con una duración de 30 días hábiles de dos periodos de trabajo, en verano e invierno la información obtenida en campo durante la realización de las actividades está contenida en el formato, ver anexo 1, donde se engloban variables dasométricas, ambientales y ergonómicas. La operación de corte se realizó por medio de tres motosierristas por grúa; en donde se monitoreo y califico las variables del formato anexo 1.

### **3.4 Variables Evaluadas**

#### **3.4.1 Variable ergonómica**

Las variables que se evaluaron fue el ritmo cardiaco y la presión arterial, con el baumanómetro se registró el número de pulsaciones por minuto y la presión arterial del motosierrista en turno, la cual constaba de dos medidas la sistólica y

diastólica; se registró el ritmo cardiaco antes de comenzar la operación y cada vez que se concluya el apeo.

Temperatura corporal, se registró con el termómetro clínico, antes y después de apearse el árbol se tomó la temperatura antes y después de apearse un árbol.

Complejión física, se observó al operador que labora en turno, asignándole una categoría de acuerdo a su complejión física (grueso, normal y delgado).

Tiempo productivo, la medición se realizó con el operador que ejecute el rol de motosierrista, con el cronómetro tomando el tiempo de planeación, de desplazamiento entre árboles, de remoción de obstáculos, de derribo y de tiempo de servicio a la motosierra; durante el apeo de un árbol.

Tiempo improductivo, la medición se realizó con el operador que funge el rol de motosierrista, con el cronómetro registrando el tiempo de atascamiento de la espada en el fuste, relleno de combustible y los descansos, entre otros, como desrame y troceo.

Además las variables ya mencionadas, se registraron parámetros de alimentación antes y durante el trabajo, edad y actitud o estado de ánimo del operador; así como visualizar y preguntar al jefe de las brigadas los elementos que integran el botiquín de primeros auxilios y el uso de equipo de protección personal.

### **3.4.2 Variables ambientales**

La temperatura ambiental, se registró con el termómetro ambiental; la humedad relativa, la visibilidad y la rugosidad del terreno se registraron al momento en que el motosierrista desrame y trocee el árbol apeado, mediante la observación de una distancia aproximada a cien metros según lo permita la orografía.

Las coordenadas (UTM), la altitud sobre el nivel del mar se registraron con el GPS, la pendiente se registró con el clinómetro y la exposición con la brújula al momento en que el motosierrista derribe el árbol.

### 3.4.3 Variables dasométricas

Tipo de inclinación del árbol, se registró visualizando respecto a su perpendicularidad con respecto a la pendiente del terreno en el momento que se esté apeando. Ver el anexo

Diámetro a la altura del pecho (DAP), con la cinta diamétrica se midió el diámetro a 1.3 metros de altura, antes de que el operador corte el árbol.

Altura total del árbol, se midió con el clinómetro la altura total del árbol antes que el operador realice el apeo.

Volumen apeado, se estimó el volumen que se derribó con la tabla de volumen de doble entrada (diámetro y altura).

Especie, se identificó en el momento en que se estaba midiendo la altura total del árbol.

### 3.4.4 Tiempo y rendimiento

Los datos de rendimiento operacional se obtuvieron mediante un estudio de tiempo y movimiento de los ciclos de trabajo de las operaciones de aprovechamiento forestal. Para tal efecto se utilizó el método de “vuelta a cero” descrito por Villagómez y García (1986), consiste en tomar el cronometraje de los diferentes ciclos de trabajo de inicio a fin y regreso el cronometro a “cero” para iniciar el cronometraje de un nuevo ciclo de trabajo; la precisión de cronometro fue de 1/100 de segundos. Para determinar el volumen de los arboles apeados se utilizó la tabla de volúmenes proporcionada por la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro (CINSJP). Con los datos del tiempo y volumen unitario del árbol, fue posible estimar el rendimiento en metros cúbicos por hora de trabajo en la operación de corta, tomándose el rendimiento máximo para los metros cúbicos ideales mediante la siguiente ecuación (López et al., 2005).

$$R_{ht} = \frac{(3600)(V_{unitario})}{t_{trabajo}}$$

Donde:

$R_{ht}$ : Rendimiento expresando en metros cúbicos por hora de trabajo ( $m^3/h$ ).

$V_{unitaria}$ : Volumen unitario del árbol ( $m^3$ ).

$T_{trabajo}$ : Tiempo total de trabajo (segundos).

### 3.4.5 Coeficiente de productividad

Los datos de Coeficiente de productividad se obtuvieron mediante el cálculo del rendimiento y de obtener el tiempo productivo, el tiempo total de trabajo (segundos), utilizando el método ya mencionado de “vuelta a cero”, mientras que el tiempo total de trabajo se calcula con la sumatoria de todo el ciclo de trabajo esto fue calculado mediante la siguiente ecuación (López et al., 2005).

$$R_{hp} = \frac{R_{ht}}{\left(\frac{t_{productivo}}{t_{trabajo}}\right)}$$

Donde:

$R_{hp}$  = Coeficiente de productividad en ( $m^3/h_p$ ).

$R_{ht}$  = Rendimiento por hora total de trabajo en ( $m^3/h_t$ ).

$T_{productivo}$  = Tiempo productivo del trabajo (segundos).

$t_{trabajo}$  = Tiempo total de trabajo (segundos).

### 3.4.6 Intensidad de trabajo

Los datos de intensidad de trabajo se obtuvieron mediante el cálculo de los rendimientos  $m^3/hora$  ideal y  $m^3/hora$  real utilizando la siguiente ecuación.

$$IT = 1 - (m^3/hr\ ideal - m^3/hr\ real)$$

Donde:

IT= Intensidad de trabajo

m<sup>3</sup>/hr real= rendimiento calculado en horas trabajadas

m<sup>3</sup>/hr ideal= rendimiento máximo del periodo de trabajo

### 3.4.7 Tamaño de muestra

Para realizar la evaluación de los motosierrista se empleó un tamaño de muestra determinada estimación de proporción, donde la proporción esperada a evaluar en caso de desconocerse es del 50% para maximizar el tamaño muestral, obteniéndose una  $n$  de 18 motosierristas a evaluar mediante la siguiente ecuación. Pita (2001).

$$n = \frac{Z_{\alpha^2} * p * q}{i^2}$$

Donde:

$n$  = Tamaño de muestra

$Z$  = Valor correspondiente a la distribución de Gass  $Z_{\alpha^2} = 0.05$

$p$  = Prevalencia esperada del parámetro a evaluar en caso de desconocerla

$q$  = 1- $p$  (se representa en porcentaje).

### 3.4.8 Muestreo aleatorio simple o al azar simple

El muestreo considera la selección del número de muestras ( $n$ ), que se extrae de una muestra de la población total ( $N$ ), de tal manera que cada una de las muestras tenga la probabilidad de ser elegida (Casanoves *et al.*, 2005).

Para realizar el muestro aleatorio simple se enumeraron los trabajos en turno de las dos evaluaciones ( $N$  poblacional) para después seleccionarlos aleatoriamente,

dándoles la misma oportunidad de selección a todos los trabajadores que no se han seleccionado, al terminar la extracción de (n) trabajadores estos representan la muestra (Cochran, 1985).

### **3.5.9 Análisis estadístico**

Se compararon los dos periodos de trabajo de verano e invierno, mediante pruebas de "t" para dos muestras con varianzas desiguales, se realizó un análisis de correlación simple, para determinar la relación de las variables: ergonómicas, ambientales y dasométricas con el rendimiento.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Evaluación del periodo de trabajo en verano

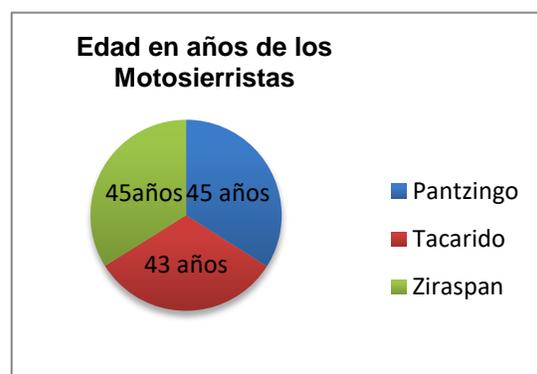
#### 4.1.1 Variable de ergonomía

La CINSJP se rigue por medio de usos y costumbres, la mano de obra esta condicionada, solo los miembros de la comunidad pueden participar en las actividades forestales, esto implica que desde muy jovenes se integren al trabajo comunitario, ya que para poder ser motosierristas deben de iniciar como estivadores, posteriormente ir subiendo de puesto hasta llegar al uso de la motosierra, lo que predice que los operadores cuenten con experiencia, la Grafica 1 y 2 muestra las edades encontradas en este estudio, las edades que osilan entre 41 a 45 años considerados en adultez (27- 59 años), de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana 030-SSA2-2009. Publicada en el Diario Oficial de la Federación, 2009 y por los promedios de edad los motosierristas no se encuentran entre los factores de riesgo no modificables que incrementan la probabilidad de presentar hipertensión arterial ni los factores modificables de sobrepeso, obesidad, sedentarismo, consumo excesivo de sal y de alcohol, estrés psicológico en ámbito familiar o laboral.

La FAO 1993 menciona que la maxima fuerza muscular en hombres como mujeres se logra entre los 25 y 35 años, las personas mayores tienen una fuerza muscular considerablemente mas baja.



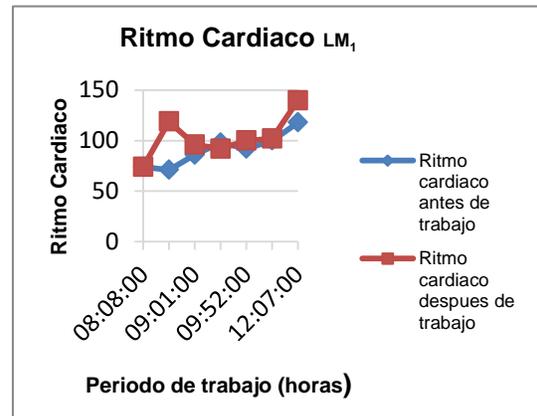
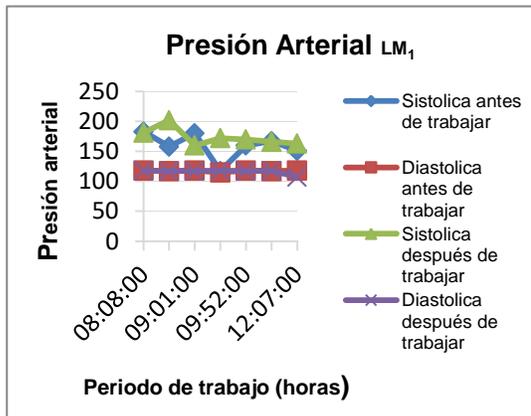
Grafica 1 Edad promedio en años de los motosierristas en el periodo de trabajo en verano en la CINSJP.



Grafica 2 Edad promedio en años de los motosierristas en el periodo de trabajo en invierno en la CINSJP

#### 4.1.1.1 Presión arterial y ritmo cardiaco

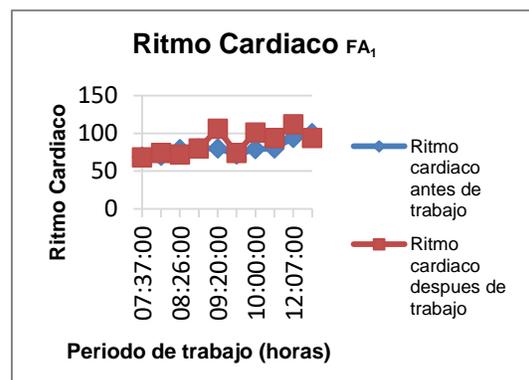
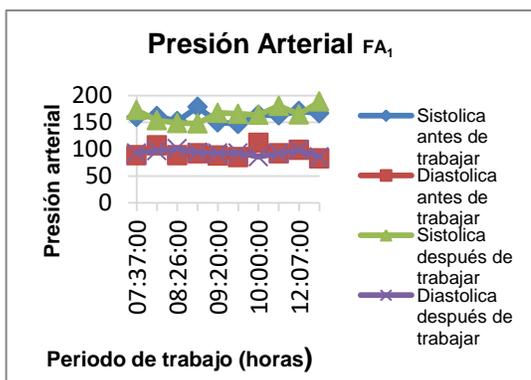
El apeo es una de las actividades de mas alto riesgo, en las operaciones del abastecimiento forestale, es importante que los operadores gocen de perfecta salud la Gráfica 3 destaca el comportamiento de la presión arterial considerada como hipertension arterial nivel 2; en la Grafica 4 podemos observar que el ritmo cardiaco se encuentra en niveles normales.



Grafica 3 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán., Michoacán.

Grafica 4 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

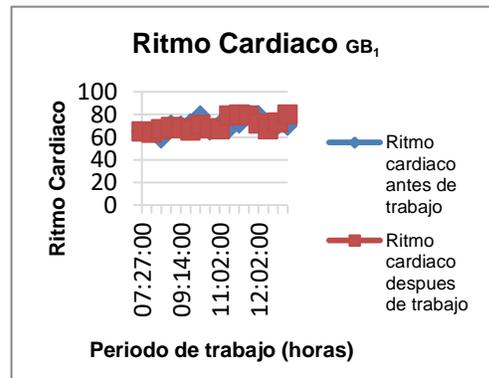
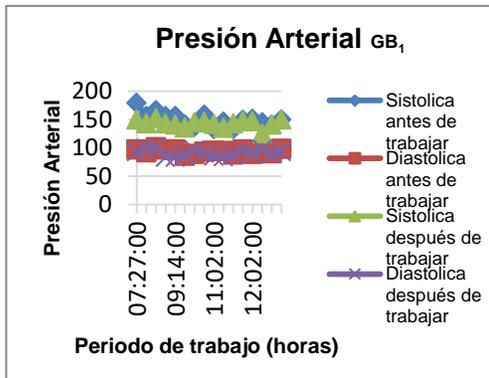
La Grafica 5 se observa la presión arterial del señor Francisco Anguiano presenta hipertension arterial nivel 2 y en la Grafica 6 señala que el ritmo cardiaco es alto.



Grafica 5 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Grafica 6 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

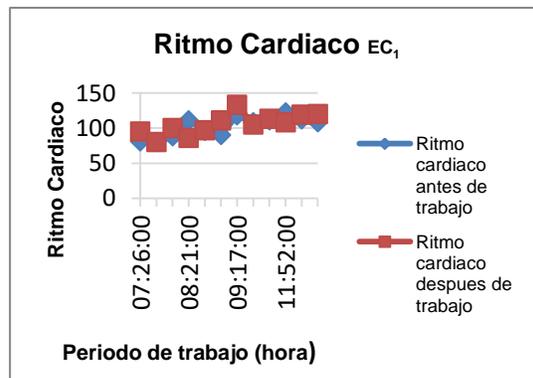
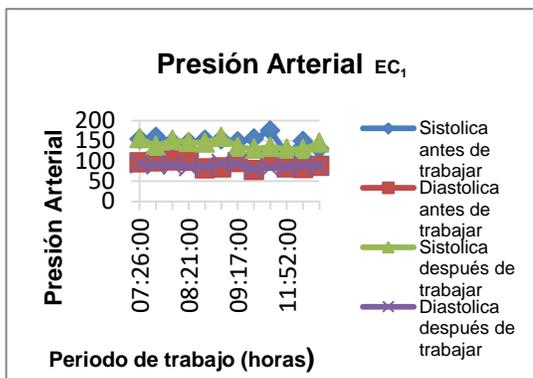
La Gráfica 7 se observa que el señor Gabriel Bajasas presentar hipertensión arterial nivel 1, y en la Gráfica 8 muestra un ritmo cardiaco normal



Grafica 7 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Grafica 8 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

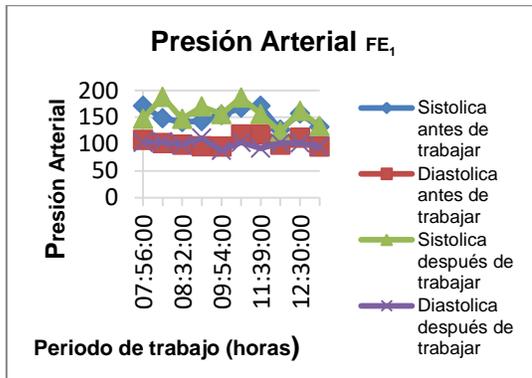
La Gráfica 9 muestra que el señor Esteban Contreras presentar Presion arterial fronterisa\*, la Gráfica 10 representa un ritmo cardiaco un alto.



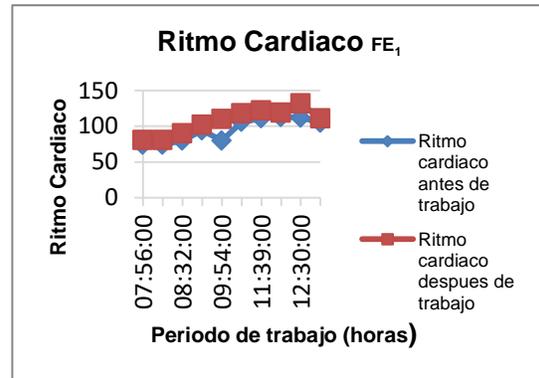
Grafica 9 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Grafica 10 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

La Gráfica 11 señala que el señor Francisco Echeverría presentar hipertensión arterial nivel 1, y la Gráfica 12 presenta un ritmo cardiaco alto.

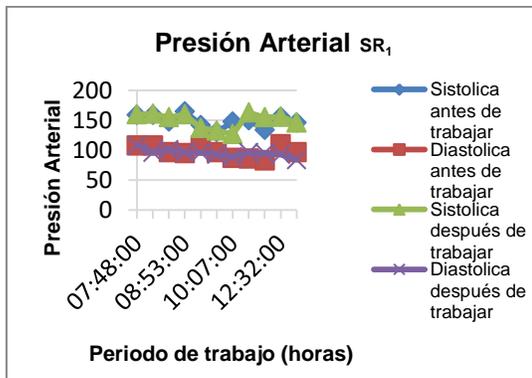


Grafica 11 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

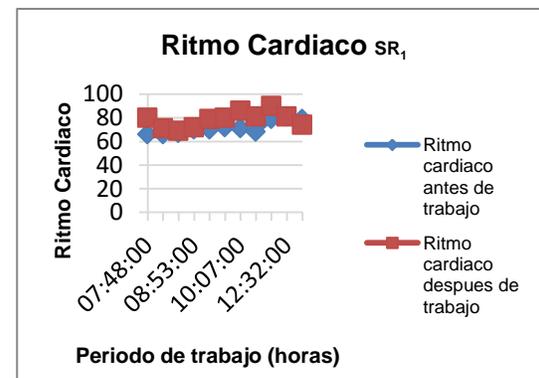


Grafica 12 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

La Gráfica 13 muestra que el señor Salvador presenta hipertensión arterial nivel 1, y en la Gráfica 14 señala que el ritmo cardiaco es normal.

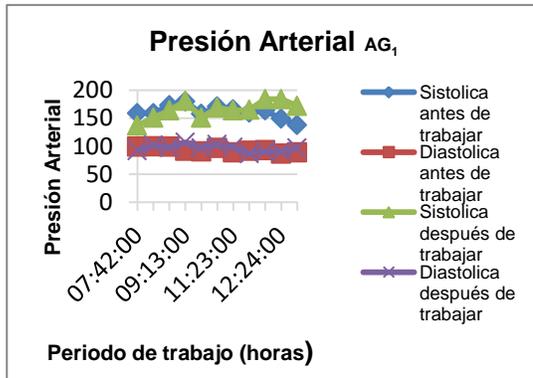


Grafica 13 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

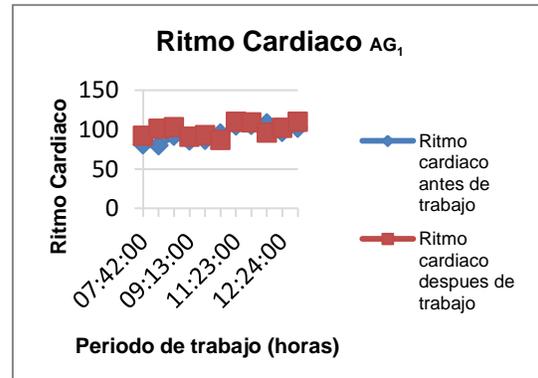


Grafica 14 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

En la Gráfica 15 se observa que el señor Anacleto Guerrero presentar hipertensión arterial nivel 2, la Gráfica 16 muestra un ritmo cardiaco normal.

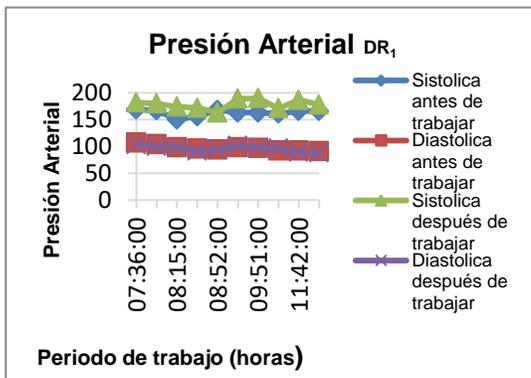


Gráfica 15 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

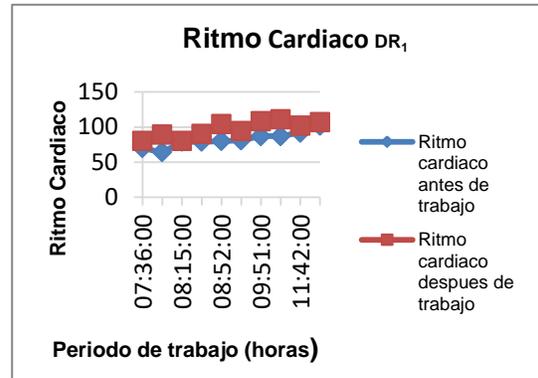


Gráfica 16 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

La Gráfica 17 muestra que el señor Domingo Ruiz presentar hipertensión arterial nivel 2, la Gráfica 18 presenta un ritmo cardiaco alta.



Gráfica 17 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.



Gráfica 18 Ritmo cardiaco en base al periodo al trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

En los promedios de las variables medidas del periodo de trabajo en verano se observó, que en el paraje el Arco con 165-103 mm Hg y Munuso con 161-96 mm Hg presenta una hipertensión arterial nivel 2, mientras que Pantzingo\* con 148-94 mm Hg presenta una hipertensión arterial nivel 1, manteniendo todos los motosierrista la temperatura corporal de 35°C y una carga cardiovascular baja,

esto debido a que la temperatura ambiental mínima era de 11°C lo que hacía que los motosierristas mantuvieran una temperatura corporal mínima de 23°C y con el esfuerzo que realizaban apeando el árbol estabilizaban su temperatura corporal alcanzando la temperatura normal del cuerpo humano.

Cuadro 2. Variables ergonómicas promedios del trabajo en verano junio a julio 2017 en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro.

Parajes	HAS	Estado medico	Temperatura corporal				Frecuencia cardiaca				C.C
			Pro	Max	Min	D.E	Pro	Max	Min	D.E.	
<b>Arco</b>	165-103	Hipertensión 2	35	36.2	32.6	0.893	89	140	68	17.047	8.94
<b>Pantzingo*</b>	148-94	Hipertensión 1	35	36.6	32	1.218	89	133	59	20.109	4.38
<b>Munuso</b>	161-96	Hipertensión 2	35	36.5	32	1.271	87	111	64	13.487	7.75

Donde: HAS = presión arterial sistólica; T.C = temperatura corporal; C.C = carga cardiovascular.

La evaluación del periodos de trabajo en verano y representado en el Cuadro 2 los motosierristas del paraje el Arco y Munuso presentan hipertensión arterial nivel 2, y una carga cardiovascular baja, considerando que la jornada de trabajo en este periodo no es pesada ya que la carga cardiovascular se mantiene por debajo del 40% del costo cardiaco Apud *et al.*, (1999).de acuerdo a Fernández *et al.* (2011), considera que las personas con hipertensión arterial nivel 2 deben tener un estilo de vida saludable con tratamiento integral que incluya actividad física y alimentación saludable.

En el paraje Pantzingo\* presentan hipertensión arterial nivel 1, que al igual que el nivel 2 y3 de acuerdo Fernández *et al.* (2011) considera que estas personas deben tener un estilo de vida saludable y un tratamiento integral.

La información tomada en campo y a los resultados obtenidos, en la evaluación del periodo de trabajo en verano el paraje Pantzingo\* presenta un desplazamiento al próximo árbol de 33:23 min, presentando un tiempo productivo promedio de 05:41 min y un tiempo improductivo de 00:30 min obteniendo una producción total de 59.108 m<sup>3</sup>, ya que el paraje el Arco tuvo un promedio del desplazamiento al

próximo árbol de 31:45 min, en cuanto a tiempo productivo es de 04:13 y un tiempo improductivo de 03:23 min obteniendo una producción total de 56.375 m<sup>3</sup>, respectivamente Munuso presenta un desplazamiento al próximo árbol de 11:49 min mientras tanto en tiempo productivo promedio es de 02:15 min y un tiempo improductivo de 00:52, manteniendo una producción total de 101.150 m<sup>3</sup> siendo el paraje con mayor producción.

Cuadro 3. Tiempo productivo e improductivo del periodo de trabajo en verano junio a julio 2017 en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Parajes	Desplazamientos		Dist Pro.	Dist Tot	Ciclo de trabajo	Tiempo product	Tiempo impro	Product.	Tto
	Tiempo pro	Tiempo total							
Arco	00:01:52	00:31:45	53	844	00:07:36	00:04:13	00:03:23	65.375	1 ACL
Pantzingo*	00:00:53	00:33:23	89	3366	00:05:44	00:05:14	00:00:30	59.108	2ACL
Munuso	00:00:22	00:11:49	210	6718	00:02:35	00:02:15	00:00:20	101.15	CR

Donde: Dist Pro = distancia promedio; Dist Tot = distancia total; Product = productividad; Tto = tratamiento.

Montañas, J y Ríos F. (2008) en el Ejido la Victoria, Durango, obtuvieron un ciclo de trabajo de 3.62 minutos, con un promedio de tiempo productivo de 2.90 min y un tiempo improductivo de 0.81 min. Mientras que en la CINSJP, Michoacán en el periodo de trabajo en verano se obtuvo un ciclo promedio de trabajo de 2.35 min hasta 7.36 min y un tiempo productivo de 2.15 min hasta 5.15 min, con tiempos improductivos de 0.20 min hasta 3.23 min, respectivamente en el presente estudio los tiempos improductivos son altos debido al atascamiento de la motosierra al instante que se realizó el troceo del árbol apeado.

#### 4.1.2 Variables ambientales

Los resultados obtenidos en el periodo de trabajo en verano las temperaturas ambientales máximas que se registraron son del 21°C, y la mínima es de 11°C, con una humedad relativa máxima es 92.6% y la mínima es de 85%, y con pendientes máximas del 80% y mínimas del 0%, teniendo altitudes máximas 2686

msnm, pendientes máximas de 80%, teniendo altitudes máximas de 2612 y exposiciones predominantes de este, sureste y suroeste ver Cuadro 4.

Cuadro 4. Variables ambientales promedio del periodo de trabajo en verano junio a julio 2017 en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Parajes	T.A			Humedad Relativa	Altitud (msnm)			Pendiente			Exposición
	Pro	Máx	Mín		Pro	Máx	Mín	Pro	Máx	Mín	
<b>Arco</b>	14.8	18	11	90.3	2575	2612	2527	41.4	80	10	Este
<b>Pantzingo*</b>	16.4	21	12	85	2448	2468	2415	15.3	37	0	Sureste
<b>Munuso</b>	14.7	20	11	92.6	2649	2686	2622	2.2	12	0	Suroeste

Donde: T.A = temperatura ambiental; Pro = promedio; Max = máxima; Min = mínima.

En el periodo de trabajo en verano en la CINSJP, el paraje el Munuso tienen una altitud máxima de 2686 msnm y muestra un rendimiento de 93.45 m<sup>3</sup>/hr siendo un rendimiento alto, con pendientes máxima del 12% lo que puede permitir al motosierrista no presentar fatiga en el trabajo manteniendo un rendimiento alto.

El paraje el arco presenta una altitud máxima de 2612 msnm y una pendiente promedio máxima de 80% con un rendimiento de 53.89 m<sup>3</sup>/hr y el paraje el Pantzingo\* con altitud máxima de 2468 msnm y pendientes máxima del 37% con un rendimiento de 41.46 m<sup>3</sup>/hr, siendo los parajes con menor rendimiento en cuanto a la evaluación a este periodo de trabajo de verano, de acuerdo a lo que menciona Orozco *et al.*, (2006) las altas pendientes como altitudes provocaron en los motosierristas un aumento de fatiga y disminución del rendimiento.

#### 4.1.3 Variables dasométricas

De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación del periodo de trabajo en verano Cuadro 5 el paraje Munuso presenta una productividad de 101.105 m<sup>3</sup> con un rendimiento de 93.452 m<sup>3</sup>/hr siendo el paraje con mejor rendimiento, consecuentemente el paraje Pantzingo\* presenta una producción de 59.108 m<sup>3</sup>

manteniendo un rendimiento de 41.466 m<sup>3</sup>/hr y el paraje el Arco con una productividad de 56.375 m<sup>3</sup> y un rendimiento 53.891 m<sup>3</sup>/hr; ambos con menor rendimiento debido a que se aplicó el tratamiento silvícola de primer y segundo aclareo, mientras que en los mejores rendimientos se aplicó un tratamiento silvícola de cortas de regeneración, cuyos arboles presentan mayores diámetros y alturas y por consiguiente mayor volumen.

Cuadro 5. Rendimientos del periodo de trabajo en verano en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Paraje	CD	HT	Vol. Unit	Product (m3) real	Rendi m3/hr	Coef de Prodct. (m3/hp)	m3/hr ideal	IT
<b>Arco</b>	49	29	3.316	56.375	52.891	60.274	186.135	-132.245
<b>Pantzingo*</b>	35	25	1.555	59.108	41.466	44.508	130.67	-88.204
<b>Munuso</b>	49	26	3.16	101.15	93.452	105.658	330.39	-235.938

Donde: CD = categoría diamétrica; HT = altura total; Vol. Unit = volumen unitario; Rendi = rendimiento; Coef de Product = coeficiente de productividad; IT = intensidad de trabajo.

Los rendimientos obtenidos en la CINSJP, por medio de este estudio se aprecia que en el periodo de trabajo en verano se obtuvieron los mejores rendimiento debido a que el equivalente de árboles a derribar es de 8 a 16 árboles por jornada de trabajo de 6 horas con volúmenes de 3.31 m<sup>3</sup>/hr, 1.55 m<sup>3</sup>/hr y 3.16 m<sup>3</sup>/hr con un diámetros de 35 a 49 cm y alturas de 26 a 29m. Cuadro 5. Nájera et al. (2010) en la evaluación del derribo manual en el Salto, Durango, obtuvo un rendimiento promedio de 28.67 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>. Mientras que Montañes, J y Ríos F. (2008) en el Ejido la Victoria, Pueblo Nuevo, Durango, obtuvieron un rendimiento de 35.90 m<sup>3</sup> rta/h<sub>t</sub> que equivale a derribar cerca de 26 árboles por hora con un volumen por árbol de 1.40 m<sup>3</sup> rta. Los rendimientos encontrados en el presente estudio son mayores, ya que los árboles derribados por jornada de trabajo fue menor (8 a 16 árboles) pero con mayor volumen.

#### 4.1.4 Análisis de correlación

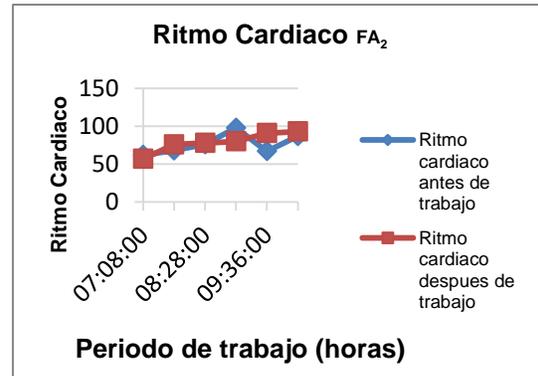
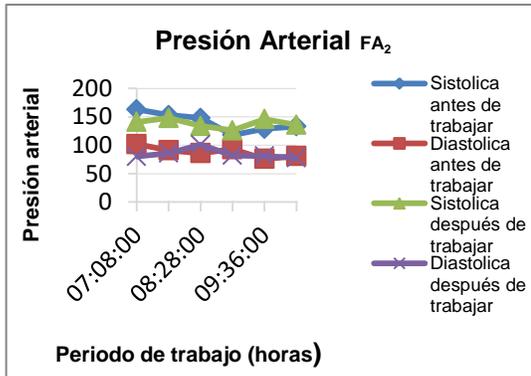
El Cuadro 6 presenta el análisis de correlación entre las variables ergonómicas, ambientales y dasométricas, en relación con el rendimiento, se encontró poca relación entre las variables: actitud 0.485, complejión física 0.547 en cambio la altitud sobre el nivel del mar 0.935 (msnm) presenta una relación más fuerte, para las demás variables se puede decir que no están relacionadas entre sí, unas no influyen sobre otras.

Cuadro 6. Análisis de correlación de las variables evaluadas del periodo de trabajo en verano junio a julio 2017 en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro.

CORRELACION EVALUACION DE JUN-JUL 2017				
	Rendimiento m3/hr real	Coefficiente de Productividad (m3/hp)	m3/h ideal	Intensidad de trabajo
Sistólica antes de trabajar	-0.027669	-0.091456	0.216346	-0.253384
Diastólica antes de trabajar	-0.079490	-0.066673	-0.022199	-0.028550
Sistólica después de trabajar	0.157683	#N/A	0.399848	-0.329941
Diastólica después de trabajar	-0.014529	#N/A	0.121511	-0.141643
Ritmo cardiaco antes de trabajo	-0.181162	#N/A	-0.117437	0.007555
Ritmo cardiaco después de trabajo	-0.106486	#N/A	-0.008175	-0.061674
Ritmo cardiaco promedio	-0.148465	#N/A	-0.061951	-0.031063
% De carga cardiovascular	0.043422	#N/A	0.118898	-0.100407
Temperatura antes	0.064367	#N/A	0.027018	0.013294
Temperatura después	0.095488	#N/A	0.144854	-0.094109
Edad	-0.110175	#N/A	-0.324266	0.279301
Actitud	0.240062	#N/A	0.485916	-0.368867
Complejión física	0.307945	#N/A	0.547086	-0.390347
Temperatura ambiental	-0.155109	#N/A	-0.259586	0.179257
Humedad relativa (%)	0.203321	#N/A	0.333248	-0.227344
Visibilidad (%)	0.159385	#N/A	0.055088	0.045755
Altitud sobre el nivel del mar	0.398980	#N/A	0.935748	-0.752294
Pendiente (%)	-0.313999	#N/A	-0.428402	0.257391
Valor Exposición	0.053338	#N/A	0.374431	-0.371463
Tipo de inclinación del árbol	0.337959	#N/A	0.203463	0.002872
Diámetro normal (cm)	0.463065	#N/A	0.366507	-0.091376
Altura total (m)	0.198516	#N/A	0.045964	0.081595
CD	0.504726	#N/A	0.392088	-0.091565
Volumen apeado (m3)	0.449187	#N/A	0.357651	-0.090950

## 4.2 Evaluación del periodo de trabajo en invierno

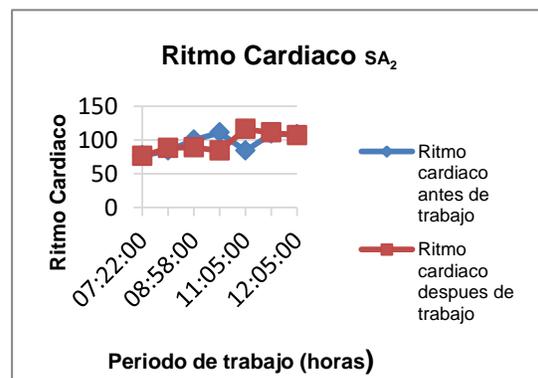
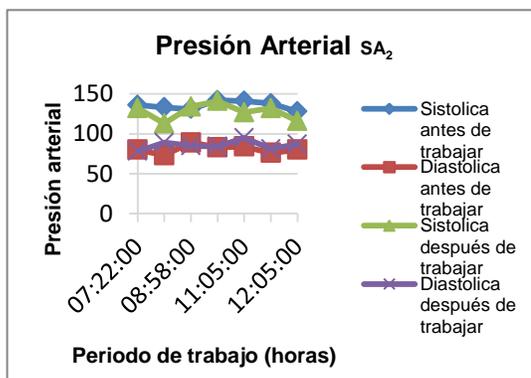
La Gráfica 19 muestra que el señor Francisco Anguiano presentar hipertensión sistólica aislada la Gráfica 20 con un ritmo cardiaco normal.



Grafica 19 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Grafica 20 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

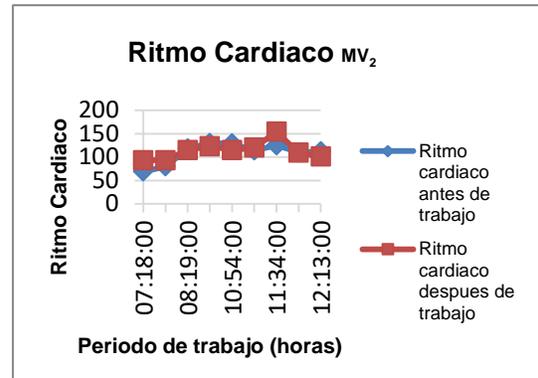
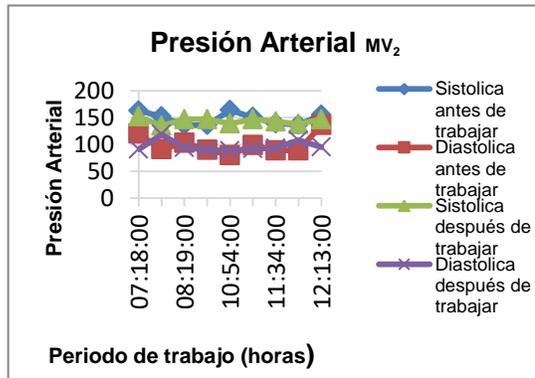
La Gráfica 21 muestra que el señor Sebastián Anguiano presenta una presión arterial fronteriza\*, en la Gráfica 22 presenta un ritmo cardiaco alto.



Grafica 21 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán

Grafica 22 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro.

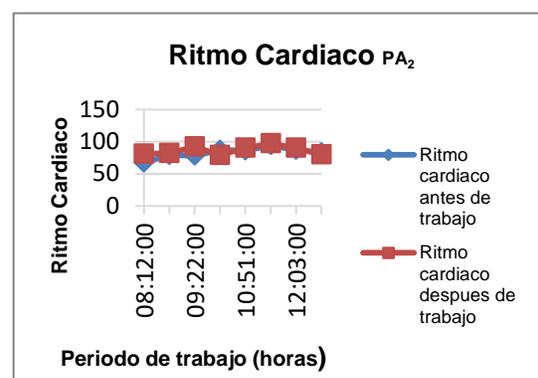
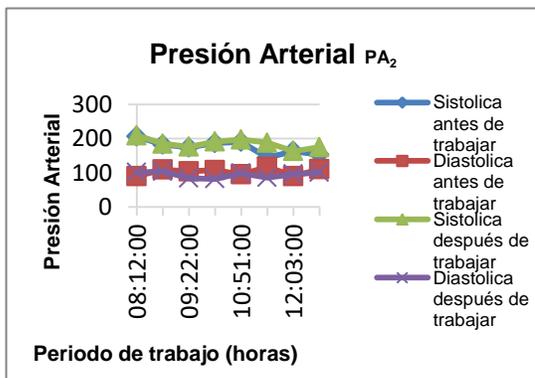
La Gráfica 23 Mientras que el señor Manuel Vázquez presenta una hipertensión arterial nivel 1, y la Gráfica 24 muestra un ritmo cardiaco alto.



Grafica 23 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Grafica 24 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

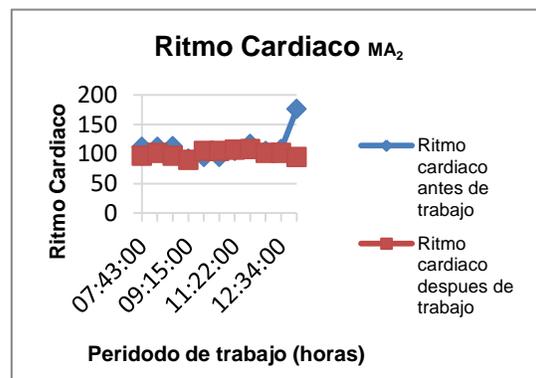
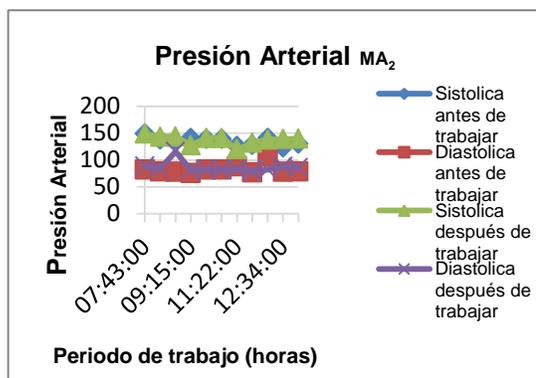
La Grafica 25 muestra que el señor Porfirio Aguilar presenta una hipertensión arterial nivel 3, y la Grafica 26, señala un ritmo cardiaco normal



Grafica 25 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Grafica 26 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

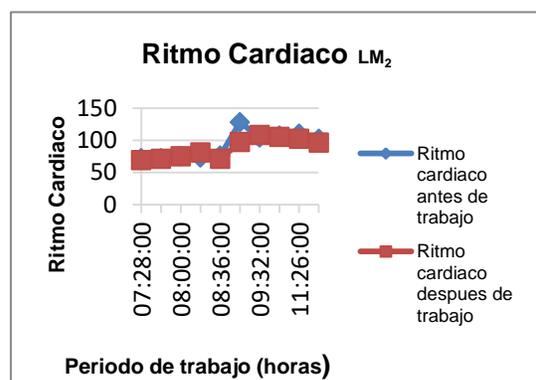
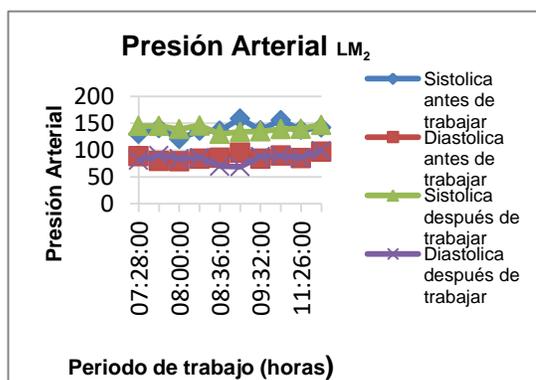
La Gráfica 27 muestra que el señor Manuel Aguilar presenta presión arterial fronteriza\*, y la Gráfica 28 tiene un ritmo cardiaco alto.



Grafica 27 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Grafica 28 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

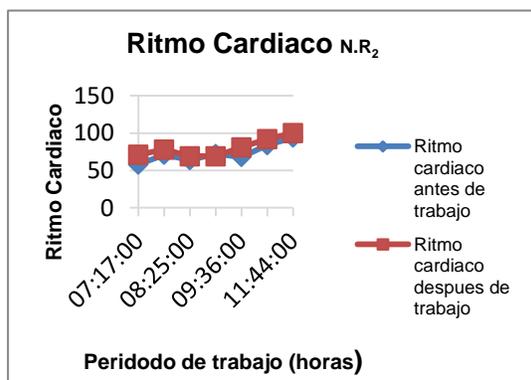
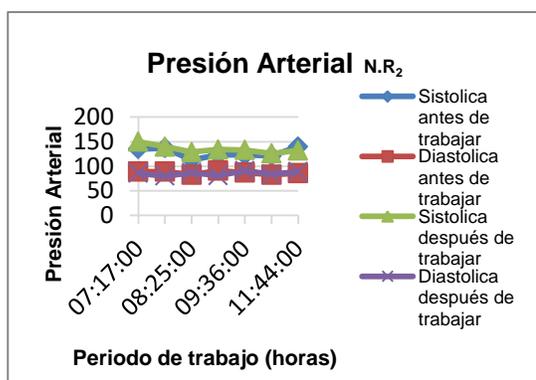
La Gráfica 29 muestra que el señor Luis Murillo presenta presión arterial aislada, y en la Gráfica 30 señala un ritmo cardiaco alto.



Grafica 29 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Grafica 30 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

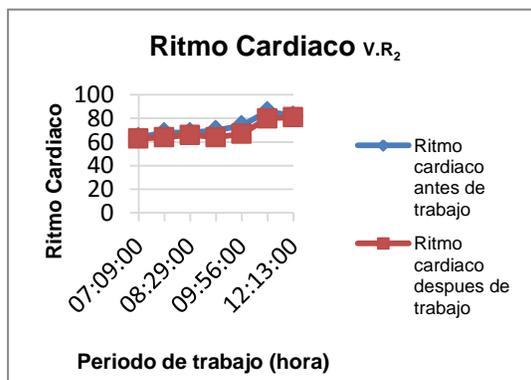
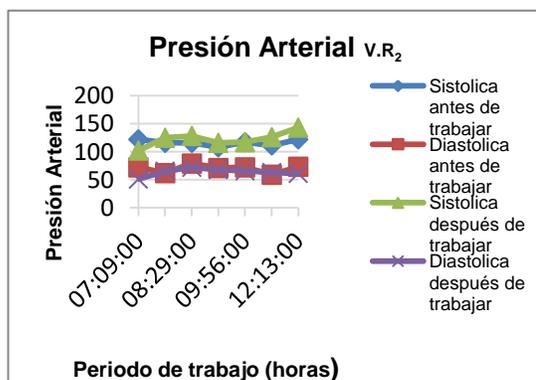
La Gráfica 31 señala que el señor Nicolás R. presenta una presión arterial fronteriza\*, y la Gráfica 32 muestra un ritmo cardiaco normal.



Grafica 31 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Grafica 32 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

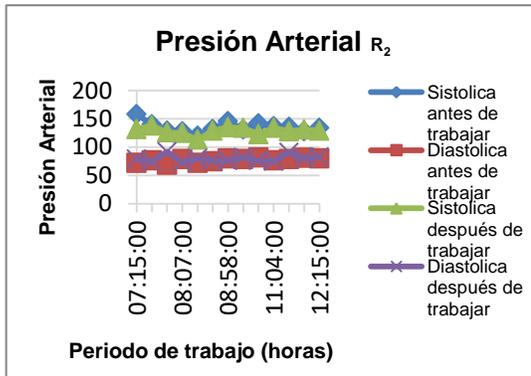
La Gráfica 33 señala la presión arterial óptima del señor Vicente R., y en la Gráfica 34 presenta un ritmo cardiaco normal.



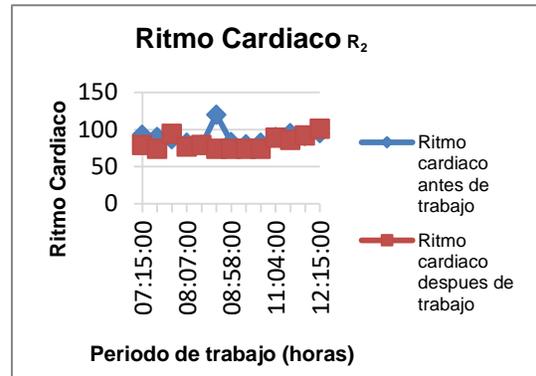
Grafica 33 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Grafica 34 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

La Grafica 35 expresa que el señor Rogelio presenta presión arterial fronteriza\* y la Grafica 36 tiene un ritmo cardiaco alto.

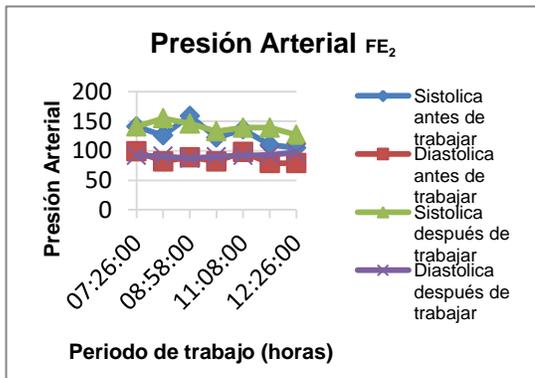


Grafica 35 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

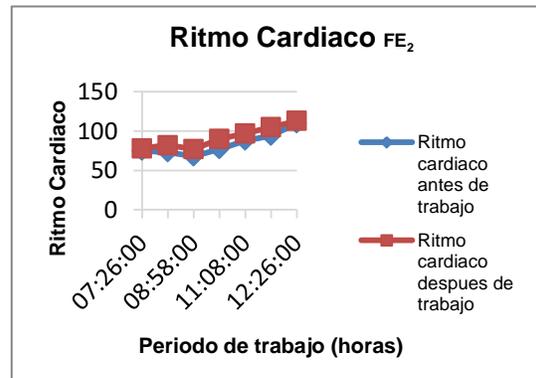


Grafica 36 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

La Gráfica 37 muestra que el señor Francisco Echeverría presenta una presión arterial fronteriza\*, la Gráfica 38 señala un ritmo cardiaco alto.

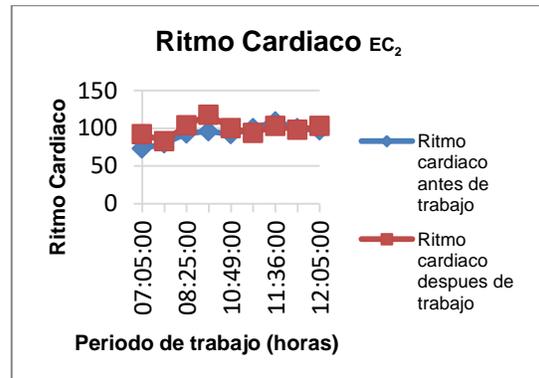
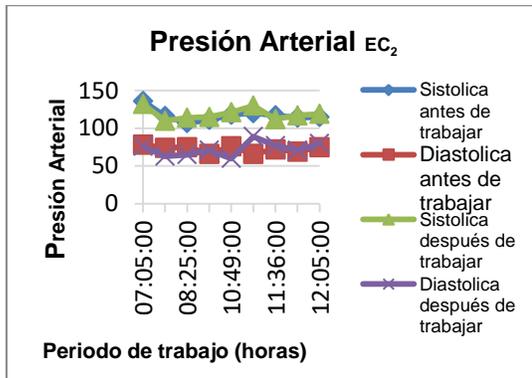


Grafica 37 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.



Grafica 38 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

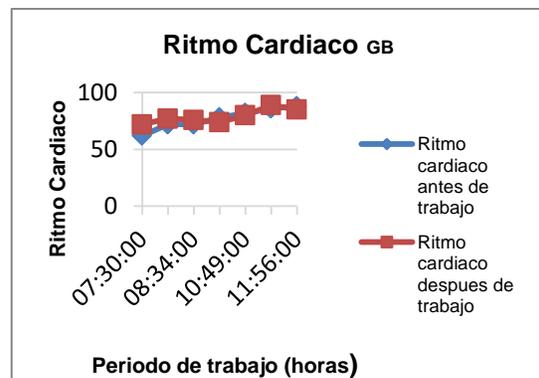
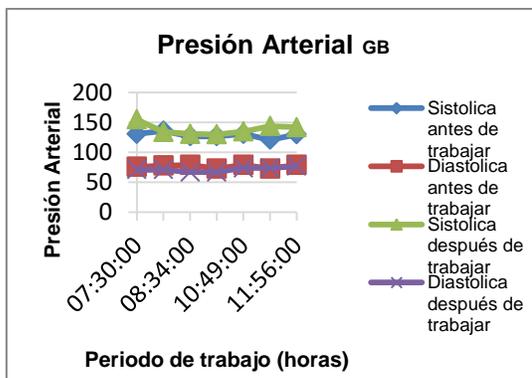
La Gráfica 39 muestra que el señor Esteban Contreras presenta una presión arterial óptima, que la Gráfica 40 señala un ritmo cardiaco alto.



Grafica 39 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Grafica 40 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

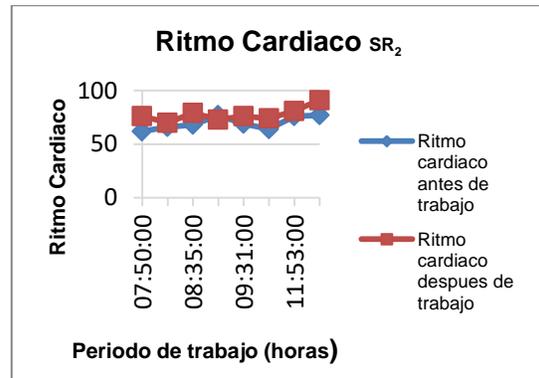
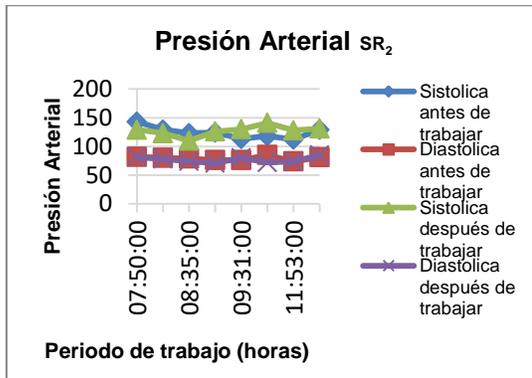
El señor Gabriel Barajas presenta una presión arterial fronteriza\* simbolizada en la Gráfica 41, con un ritmo cardiaco normal expuesto en la Gráfica 42.



Grafica 41 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Grafica 42 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

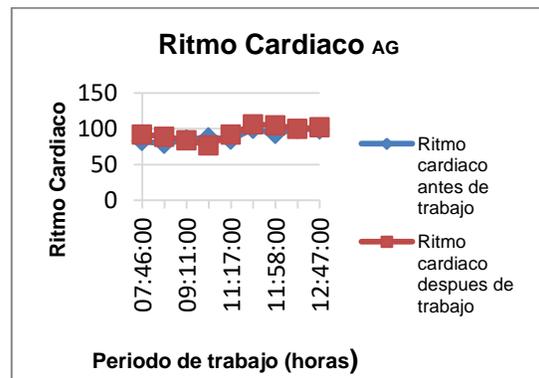
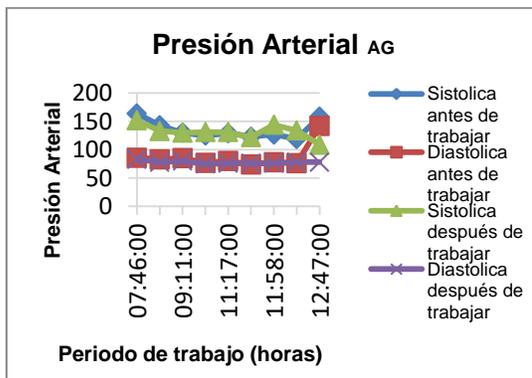
La Grafica 43 se observa que el señor Salvador Rodríguez presenta una presión arterial óptima, y un ritmo cardiaco normal expuesta en la Gráfica 44.



Grafica 43 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Grafica 44 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

La Gráfica 45 muestra que el señor Anacleto Guerrero presenta presión arterial fronteriza\*, la Grafica 46 presenta un ritmo cardiaco alto



Grafica 45 Presión arterial en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Grafica 46 Ritmo cardiaco en base al periodo de trabajo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

#### 4.2.1 Variables ergonómicas

En el periodo de trabajo en invierno el personal de las brigadas del paraje Takariro con 128-78 mm Hg y Ziraspan con 131-79 mm Hg presentan una presión arterial óptima y Pantzingo\*\* presenta una hipertensión sistólica aislada, manteniendo

todos los motosierrista la temperatura corporal de 35°C y una carga cardiovascular baja, en el presente Cuatro 7 y 8 esto debido a que la temperatura ambiental mínima era de 9°C lo que hacía que los motosierristas mantuvieran una temperatura corporal mínima de 23°C y con el esfuerzo que realizaban apeando el árbol estabilizaban su temperatura corporal alcanzando la temperatura normal del cuerpo humano.

Cuadro 7. Variables ergonómicas promedios del periodo de trabajo en invierno noviembre a diciembre 2017 en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Parajes	HAS	Estado medico	Temperatura Corporal				Frecuencia Cardiaca				C.C
			Pro	Max	Min	D.E	Pro	Max	Min	D.E.	
<b>Pantzingo**</b>	145-89	Hip. Sistólica aislada	35	36.7	32.2	0.950	96	176	57	19.318	-13.54
<b>Tacariro</b>	128-78	Optima	35	36.3	32.9	0.685	84	120	58	13.264	0.29
<b>Ziraspan</b>	131-79	Optima	35	36.5	33.7	0.830	83	106	62	12.356	5.03

Donde: HAS = presión arterial sistólica; T.C = temperatura corporal; C.C = carga cardiovascular.

El periodo de trabajo en invierno, muestra que los operadores del paraje Takariro y Ziraspan presentan una presión arterial óptima y una carga cardiovascular baja, considerando que la jornada de trabajo en este periodo no es pesada ya que la carga cardiovascular se mantiene por debajo del 40% del costo cardiaco Apud *et al.*, (1999), de acuerdo a Fernández *et al.* (2011). Considera que las personas con presión arterial optima deben tener un estilo de vida saludable y una revisión médica cada 3 años; en el paraje Pantzingo\*\* la brigada presenta hipertensión sistólica aislada y se promociona un estilo de vida saludable con tratamiento integral.

El periodo de trabajo en invierno el paraje Pantzingo\*\* obtuvo un promedio del desplazamiento de 54:50 min, con un tiempo productivo de 10:05 min y un tiempo improductivo 01:16 min con una productividad de 185:246 m<sup>3</sup>, consecuentemente

el paraje Takariro presenta la mejor productividad de 216m<sup>3</sup> manteniendo un tiempo improductivo de 14:25 min y un tiempo improductivo de 01:23 min, mientras que el paraje Ziraspan presenta un desplazamiento al próximo árbol promedio de 12:07 min, teniendo un tiempo productivo de 15:42 min y un tiempo improductivo de 00:52 min obteniendo una producción de 55.773 m<sup>3</sup> Cuadro 8 originado por el tiempo en el que duraban troceando y desramando el árbol apeado.

Cuadro 8. Tiempos productivos e improductivos del periodo de trabajo en invierno noviembre a diciembre 2017 en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Parajes	Desplazamientos		Dist Pro.	Dist Tot	Ciclo de trabajo	Tiempo product	Tiempo impro	Product.	Tto
	Tiempo pro	Tiempo total							
<b>Pantzingo**</b>	00:01:05	00:54:50	72	3624	00:11:21	00:10:05	00:01:16	185.246	1ACL, 2ACL y CL
<b>Takariro</b>	00:01:45	01:27:37	142	7118	00:15:48	00:14:25	00:01:23	216.443	1ACL,CR y CL
<b>Ziraspan</b>	00:00:43	00:12:07	174	2963	00:16:34	00:15:42	00:00:52	55.773	CR

Donde: Dist Pro = distancia promedio; Dist Tot = distancia total; Product = productividad; Tto = tratamiento.

En la evaluación del periodo de trabajo en invierno en la CINSP se obtuvo un periodo de ciclo de trabajo es de 11.21 min hasta 16.34 min con un tiempo productivo de 10.05 min hasta 15.42 y un tiempo improductivo de 0.52 min hasta 1.23min, Aguirre y Villanueva (2008) en el Ejido El Brillante, Pueblo Nuevo, Durango evaluaron el ciclo de derribo, obteniendo un ciclo promedio de trabajo de 4.73 minutos, con tiempos productivos de 4.38 minutos y tiempos improductivos de 0.36 minutos, se puede decir que en el presente estudio los tiempo productivo son altos debido a que los motosierristas realizaban el desrame y troceo del árbol derribado y estos tenían el fuste cubierto de ramas y las distancias del desplazamiento al siguiente árbol son mayores en este periodo de trabajo.

#### 4.2.2 Variables ambientales

En el periodo de trabajo en invierno se obtuvieron temperaturas ambientales máximas de 21°C, y la mínima es de 9°C, con una humedad relativa máxima es 50% y la mínima es de 46%, y pendientes máximas del 65% y mínimas del 0%, teniendo altitudes máximas de 2591 msnm y exposiciones predominantes de sur, sureste como se aprecia en el Cuadro 9.

Cuadro 9 Variables ambientales promedio del periodos de trabajo en invierno noviembre a diciembre 2017 en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Parajes	Temperatura Ambiente			Humedad	Altitud (msnm)			Pendiente			Exposición
	Pro	Máx	Mín	Relativa	Pro	Máx	Mín	Pro	Máx	Mín	
<b>Pantzingo**</b>	15.3	21	9	46	2511	2557	2463	19.8	65	0	Sur
<b>Takariro</b>	14.7	21	10	51	2549	2575	2250	9.2	40	0	Sureste
<b>Ziraspan</b>	14.5	19	11	50	2568	2591	2474	9.4	31	0	Sureste

Donde: Pro = promedio; Max = máxima; Min = mínima.

En los resultados obtenidos en el periodo de trabajo de invierno en la CINSJP, indican que el paraje Pantzingo\*\* tiene una altitud máxima de 2557 msnm y muestra un rendimiento 23.43m<sup>3</sup>/hr siendo un rendimiento alto, con pendiente máxima de 65% lo que podemos decir que la altitud no afecto a este paraje en cuanto a su rendimiento.

Mientras que el paraje Takariro presenta una altitud máxima 2575 msnm y una pendiente máxima de 40% con un rendimiento de 19.56 m<sup>3</sup>/hr y el paraje Ziraspan presenta una altitud máxima de 2591msnm y pendientes promedios de 31% con un rendimiento de 13.60 m<sup>3</sup>/hr siendo los parajes con menor rendimiento, de acuerdo a lo que menciona Orozco et al, (2006) las altas pendientes como altitudes afecta a estos parajes por las altas altitudes y pendientes provocando al motosierrista un aumento de fatiga y disminución del rendimiento

### 4.2.3 Variables dasométricas

En el periodo de trabajo en invierno el paraje Takariro presenta una productividad 216.443 m<sup>3</sup> teniendo un rendimiento de 19.015 m<sup>3</sup>/ hr siendo el más productivo en este periodo de trabajo, el paraje Pantzingo\*\* presenta una producción de 185.246 m<sup>3</sup> con un rendimiento 23.434 m<sup>3</sup>/hr y finalmente el paraje Ziraspan presenta un producción de 55.773 m<sup>3</sup> presentando un rendimiento de 13.601 m<sup>3</sup>/hr, los parajes con menor rendimiento son Takariro y Ziraspan causado por el tratamiento silvícola que se aplicó siendo estos primer y segundo aclareo, cuyos arboles presentan menor diámetro y alturas y por consiguiente menor volumen ver Cuadro 10

Cuadro 10 Rendimiento del periodo de trabajo en invierno noviembre a diciembre 2017 en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Paraje	CD	HT	Vol. Unit	Product (m3) real	Rendi m3/hr	Coef de Product. (m3/hp)	m3/hr ideal	IT
<b>Pantzingo**</b>	52	28	3.632	185.246	23.434	25.123	96.201	-71.767
<b>Takariro</b>	56	30	4.328	216.443	19.015	20.995	58.331	-38.76
<b>Ziraspan</b>	51	27	3.28	55.773	13.601	14.466	23.956	-9.355

Donde: CD = categoría diamétrica; HT = altura total; Vol. Unit = volumen unitario; Rendi = rendimiento; Coef de Product = coeficiente de productividad; IT = intensidad de trabajo

Los rendimientos obtenidos en la CINSJP, se registraron menores rendimientos debido a que el equivalente de árboles derribar es de 6 a 13 árboles por jornada de 6 horas con volúmenes promedio de 3.63 m<sup>3</sup>/hr, 4.32 m<sup>3</sup>/hr y 3.28 m<sup>3</sup>/hr con diámetros de 51 a 56 cm y alturas de 27 a 30 m. Cuadro 10. Aguirre y Villanueva. (2008) Ejido El Brillante, Pueblo Nuevo Durango evaluaron el ciclo de derribo obteniendo un rendimiento de 22.16 m<sup>3</sup> rta/ht que corresponde a derribar 15 árboles por hora con un volumen cada uno de 1.44 m<sup>3</sup>rta. Los rendimientos encontrados en la CINSJP, son menores en los parajes Takariods y Ziraspan lo

que puede explicar a que los árboles derribados por jornada de trabajo fue de (6 a 13 árboles).

#### 4.2.4 Análisis de correlación

En el Cuadro 12 se presenta el análisis de correlación entre las variables ergonómicas, ambientales y dasométricas, en relación con el rendimiento, se encontró poca relación entre las variables: presión arterial sistólica antes del trabajo con 0.424, presión arterial sistólica después del trabajo con 0.435, presión arterial diastólica después del trabajo con 0.459, para las demás variables se puede decir que no están relacionadas entre sí, es decir unas no influyen sobre las otras.

Cuadro 11. Análisis de correlación de las variables evaluadas del periodo de trabajo en invierno noviembre a diciembre 2017 en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

CORRELACION EVALUACION NOV-DIC-2017				
	Rendimiento m3/hr real	Coefficiente de Productividad (m3/hp)	m3/hora ideal	Intensidad de trabajo
Sistólica antes de trabajar	0.124217	0.110597	0.424450	-0.352598
Diastólica antes de trabajar	0.128489	0.120645	0.317400	-0.244769
Sistólica después de trabajar	0.008895	0.005923	0.405973	-0.395602
Diastólica después de trabajar	0.157007	0.140120	0.459206	-0.369462
Ritmo cardiaco antes de trabajo	0.006930	-0.013542	0.358699	-0.350028
Ritmo cardiaco después de trabajo	0.073949	0.041927	0.277773	-0.234649
Ritmo cardiaco promedio	0.040451	0.012641	0.347941	-0.321624
% De carga cardiovascular	0.056620	0.062564	-0.125877	0.154185
Temperatura antes	0.108862	0.077865	-0.115770	0.171953
Temperatura después	0.076668	0.056928	-0.164318	0.202734
Edad	-0.105004	-0.121952	0.093057	-0.147508
Complexión física	-0.106063	-0.125806	-0.458835	0.396142
Total tiempo segundos	-0.135617	-0.142234	-0.041660	-0.030919
Evaluación de la caída del árbol	-0.083553	-0.082965	-0.088695	0.043013
Temperatura ambiental	-0.005644	-0.041931	0.104779	-0.106317
Humedad relativa (%)	0.054205	0.059431	-0.150067	0.176756
Altitud sobre el nivel del mar	-0.185107	-0.170874	-0.519340	0.413841
Distancia Recorrida UTM	-0.036002	-0.056105	-0.116111	0.095053
Pendiente (%)	0.136485	0.123153	0.298740	-0.220328

Valor Exposición	0.061716	0.062713	0.111394	-0.075474
Tipo de inclinación del árbol	-0.124343	-0.154868	-0.042876	-0.023733
Diámetro normal (cm)	0.239023	0.240574	-0.009244	0.136011
Altura total (m)	0.174948	0.185286	-0.046063	0.139168
CD	0.253272	0.257076	-0.039117	0.173034
Volumen apeado (m <sup>3</sup> )	0.273973	0.284377	-0.018330	0.163526

### 4.3 Prueba de t para variables desiguales

Respecto a los resultados obtenidos podemos ver que la productividad (m<sup>3</sup>), rendimiento m<sup>3</sup>/hr, coeficiente de productividad (m<sup>3</sup>/hp), m<sup>3</sup>/hr ideales y la intensidad de trabajo presenta una diferencia altamente significativa respecto al periodo de trabajo de verano y el periodo de trabajo de invierno.

Cuadro 12 Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales										
	Prodct. (m3)		Rendimiento m3/hr		Coef de Prodct (m3/hp)		m3/hora ideal		IT	
	Var 1	Var 2	Var 1	Var 2	Var 1	Var 2	Var 1	Var 2	Var 1	Var 2
M	2.49	3.87	62.81	19.95	70.08	21.83	214.96	69.74	-151.14	-48.78
s <sup>2</sup>	3.28	5.02	3072.59	195.53	3300.11	205.69	8261.35	665.40	6998.80	682.64
Obs	87.00	118	87.00	118	87.00	118	87.00	118	87.00	118
Dif. Hip de las m	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
Gl	201.00		94.00		94.00		96.00		98.00	
Estdis t	-4.89		7.04		7.65		14.47		-11.02	
P(T<=t) una cola	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
Val.C de t (una cola)	1.65		1.66		1.66		1.66		1.66	
P(T<=t) dos colas	<b>2X10<sup>-6</sup></b>		<b>3X10<sup>-10</sup></b>		<b>1.6X10<sup>-11</sup></b>		<b>0.00</b>		<b>0.00</b>	
Val. C de t (dos colas)	1.97		1.9855		1.9855		1.9850		1.9845	

Donde: var = variable; var 1 = evaluación 1 (verano); var 2 = evaluaciones 2 (invierno); m = media; s<sup>2</sup> = Varianza muestral; Obs. = Observaciones; Dif. Hip de las m = Diferencia hipotética de las medias; gl = grados de libertad; Estdis t = estadístico t; Val.C de t = Valor critico de t; Prodct = productividad; Rend = rendimiento; Coef de Prodct = Coeficiente de Productividad; IT = Intensidad de trabajo; 2X10<sup>-6</sup> = 0.000002.

## V. CONCLUSIONES

En los periodos de trabajo en verano e invierno no se considera un trabajo pesado ya que la carga cardiovascular, se mantiene por debajo del 40% del costo cardiaco.

La temperatura ambiental mínima registrada en el periodo de trabajo en verano e invierno estimulo que los motosierristas mantuvieran una temperatura corporal mínima de 23°C y con el esfuerzo que realizaban apeando el árbol estabilizaban su temperatura corporal alcanzando la temperatura normal de 35°C del cuerpo humano.

La productividad entre los periodos de trabajo de verano e invierno es diferente de manera significativa, siendo el periodo más productivo el de invierno.

El rendimiento entre los periodos de trabajo de verano e invierno es diferente de manera significativa, siendo el periodo con más rendimiento el de verano.

Las variables que presentaron poca relación del periodo de trabajo en verano, fueron categoría diamétrica, volumen apeado con respecto al rendimiento  $m^3/hr$  real; la actitud, complexión física y pendiente, los  $m^3/hr$  ideal con relación a la altitud sobre el nivel del mar (msnm) muestra una alta relación; la intensidad de trabajo en relación con la altitud sobre el nivel del mar, presentan poca relación.

Las variables que presentaron poca relación del periodo de trabajo en invierno, fueron presión arterial sistólica antes del trabajo, presión arterial sistólica después del trabajo, presión arterial diastólica después del trabajo, complexión física y la altitud sobre el nivel del mar con relación a los  $m^3/hr$  ideal; mientras que la intensidad de trabajo en relación de la altitud sobre el nivel del mar presenta poca relación.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda que en la evaluación de dos periodos de trabajo se seleccione el mismo tratamiento silvícola, para que no haya tanta fuente de variación en el rendimiento.

Se recomienda que el diseño del formato para la recopilación de datos se considere variables que pudieran relacionarse con la productividad y el rendimiento. Tomando en cuenta las variables dasométricas y ambientales porque son de importancia para buenos resultados.

En cuanto a las variables ergonómicas es importante solo evaluar las variables que en los resultados solo nos den el tiempo productivo y el tiempo improductivo porque son las más importantes para obtener el cálculo del rendimiento.

Los trabajos de investigación que consideren las operaciones de abastecimiento deben considerar compensar los tiempos improductivos durante las evaluaciones de campo.

## VII. LITERATURA CITADA

- Aguirre, M y Villanueva, G. (2008). Evaluación operacional y ambiental del abastecimiento forestal en el Ejido El Brillante, Pueblo Nuevo, Durango. Tesis Profesional. Instituto Tecnológico del Salto. Durango.
- Ambrosio, T, Tolosana, E (2007) El control de tiempos y rendimientos en los trabajos forestales. El programa Kronos. Madrid.
- Anaya, H y Christiansen. (1986). Aprovechamiento forestal: análisis de apeo y transporte. IICA. San José, Costa Rica.
- Apud, E y Valdés, S. (1999). Manual de ergonomía forestal. Laboratorio de Ergonomía de la Universidad de concepción, Fundación Chile.
- Casanoves, F., Di Rienzo, J.A., Gonzales, L.A, Tablada, E.M., Díaz, M del P., Roblero, C. W. y M. G. Balzarini. 2005. Estadística para las Ciencias Agropecuarias. Ed Brujas 6ª edición. Córdoba, Argentina 347 p
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad), (2012). PORTAL DE GEOINFORMACIÓN, SISTEMA NACIONAL DE INOFRMACION SOBRE BIODIVERSIDAD. Disponible en <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Consultada en Abril del 2018
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (1993). Introducción a la ergonomía forestal para países en desarrollo. Roma p190.
- Fernández, E, Molina, C, Cavazos, M, Larrañaga, G. (2011). Hipertensión Arterial. Guía para pacientes. CENAPRECE Secretaria de Salud. México.
- López, E; Ambrosio, y Vignote, S. (2005). Tiempos y rendimientos de dos sistemas de aprovechamiento de madera de *Populus* sp. En Castilla León, España. Revista Científica Forestal en México. 31 (99):73-91.

- Montañas, J y Ríos F. (2008). Valuación operacional y ambiental del abastecimiento forestal en el Ejido La Victoria, Pueblo Nuevo Durango. Tesis licenciatura. El salto Durango. 66 p
- Nájera, J. (2010). Evaluación de proceso productivo maderable en la región del Salto, Durango, México. Tesis doctoral. El salto, Durango. 198p
- Norma Oficial Mexicana NOM-008-STPS-2001, Actividades de aprovechamiento forestal maderable y de aserradero- Condiciones de seguridad e higiene; Publicada en el Diario Oficial de la Federación, 2001.
- Norma Oficial Mexicana NOM-008-STPS-2013, Actividades de aprovechamiento forestal maderable y en centros de almacenamiento y transformación en su actividad primaria- Condiciones de seguridad y salud en el trabajo; Publicada en el Diario Oficial de la Federación, 2013.
- Norma Oficial Mexicana NOM-030-SSA2-2009, Para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica; Publicada en el Diario Oficial de la Federación, 2009.
- Norma Oficial Mexicana NOM-030-SSA2-2009, Para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica; Publicada en el Diario Oficial de la Federación, 2009
- Orozco, L, Brumér, C, Quiroz D. (2006). Aprovechamiento de Impactos Reducido en Bosque Latifoliados Húmedos Tropicales. Manual técnico No. 63. Turrialba, Costa Rica.
- Pantaenius, P. (2013) Aprovechamiento Forestal: Las Operaciones de Corta. Estación Experimental Agroforestal Esquel (Chubut). Argentina.
- Pita, F. (2001) Determinación del tamaño muestral. Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. 6 p
- Ponchen, P. (1998). Industria Forestal. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. 4p

- Quirós, D, Joaquín, C, Carrea, F, aus der Beek, R y Castañeda, F. (1996). Experiencias del CATIE en el desarrollo de sistemas de aprovechamiento forestal de bajo impacto. Instituto de carácter científico y educación.
- Santiago, P, Guevara, S, Espinosa L. (2013). Guía de producción forestal. Utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales. Perú
- U-ESNACIFOR. (2015). Manual de manejo forestal integral. Programa Adaptación al Cambio Climático en el Sector Forestal- CLIFOR. Siguatepeque, Honduras.
- Velázquez, A; Torres, A; Bocco, G. (2003) La enseñanzas de San Juan. Investigación participativa para el manejo integral de recursos naturales. INE-SEMARNAT, México
- Villagómez, A. (2011). Elección de maquinaria para la operación de derribo en bosque de coníferas. Centro de Innovación Aplicada en Tecnología Competitivas. Revista Mexicana de Ciencias Forestales Vol.2 Núm.5.



Anexo 2 Fotografías de la evaluación del periodo de trabajo en verano del 2017



Apeo de árbol en pie



Corte de afine de la troza



Afilado de la cadena de la motosierra



Realización del corte de caída

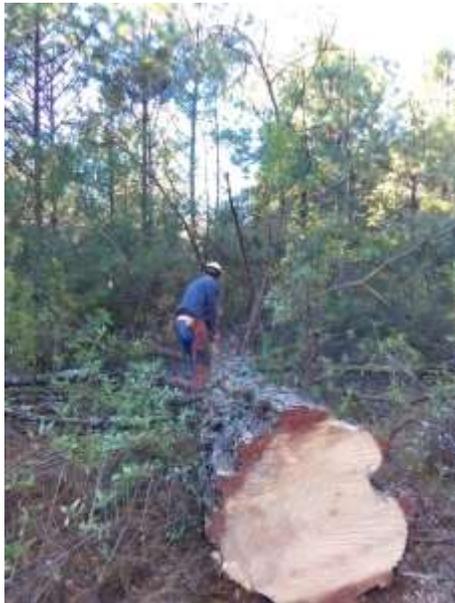


Evaluación en la CINSJP



Hora de lonche

Anexo 3 Fotografías de la evaluación del periodo de trabajo en invierno del 2017



Desrame y troceo del árbol apeado



Corte de caída



Realización de corte de caída



Atascamiento de la motosierra



Afilado de la cadena de la motosierra



Abastecimiento de combustible

Anexo 4. Árboles apeados en los periodos de trabajo verano e invierno en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

